



EL
CAMU CAMU

Aspectos Químicos,
Farmacológicos y Tecnológicos

ARTEMIO CHANG CANALES
ICA - PERÚ
2013

EL CAMU CAMU: ASPECTOS QUÍMICOS, FARMACOLÓGICOS Y TECNOLÓGICOS

Artemio Chang Canales

El camu camu: Aspectos Químicos, Farmacológicos y Tecnológicos

® Artemio Chang Canales 2013

Versión solamente en formato electrónico.

Ica – Perú. Abril 2013

e-ISSN

Autor: Artemio Chang Canales

Colaboradora: Silvia Klinar Barbuza

Asistentes:

Pamela Uribe Canales

Gaby Silvera

Jonathan Rojas

Alberto Girao

**El buen Maestro explica,
El Maestro superior demuestra,
El gran Maestro inspira**

Yo aspiro a ser un buen Maestro

CONTENIDO

Prológo

Presentación

1. El Camu camu

- El Camu camu
- La inestabilidad de la Vitamina C
- La inestabilidad del color
- Inestabilidad de la fruta
- Taxonomía
 - Breve descripción morfológica
 - El nombre botánico del camu camu
- Breve referencia a las investigaciones de aspectos biológicos del camucamu
 - Biología del camu camu
 - Plagas
 - Otros
- Breve referencias a las investigaciones de los aspectos tecnológicos del cultivo del camu camu.
 - Obtención y procesamiento de semillas
 - Reproducción vegetativa
 - Manejo agronómico de las plantaciones
 - Documentos Técnicos

2. Aspectos Químicos

- El ácido ascórbico en el camu camu
 - Reportes de vitamina C en el fruto del camu camu
 - Referencias
 - Evaluación de la información
 - a. Los métodos analíticos
 - b. Relación entre nivel maduración y contenido de vitamina C
 - c. Contenido de vitamina C en cáscara y semilla
- Las antocianinas y otros flavonoides
- Otros compuestos

3. Aspectos Farmacológicos

- El uso tradicional
- Los estudios de la actividad farmacológica
 - a. Efecto Hipolipidémico
 - b. Actividad antiinflamatoria
 - c. Actividad antianémica
 - d. Propiedad antiplasmódica
 - e. En Quemaduras
 - f. Actividad antioxidante
- La actividad antioxidante en el camu camu: Referencias
- Investigación Científica de la Actividad Farmacológica
- Evaluación de la investigación Farmacológica del Camu camu

4. Aspectos Tecnológicos

- Estudios Tecnológicos
 - Elaboración de productos
 - Estabilidad
 - Atomizado – Liofilizado

- Patentes
- Nuestra experiencia
 - Estabilidad de la Vitamina C
 - Estabilidad del color
 - Inestabilidad del fruto

5. A manera de conclusiones

Anexo 1.- Índice general de referencias bibliográficas

Anexo 2.- Nuestras Publicaciones sobre el Camu camu

Prologo

Por iniciativa del Gerente General de Yamano del Perú, Tameyuki Yamamoto, conocí el camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) en el año 2007; quién tenía interés en que los japoneses consumieran el camu camu con las mismas características organolépticas y fisicoquímicas del que en ese momento consumíamos nosotros en un restaurante de Pucallpa, ya que el producto que llegaba a Japón (pulpa congelada, transportada en barcos en una travesía aproximada de 60 días) carecía de color y con sabor desagradable debido a la oxidación de la Vitamina C. Ese fue el inicio de una estrecha relación con el camu camu y una ardua tarea, que nos ha conllevado al desarrollo de la tecnología adecuada para mejorar el color y estabilizar, de manera natural, la pulpa congelada del camu camu.

Este logro inicial marca el primer paso de un proceso de investigación y desarrollo tecnológico, que probablemente involucre a otros grupos de investigación y/o empresas; por ello consideramos la necesidad de compartir nuestras experiencias a través de esta publicación.

Definitivamente que esto no se hubiera logrado sin el apoyo recibido; por ello nuestro agradecimiento a Yamano del Perú, especialmente al señor Tameyuki Yamamoto por su constante apoyo y valiosas sugerencias; al equipo de investigación que nos acompañó en esta aventura tecnológica:

Dra Silvia Klinar, Q.F. Pamela Uribe, Q.F. Gaby Silvera, Bach. Jonathan Rojas y Bach. Alberto Girao, a las autoridades de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), especialmente a los Ingenieros Oscár Vásquez, Róger Ruiz, Carlos Inga y personal técnico de la Planta Piloto, al Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) especialmente a la Dra. Elsa Rengifo. De manera especial a nuestra Alma Mater, la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, donde obtuvimos la formación profesional y logramos el desarrollo profesional que nos ha permitido desarrollar esta tarea.

Ica, Abril de 2013

Artemio Chang Canales

Presentación

Debo indicar, al inicio de esta presentación, que estos seis años trabajando en el camu camu en la búsqueda de desarrollar un producto que superara los inconvenientes que presenta este fruto de la amazonía peruana; han significado una extraordinaria experiencia, que además de la aventura científico-tecnológica culminada con relativo éxito, ha sido rica en otros aspectos tal como el hecho de haber constituido un grupo de trabajo donde, aunado a la experiencia y el alto nivel profesional de la Dra. Silvia Klinar, las jóvenes profesionales Pamela Uribe y Gaby Silvera y los bachilleres Jonathan Rojas y Alberto Girao dieron lo mejor de su capacidad y se integraron perfectamente para constituir un verdadero equipo donde todos aunaron esfuerzos para cumplir los objetivos. Significó una grata experiencia el compartir con los profesionales y técnicos de la Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana en Iquitos, en las primeras pruebas de producción de pulpa de camu camu estabilizada; de manera especial a los Ingenieros Oscar Vásquez, Roger Ruiz y Carlos Inga, quienes nos brindaron su colaboración irrestricta desde el primer contacto, gracias a ese apoyo incondicional, rápidamente logramos implementar modificaciones en el proceso de pulpeado para transferir las antocianinas de la cáscara y

obtener un pulpa de color rojo intenso. Así también, el invaluable apoyo y colaboración de la Dra. Elsa Rengifo del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. En lo personal, después de casi 30 años dedicado a la investigación de plantas medicinales en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, orientados al estudio de las plantas medicinales de uso tradicional en Ica y con la propuesta inicial, por allá en la década de los 80 del siglo pasado, de elaborar la Fitofarmacopea Peruana, esta experiencia con el camu camu ha representado un cambio radical en la concepción y metodología del trabajo que veníamos realizando desde que constituimos el Laboratorio de Productos Naturales en nuestra Alma Mater. Después de mucho discurso sobre el tema, hemos logrado llevar a la práctica y demostrar que I+D es una alternativa posible y viable para el desarrollo de nuestro país. La investigación estrictamente científica que nos conduce a nuevos conocimientos, es muy importante, pero en países como el nuestro donde los recursos materiales y humanos no abundan, se debe priorizar la investigación científico-tecnológica que permita solucionar, tangiblemente, los problemas que enfrentamos frente a la innovaciones y desarrollo tecnológico y que además nos permita revertir esta situación de aprovechar nuestros inmensos recursos naturales para utilizarlos y/o exportarlos, principalmente, como materia prima.

Para concluir con esta prolongada introducción a la presentación, debo indicar que en estos, poco más, de seis años, no todo han sido éxitos y satisfacciones, por el contrario, los fracasos, desencantos y obstáculos han sido más frecuentes. Hemos aprendido de los fracasos, hemos superado los desencantos y vencido los obstáculos; obviamos lo negativo y con optimismo enfrentamos el futuro.

El presente libro que hemos titulado “El camu camu: aspectos químicos, farmacológicos y tecnológicos”, que se publica en versión electrónica y acceso y distribución libre, es un intento de retribución al generoso apoyo y colaboración que hemos recibido.

Comprende cuatro capítulos, el primero referido a la especie vegetal “*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh” **camu camu**, donde revisamos los aspectos generales, morfológicos, taxonómicos y del cultivo. En el segundo, revisamos los aspectos químicos en donde además de los constituyentes, analizamos la información científica en cuanto a temas en discrepancia como el contenido de vitamina C relacionado al grado de maduración del fruto. En el capítulo tercero revisamos los estudios farmacológicos y proponemos un esquema para evaluar dicha información. En el capítulo cuarto, revisamos los aportes tecnológicos a través de artículos científicos, tesis y patentes, también incluimos nuestra experiencia. Continuamos con las conclusiones y finalizamos con las referencias bibliográficas; en los anexos compartimos nuestros trabajos y los enlaces para acceder a la información del camu camu.

Gracias

Ica, Abril de 2013

Artemio Chang Canales

1

El camu camu

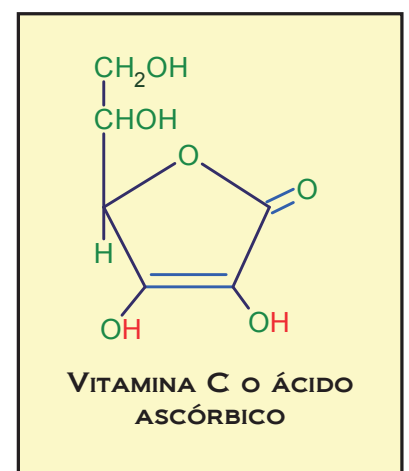
1. El camu camu

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, aunque existen publicaciones en la web^{1,2,3} donde esta posición se le atribuye al kakadú (*Terminalia ferdinandiana* Exell) en base a reportes de concentraciones de vitamina C hasta 5.5%^{4,5,6}; en el



camu camu se reportan concentraciones hasta de 6.112% de Vitamina C⁷. En realidad, como veremos en los Aspectos Químicos, en ambos frutos, los reportes del contenido de Vitamina C son muy variables; en todo caso, son las frutas con mayor contenido de vitamina C.

El organismo de los humanos no es capaz de producir Vitamina C (casi todos los organismos animales y vegetales, si lo hacen) por lo que debemos ingerirla desde fuentes externas. La vitamina C o Acido ascórbico, es también llamada la Vitamina antiescorbútica debido a que su descubrimiento estuvo ligado a esta acción; investigaciones posteriores han demostrado que también actúa como antioxidante, además, se le atribuye actividades tales como inmunomodulador, antiinflamatorio, anticancerígeno, antioxidante, antiviral gripal⁸; aunque debemos tener en cuenta que también existen estudios en los que no se encuentran evidencias de dichas actividades; con la finalidad de aceptar o rechazar las propiedades terapéuticas que se le atribuye a la vitamina C, las investigaciones científicas continúan. En general, podemos decir que el consumo



de vitamina C es esencial para mantener una buena salud. En cuanto a las cantidades mínimas y máximas de consumo de Vitamina C no hay consenso; debemos recordar que la Vitamina C es hidrosoluble por lo que nuestro organismo elimina rápidamente el exceso.



Por otro lado, se considera que la Vitamina C natural es mucho más efectiva que la Vitamina C sintética, aunque la evidencia científica aún no es suficiente, y en muchos casos, contradictoria, como demostrar tal aseveración ^{9,10,11}.

El camu camu, además de ser una importante fuente de Vitamina C natural, también contiene compuestos polifenólicos a los que se les atribuye acción antioxidante, tales como flavonoides (principalmente flavonoles, antocianinas y catequinas), ácido elálgico, ácido clorogénico, ácido cafeico y ácido ferúlico. ^{12,13,14}

Los métodos para evaluar la actividad antioxidante, los mecanismos de acción, es decir la forma en que estos antioxidantes neutralizan o impiden la formación de especies reactivas del oxígeno (EROs) y el desarrollo de métodos de diagnóstico del estrés oxidativo, son temas que aún se encuentran en evaluación científica, sin embargo, las evidencias y testimonios abundan en resultados positivos, en diferentes patologías.

La demanda de consumo del camu camu en el mercado nacional es reciente, hasta el año 2007 se consideraba que la demanda en el mercado nacional era casi nula, mientras que el 95% de la

producción se exportaba a Japón¹⁵. En los últimos años la demanda de Japón ha disminuido ostensiblemente, generando en los agricultores una dramática búsqueda de nuevos mercados, entre ellos, el mercado nacional.

El consumo del camu camu se da principalmente como pulpa congelada con contenido de vitamina C entre 1.8 a 3% de vitamina C (cuando menos a la fecha de producción), la cual se utiliza como insumo para la preparación de diversas formas de bebidas como néctares, extractos líquidos y bebidas envasadas, jugos naturales, sorbetes o cremoladas, helados, yogurt, cócteles, mermeladas y otros postres como mousse de camu camu, cheesecake de camu camu, etc. También hay disponible camu camu en polvo, obtenido por procesos como la atomización (Spray Dry) de la pulpa, liofilización de la pulpa, deshidratado (secado en bandejas o lecho fluido) de pulpa y cáscara; con contenidos que varían entre 7 a 18% de vitamina C; estos productos se utilizan, principalmente, como insumo en la producción de tabletas, cápsulas y otras formas farmacéuticas.



En todos los casos, el consumo de las diversas presentaciones del camu camu se



encuentra en la categoría de suplementos nutricionales de vitamina C natural y antioxidantes. Las investigaciones realizadas y que aún deben continuar, muestran el potencial terapéutico del camu camu en diversas afecciones, tal como veremos en el capítulo de los aspectos farmacológicos.

Hasta ahora todo parece muy bien y el camu camu se presenta como una maravilla que la naturaleza nos ha regalado; pero no todo es color de rosas.

El camu camu es una fruta muy especial, sus características particulares nos enfrentan a retos tecnológicos que deben ser superados para lograr su comercialización, tanto a nivel nacional como internacional.

Nos referimos a:

La inestabilidad de la Vitamina C.- La vitamina C o ácido L-ascórbico es muy susceptible a la oxidación por la temperatura, luz, agua, pH, metales (Cu y Fe).

Los productos de la degradación no tienen actividad como vitamina C.

Los productos obtenidos de fuentes naturales (frutas y otros vegetales), conteniendo vitamina C, requieren del uso de estabilizadores que inhiban o prolonguen su tiempo de oxidación.¹⁶

Si no se ha logrado estabilizar la vitamina C en la pulpa congelada o en los productos elaborados, es incierto el contenido de vitamina C al consumirlos. Los extractos secos o polvos de camu camu (liofilizado, atomizado o deshidratado) presentan una estabilidad relativamente mayor que varía entre tres meses a un año.

El uso de estabilizadores que protejan o retarden el proceso de oxidación de la vitamina C es absolutamente necesario, y para mantener las características del camu camu o de otras fuentes naturales de vitamina C, el estabilizador también debe ser de origen natural.

En el capítulo de Aspectos Tecnológicos trataremos el tema y mostraremos nuestra experiencia en los intentos por resolver este inconveniente.

La inestabilidad del color.- El color rojo del fruto de camu camu es originado por antocianinas que se encuentran en la cáscara. La responsable del color rojo y principal antocianina del camu camu es la cianidina-3- glicósido que representa el 90% del total de antocianinas. A pH ácido, las antocianinas tienen una estructura estable, el incremento de pH origina la formación de la base quinoidal de color azul; la hidratación (adición de agua) produce chalconas, que son incoloras.

Si no se han estabilizado las antocianinas, en poco tiempo el color se degrada, pierde intensidad, toma color anaranjado y finalmente incoloro; si la degradación continua puede llegar a colores más oscuros (marrón a negro). También debemos tener en cuenta que la temperatura ambiente y los procesos térmicos aceleran los procesos de cambio de color de las antocianinas.

En el capítulo de Aspectos Tecnológicos trataremos el tema y mostraremos nuestra experiencia en los intentos por resolver este inconveniente.

Inestabilidad de la fruta.- El fruto maduro de camu camu es muy delicado y perecible por su contenido de agua que llega al 90% y su contenido de vitamina C.

El camu camu silvestre y cultivado crece en la Amazonía, principalmente en Iquitos y Pucallpa, lo que dificulta el transporte a los mercados nacionales y que sumado al alto nivel de perecibilidad del fruto ha generado su escasa disponibilidad; el manejo del transporte del fruto se facilita cuando es verde y en esas condiciones se encuentra en algunos supermercados, pero debemos tener en cuenta la ausencia de antocianinas en la cáscara y el menor nivel de vitamina C en los frutos verde (tema de discrepancia que revisaremos en el capítulo de Aspectos Químicos) además de diferencias en el sabor; en resumen, es necesario estudiar y evaluar las condiciones de transporte para disponer del fruto del camu camu, en condiciones óptimas y costos razonables, en el mercado nacional.

Referencias

1. En la página WEB: <http://www.acerola-vitamina-c.es/acerola-vit-c/12-las-frutas-con-mas-vitamina-c.html>
2. En la página WEB: <http://vitaminas.org.es/vitamina-c-alimentos>
3. En la página WEB: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2009/10/16/188498.php
4. Brand, J. C., Truswell, A. S., Lee, A., & Cherikoff, V. (1982). An outstanding food source of vitamin C. *Lancet*, 2, 873.
5. Michael Netzel et al (2007) Native Australian fruits — a novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8 (2007) 339–346
6. T.K. Lim (2012) Edible medicinal and non medicinal plants. Vol 2, Fruits. Springer Sciences. e-ISBN 978-94-007-1764-0
7. K. Yuyama, J. Aguiar, L. Yuyama (2002) Camu camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazónica* 32 (1): 169-174.
8. G. García Morán et al. (2006) Aspectos bioclínicos y patobiológicos de la vitamina C en la especie humana. *Revista CES MEDICINA Volumen 20 No.2 Julio - Diciembre / 2006*
9. Claus W. Jungeblut, (1937) Further Observations On Vitamin C Therapy In Experimental Poliomyelitis. *J. of Experimental Medicine (JEM). October 1, 1937 Volume 66, No. 4*
10. J.A. Vinson and P. Bose. (1983) Comparative Bioavailability of Synthetic and Natural Vitamin C in Guinea Pigs. *Nutrition Reports International*, 27, no.4
11. Teruo Inoue et al (2008) Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. *J. of Cardiology* 52, 127—132
12. Allerslev, R. K. (2007) Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruits. Tesis. Facultad de Biología. New York, USA.)
13. Muñoz, A. et al (2007) Evaluación de la capacidad, antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev. Soc. Química del Perú Vol. 73 (3): p. 142 – 149.*
14. Sotero, S. V. et al (2009). Evaluación de la actividad antioxidante de pulpa, cáscara y semilla del fruto de camu camu. *Rev. Soc. Química del Perú. 75 (3).*
15. M. Pinedo (2009) Camu-camu: Innovación del agro en la Amazonia Peruana; Perspectivas. *Encuentro Económico, Región Loreto 22-23 oct 2009*

- 16.** Patente: Method for stabilizing L-ascorbic acid, liquid extraction preparation, solid extract, and semi-fluid extract. Inventor: Artemio Chang Canales. 10 December **2009**
- 17.** Norma Técnica Peruana: NTP 011.031 **2007** Productos Naturales: Pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones y requisitos

Taxonomía

Familia Botánica: Myrtaceae

Especie Botánica: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh o *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh.

Nota.- H.B.K. son iniciales de 3 botánicos: **Humboldt, Bonpland y Kunth**

Sinonimia botánica:

Psidium dubium H.B.K.

Psidium dubia Kunth in H.B.K.

Psidium dubia Kunth,

Eugenia divaricata Benth.

Myrciaria divaricata (Benth.) Berg

Myrciaria phylliraeoides Berg

Myrciaria paraensis Berg

Myrciaria caurensis Steyerem

Myrciaria spruceana Berg



Nombres comunes:

Camu camu, camu camu negro, camo camo, "caçari", guapuro blanco, "arazá de agua", rumberry, algracia, guayabillo blanco, guayabito, limoncillo, azedinha, cacari, miraúba y muraúba.

Referencias

1. Rengifo, Elsa (2009): Monografía: Camu camu camu - *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima, Perú.
2. Oscar Javier Ortiz y Raul Andres Suarez. 2006. Determinación de las condiciones óptimas de almacenamiento del fruto camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en atmósferas modificadas. Tesis. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad De La Salle. BOGOTÁ
3. V. Torres (2010) Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba, cocona y camu camu Tesis. Escuela Politécnica Nacional - Ecuador

Breve descripción morfológica

El camu camu es un arbusto cuya altura promedio es de 3 m, pudiendo alcanzar



hasta 8 m. El tronco es delgado y liso, tiene un diámetro de 10—15 cm y es muy ramificado; las ramas son delgadas y levemente péndulas. Las hojas son opuestas, simples, enteras, sin estipulas y tienen un pecíolo; las láminas son lanceoladas a elípticas, con ápice agudo, base redondeada y cubierta de

glándulas. El haz de la hoja es verde oscuro y algo brillante, mientras que el envés es opaco y verde claro. Presenta inflorescencias axilares, que tienen normalmente cuatro flores hermafroditas, dispuestas en dos pares opuestos en el eje de la inflorescencia. El fruto es una baya comestible, de sabor muy ácido, es una baya esférica con un diámetro de 1 a 3 cm. La baya, que tiene en el ápice una cicatriz hipantial redondeada, en estado maduro desarrolla un color café-rojizo a violeta negruzco y una pulpa carnososa suave. Alojadas en la pulpa, se encuentran de una a tres semillas reniformes de 8 a 5 mm de largo y 5,5 a 11 mm de ancho.

Referencias

1. Rengifo, Elsa (2009): Monografía: Camu camu - *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima, Perú.
2. Norma Técnica Peruana: NTP 011.030 (2007) Productos Naturales. Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos
3. L. Zamudio (2007) Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Tesis. Universidade de Brasília. Faculdade de Ciências da Saúde.
4. O. Ortiz y R. Suarez. (2006) Determinación de las condiciones óptimas de almacenamiento del fruto camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en atmósferas modificadas. Tesis. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad De La Salle. BOGOTÁ

El nombre botánico del camu camu

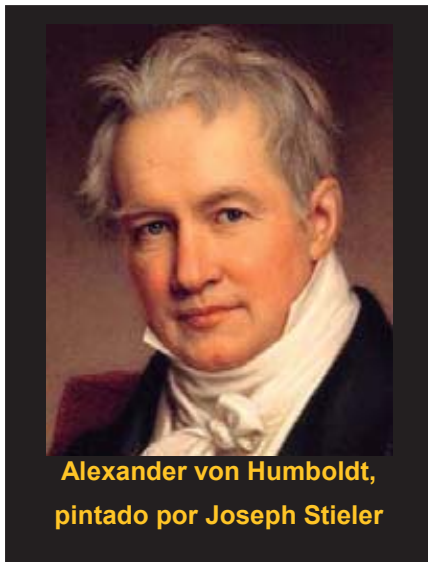
Revisando la información del camu camu (*Myrciaria dubia*) encontré que en la literatura científica, indistintamente, se consideraba el nombre botánico como: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, o como *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh.

En primera instancia pensé en dos especies diferentes y preocupado por no cometer un error al citar la especie que estaba estudiando, consulte con algunos amigos botánicos y también fuentes en Internet, lamentablemente no obtuve respuesta satisfactoria; por lo que revisé los artículos con mayor acuciosidad en la taxonomía de esta especie, a pesar de mi interés particular en los aspectos químicos, farmacológicos y tecnológicos (con el perdón de los botánicos por esta intrusión en su área y que posiblemente me conduzca a errores y omisiones).

Expresadas las disculpas del caso, pasemos a mi neófito análisis: entonces me di cuenta que las diferencias existentes se encontraban en las citas de los autores previos a la última clasificación; lo que hacía poco probable la hipótesis de dos especies diferentes; por otro lado, al revisar con más detalle, me di cuenta que las publicaciones con los nombres indistintos no tenían una secuencia cronológica por lo que también descarté la posibilidad de sinonimia.

¿Entonces?

En realidad se trata de un asunto de reconocimiento académico o científico:



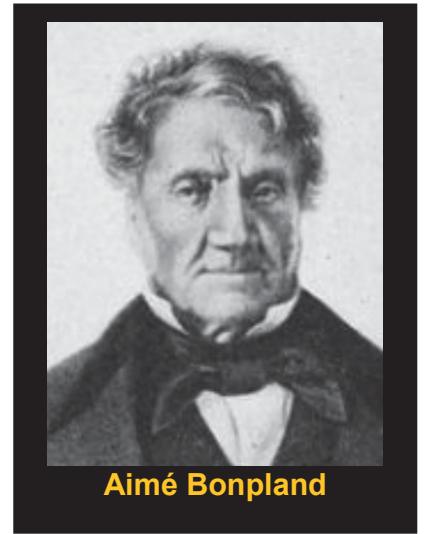
Alexander von Humboldt,
pintado por Joseph Stieler

Aquí la historia, Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland regresaron a París de su viaje por América en 1813, con un voluminoso herbario entre las cuales había más de 50,000 especies nuevas. Después de varios intentos infructuosos con otros botánicos, Humboldt logró convencer a Carl Sigismund Kunth, sobrino de su antiguo tutor, para acometer la gran tarea que tenía por delante, clasificar las nuevas especies vegetales.

Kunth, de 24 años, viajó inmediatamente a Paris y se incorporó al grupo de trabajo, en el cual destacó por sus cualidades que lo

caracterizaban por ser disciplinado, obsesivo y riguroso, razón por la que se le considera el gran sistematizador de la colección de Humboldt y Bonpland.

Las nuevas especies de dicha colección se publicaron en “Nova Genera et Species Plantarum” (Esta obra comprende 7 tomos, el Tomo 1 se publicó en 1815 y el Tomo 7 en 1825); se acostumbra citar esta obra de los tres botánicos: Humboldt, Bonpland y Kunth, abreviado como H.B.K. Dado las cualidades y el trabajo de Kunth en la sistematización del herbario de Humboldt y Bonpland, especialmente de las 3,000 especies publicadas en 1823 en el Tomo 6 de “Nova Genera et Species Plantarum”, entre ellas el camu camu; se ha pretendido dar un reconocimiento especial a Kunth, atribuyendo tales especies, inicialmente como “Kunth in H.B.K” y luego se cambio esa denominación a “Kunth”.



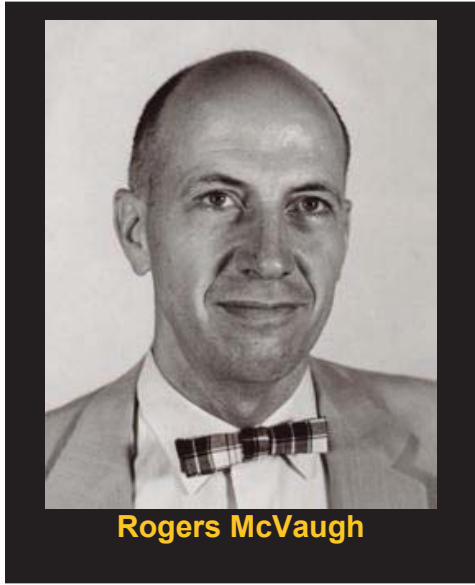
Es en este contexto, ya acordadas las reglas para la nomenclatura, que se establece el nombre botánico del camu camu, como: *Psidium dubia* H.B.K., luego *Psidium dubia* Kunth in H.B.K. y finalmente *Psidium dubia* Kunth.



Recordemos que para asignar el nombre botánico se considera en primer lugar y con mayúscula el género, seguido de la especie y finalmente el botánico al que se le atribuye la clasificación, teniendo en cuenta la primera publicación en la que se hace referencia a la especie. Entonces, en el caso del camu camu, el nombre *Psidium dubia* Kunth nos indica que el genero de la especie es:

Psidium, la especie es: *dubia* y el botánico clasificador es: Carl Sigismund Kunth (abreviado como Kunth) ya que se publicó por primera vez en 1823 en el Tomo 6 de “Nova Genera et Species Plantarum”. Pero no olvidemos que los autores de dicha obra son: Alexander von Humboldt, Aimé Bonpland y Carl Sigismund Kunth (abreviado como H.B.K.) por lo que el inicial nombre correcto del camu camu es: *Psidium dubia* H.B.K.

Los nombres botánicos no son absolutos dado que a la luz de nuevas evidencias, las especies vegetales son reclasificadas; aquello ocurrió con el camu camu y el nombre



botánico ha variado a: *Psidium dubia* H.B.K., *Psidium dubia* Kunth in H.B.K., *Psidium dubia* Kunth, *Eugenia divaricata* Benth., *Myrciaria phylllyraeoides* Berg, *Myrciaria divaricata* (Benth.) Berg, *Myrciaria paraensis* Berg, *Myrciaria caurensis* Steyerm., *Myrciaria spruceana* Berg y finalmente en 1963 Rogers McVaugh (abreviado como McVaugh) publica en *Fieldiana, Botany* la reclasificación del camu camu con el género: *Myrciaria* y la especie *dubia*, entonces

el nombre botánico debería ser *Myrciaria dubia* McVaugh. Pero falta algo, en el caso de las especies vegetales reclasificadas, en el caso del botánico al que se le atribuye la clasificación (o reclasificación en este caso) previo a su nombre o abreviatura, se debe indicar entre paréntesis al botánico clasificador anterior (al parecer, las clasificaciones posteriores al *Psidium dubia* no fueron muy correctas ya que McVaugh no las toma en consideración). Entonces, el nombre botánico actual del camu camu es: *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh según algunas citas o *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh según otras (recordemos que en la reclasificación realizada por McVaugh, toma el nombre previo como *Psidium dubia* H.B.K. y reporta como *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh); esta última prevalece en la literatura actual, aunque debemos tener en cuenta que, dependiendo de la especialidad de los autores, muchos artículos publicados de esta especie, la refieren utilizando únicamente el nombre latino: *Myrciaria dubia*.

En conclusión, observamos que en la literatura científica, particularmente en los casos de autores no botánicos, no existe rigurosidad en citar el nombre botánico de acuerdo a las normas establecidas (algo similar ocurre con los nombres químicos); oficialmente el nombre botánico del camu camu es: *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh; establecido bajo criterios de un reconocimiento particular a un trabajo de equipo. También se utiliza el nombre botánico: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh,

que cumple con las formalidades establecidas y que, además, es un reconocimiento a todos los integrantes del equipo. Esta circunstancia particular se origina en la clasificación original del camu camu y que ahora es sinonimia: *Psidium dubia* a la que se le agrega: ¿H.B.K., Kunth in H.B.K. o Kunth?.

Si bien es cierto que en las primeras comunicaciones sobre el camu camu, utilicé el *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh porque era la información que encontré disponible, ahora, conociendo los antecedentes, me inclino definitivamente a utilizar dicha nomenclatura que expresa un reconocimiento mucho mas amplio, que incluye a todos los integrantes del grupo de trabajo.

Referencias Bibliográficas

El inicio: los clasificadores

1. Alexander von Humboldt, Aimé Bonpland y Carl Kunth (1823) *Nova Genera et Species Plantarum* . Tomo VI.
2. Rogers McVaugh (1963) *Tropical American Myrtaceae*, II. *Fieldiana: Botany*. Vol. 29. Num. 8. pp. 501-502.

Ejemplos de publicaciones con el nombre botánico del “camu camu”: *Myrciaria dubia*

3. Peters et al. (1989) *Oligarchic Forests of Economic Plants in Amazonia: Utilization and Conservation of an Important Tropical Resource*. *Conservation Biology*. Volume 3, Issue 4
4. Justi, K. et al. (2000) *Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (Myrciaria dubia) pulp*. *ALAN*, vol. 50, no. 4, p. 405-408
5. M. Franco and T. Shibamoto (2000) *Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (Spondias citherea), Camu-camu (Myrciaria dubia), Aracü a-boi (Eugenia stipitata), and Cupuacüu (Theobroma grandiflorum)*. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1263-1265
6. R. García (2001) *Uso de la pulpa refinada de camu camu y arazá en la elaboración de paletas congeladas de plátano*. *Rev. Amaz. de Inves. Alimentaria*, v.1, nº 1, p. 15 – 21
7. C. Dib et al (2003) *Study of the microencapsulation of camu-camu (Myrciaria dubia) juice*. *J. microencapsulation*. vol. 20, no. 4, 443–448
8. H. Guija et al (2005) *Propiedades prooxidantes del camu camu (Myrciaria dubia)*. *An Fac Med Lima*. 66(4)

9. J. W. Penn **(2006)** The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): a tree planting programme in the peruvian amazon. *Forests, Trees and Livelihoods*, 2006, Vol. 16, pp. 85–101
10. A. Muñoz et al **(2007)** Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú*. 73, N° 3 (142-149)
11. Reynertson et al. **(2008)** Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. *Food Chemistry*, 109 (4), p.883-890
12. E. Ramos et al **(2008)** Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. *Rev Acad Peru Salud* 15(1)
13. T. Inoue **(2008)** Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. *Journal of Cardiology* (2008) 52, 127—132
14. K. Pacci-Salazar **(2009)** Eficacia tópica de *Myrciaria dubia* en la curación de quemaduras de segundo grado en ratas Holtzman. *CIMEL* Vol. 14, N° 1
15. M. Rufino et al **(2010)** Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121. 996–1002
16. T. Akachi et al. **(2010)** 1-Methylmalate from Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) Suppressed D-Galactosamine-Induced Liver Injury in Rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 74 (3), 573–578.
17. K. Yazawa et al. **(2011)** Anti-Inflammatory Effects of Seeds of the Tropical Fruit Camu-Camu (*Myrciaria dubia*)

Ejemplos de publicaciones con el nombre botánico del “camu camu”: *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh

18. FAO. **(1986)** Food and fruit-bearing forest species 3: Examples from Latin America
19. Holst, B. K. **(1999)** Myrtaceae. In P. M. Jørgensen and S. León-Yáñez, eds., *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75:618–622.
20. J. C. P. Steele et al **(2002)** Two novel assays for the detection of haemin-binding properties of antimalarials evaluated with compounds isolated from medicinal plants. *J. Ant. Chem.* 50, 25
21. A. Teixeira et al. **(2004)** Esterases no exame da estrutura populacional de Camucamu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). *Acta Amazónica*. Vol. 34(1) 89 – 96
22. NM Ivanauskas, R Monteiro **(2004)** Structure of patch of Amazonian forest in the alto rio Xingu basin. *Acta Amazonica*.
23. E. Gressler **(2006)** Polinizacao e dispersao de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.29, n.4, p.509-530, out.-dez. 2006

24. Reynertson et al. **(2008)** Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. *Food Chemistry*, 109 (4), p.883-890
25. Fernandes, M. et al **(2009)** Evaluation of methods for dormancy breaking in camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Seed Science and Technology*, Vol. 37, N. 3, October 2009 , pp. 539-543(5)
26. R Alvis et al. **(2010)** Efecto citoprotector del camu-camu *Myrciaria dubia* en tres líneas celulares de ratón expuestos in vivo a bromato de potasio. *Rev. Peru biol* v.17 n.3
27. L. Ruiz et al. **(2012)** Plants used by native Amazonian groups from the Nanay River (Peru) for the treatment of malaria. *Journal of Ethnopharmacology* 133 (2011) 917–921
28. Maíra Cássia Schwertz. **(2012)** Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. *Rev. Nutr.* vol.25 no.1 Campinas
29. K. Yuyama et al **(2012)** Avaliação de desenvolvimento e química dos frutos de camu-camu cultivado sobre diferente fonte de adubação, consorciação e irrigação. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura.
30. C. Santos Da Silva **(2012)** O Gênero *Myrciaria* O.Berg (MYRTACEAE) Na Amazônia Brasileira. Tesis. Universidade Federal Rural da Amazônia

Ejemplos de publicaciones con el nombre botánico del “camu camu”: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh

31. Zapata and Dufour **(1993)** Camu-Camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh: Chemical Composition of Fruit. *J Sci Food Agric*, 61, 349-351
32. J.S. Andrade et al **(1995)** Changes in the concentration of total vitamin c during maturation and ripening of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) fruits cultivated in the upland of brasilian Central Amazon. *Acta Horticulturae* 370: International Symposium on Tropical Fruits
33. H. Inga et al **(2001)**. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVAUGH (H.B.K.) camu camu. *FOLIA AMAZÓNICA* Vol 12 (1-2)
34. K. Yuyama et al **(2002)** Camu camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C . *Acta Amazonica*. 32 (1) 169-174
35. Alves, R. E.et al **(2002)**. Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): A rich natural source of vitamin C. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 46, 11–13.
36. M. Mues et al **(2002)** ,Biología floral e fenologia reproductiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.25, n.4, p.441-448
37. Zuleyka Ramos **(2002)** Evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de *Myrciaria Dubia* H.B.K. (CAMU-CAMU) que reducen el contenido de vitamina c (ácido ascórbico). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, v.2 n° 2 p. 89 – 99

38. S. Do Nascimento Ferreira, D. De Oliveira Gentil **(2003)** Armazenamento de Sementes de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 440-442,
39. H. Ueda et al **(2004)** Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. Phytomedicine v.11 pp. 652–656
40. D. Oliveira et al. **(2004)** Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVAUGH. Bragantia, Campinas, v.63, n.3, p.421-430
41. 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
42. Silva, M.A. et al. **(2006)** Water sorption and glass transition of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) pulp. J. of Thermal Anal. and Calorimetry, 84 (2), p.435-439
43. Silva, M.A. **(2005)** Ascorbic Acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) Slices at Different Air Temperatures. Dry. Tech., 23: 2277–87
44. C. Zanatta, A. Z. Mercadante **(2007)** Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*). Food Chemistry 101. 1543–1549
45. Clara E. Quijano Celis, Jorge A. Pino. **(2007)** Constituyentes volátiles de las hojas de camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh. Rev. Cub. Quim. Vol. XIX, Nº 1
46. K. Yuyama et al **(2008)** Efeito da adubação N e K na composição nutricional de fruto de camu-camu, na Amazônia Central. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura.
47. O. Smiderle e R. de Sousa **(2008)** Physical characteristics and C vitamin content of Camu-camu two maturation phases. Revista Agro@ambiente On-line, v. 2, n. 2, p. 61-63
48. D. Gutierrez et al **(2008)** Evaluación de la actividad antiplasmódica in vitro de extractos de *Euterpe oleracea*, *Myrciaria dubia* y *Croton lechleri*. BIOFARBO, VOL 16. pp. 16-20
49. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh). Fitoica. Año 4 – Nº 1. pp. 23-32
50. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*Camu-camu*”. Fitoica. Año 4 – Nº 1, pp. 12-22
51. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa del contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, maracuyá *Passiflora edulis* Sims y cocona *Solanum sessiliflorum* Dunal. Fitoica. Año 4 – Nº 3. pp. 7-14

52. J.Villanueva-Tiburci 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,
53. T. Myoda et al. **(2010)** Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.8 (2): 304-307.
54. Maria Da Conceição Da Rocha Araújo et al **(2012)** Uso de antibioticos na controle da contaminacao in vitro de segmentos caulinares de camu camuzeiro. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura.
55. M. L. Da Silva et al **(2012)** Diferentes concentrações de hipoclorito sódio e tempos de imersão na desinfestação de sementes de camu-camu cultivadas in Vitro. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura.

Primera referencia del camu camu: Nova Genera et Species Plantarum. Tomo
VI. 1823.

NOVA GENERA
ET
SPECIES PLANTARUM

QUAS IN PEREGRINATIONE AD PLAGAM ÆQUINOCTIALEM ORBIS NOVI COLLEGERUNT,
DESCRIPSERUNT, PARTIM ADUMBRAVERUNT

AMAT. BONPLAND ET ALEX. DE HUMBOLDT.

EX SCHEDIS AUTOGRAPHIS AMATI BONPLANDI IN ORDINEM DIGESSIT

CAROL. SIGISMUND. KUNTH.

ACCEDUNT TABULÆ ÆRI INCISÆ, ET ALEXANDRI DE HUMBOLDT NOTATIONES AD GEOGRAPHIAM
PLANTARUM SPECTANTES.

.....
TOMUS SEXTUS.
.....

LUTETIÆ PARISIORUM,
APUD GIDE FILIUM, BIBLIOPOLAM,
VIA DICTA SAINT-MARC-FEYDEAU, N° 20.

1823.



1. PSIDIUM PYRIFERUM.

P. foliis elliptico-oblongis, acutis, subtus pubescentibus; floribus axillaribus, solitari
Psidium pyrifera Linn. *Jacq. Obs.* 2. p. 6. *Sp. pl. ed. W.* 2. p. 957.

Crescit prope Cumanam. † Floret Septembri.

OVARIUM 4-5-loculare; placentæ 4-5, axi centrali affixæ, lineares, carnosæ, convexæ, longitud
 bipartibiles, ubique et densissime ovulis oblectæ. Ovula creberrima, obovata, supra basim affixa, i
 dentia, glabra.

2. PSIDIUM DUBIUM. † Tab. DXLVII bis.

P. foliis lanceolatis, angustato-acuminatis, basi rotundatis, membranaceis, glabris; r
 axillaribus, abbreviatis, paucifloris.

Guayavo *incolis.*

Crescit in arenosis, scopulosis prope Atures. (Misiones del Orinoco.) †
Majo.

FRUTEX ramosissimus; ramis sparsis, teretibus, glabris; ramulis compressis, tenuissime puberuli
 opposita, breviter petiolata, lanceolata, angustato-acuminata, basi rotundata, integerrima, venosa
 subtus prominente, submembranacea, glabra, subconcoloria, subbipollicaria, 5 lineas et paulo
 PETIOLI teretes, subcanaliculati; tenuissime puberuli, sesquilineam longi. RACEMI axillares, solitarii,
 brevissimi, pauciflori. FLORES in specimine nostro nondum aperti (*fig. 1.*), pedicellati, oppositi, bibr
 bracteis oppositis, subrotundis, ciliatis, ovarium subæquantibus eique adpressis. Pedicelli lineam
 glabri, basi instructi bractea oblonga acutiuscula puberula, pedicello triplo brevior. CALYX s
 hemisphæricus, glaber, glanduloso-punctatus, margine quadrilobus; lobis brevibus, rotundatis, æq
 ciliatis. PETALA (*fig. 3.*) 4, parum infra incisuras calycis inserta, subrotunda, glabra, pellucido-glan
 alba (?), ciliata. STAMINA (*fig. 5. 6.*) creberrima (circiter 110), calyci medium versus inserta (*f*
 petalis longiora, inæqualia. FILAMENTA capillacea, glabra. ANTHERÆ ellipticæ, utrinque emarginatæ
 basim affixæ, biloculares, glabræ, longitudinaliter interne dehiscentes. OVARIUM (*fig. 4.*) subturbi
 glabrum, biloculare; dissepimentum medio interruptum (*fig. 7.*). Ovula (*fig. 8.*) duo in quolibet
 apposita, axi centrali affixa, glabra. STYLUS filiformis, subuncinatus, glaber, stamina superans.
 parvum, obtusum. FRUCTUS (mihi ignotus) acerbus, edulis.

An potius Myrti species?



PSIDIUM dulcimum.

Figura del si flore.

De Cavanilles de Lamarck.

Referencia de la nomenclatura actual. McVaugh en Fieldana: Botany.
1963.

TROPICAL AMERICAN MYRTACEAE, II
NOTES ON GENERIC CONCEPTS
AND DESCRIPTIONS OF
PREVIOUSLY UNRECOGNIZED SPECIES

ROGERS McVAUGH

*Curator of Vascular Plants, University Herbarium,
The University of Michigan*

FIELDIANA: BOTANY
VOLUME 29, NUMBER 8
Published by
CHICAGO NATURAL HISTORY MUSEUM
MAY 31, 1963

Leaves of an ovate type, mostly 2-2.5 times as long as wide, sharply acuminate and often cuspidate, broadly rounded at base, the margins little if at all decurrent on the petiole; branchlets and petioles coarsely and rather sparsely hispidulous; flowers sessile; bracteoles very broadly rounded and imbricate, connate at very base only, 1.5-2 mm. long and wide, much exceeding the ovary; Guatemala (Petén)..... *M. ibarrae*.

Leaves of a lanceolate type, mostly 2.5-3 times as long as wide, variously acuminate but the very tip usually blunt or merely acute, the base of the blade somewhat rounded below the middle, finally usually acute or cuneate with the margins cuneately decurrent on the splayed summit of the petiole; branchlets and petioles finely pubescent or rarely glabrous; pedicels usually 0.5-1 mm. long; bracteoles not imbricate (or very slightly so in the bud stage), united by their proximal margins into an oval bilobed or finally explanate involucre 2 mm. long; West Indies; eastern Mexico and Central America; Colombia; lowlands of the Guianas; Orinoco and Amazon lowlands from southern Venezuela to Peru and eastern Brazil (Maranhão).

M. floribunda.

Myrciaria amazonica Berg, in Mart. Fl. Bras. 14, pt. 1: 374. 1857.

An imperfectly known species, known to me from two nearly sterile specimens only, both of these from Brazilian Amazonia: Pará: Belem, *B. E. Dahlgren & E. Setta 398* (F); Insula Colares, *Poeppig s.n.* (W, type). The leaves seem to be distinctive as indicated in the key.

Myrciaria cordata Berg, *Linnaea* 27: 337. 1856.

Apparently known only from the original collections by Schomburgk. The type was seen by Berg at Berlin, and was cited by him as from "Guiana Anglica (Rich. Schomburgk, coll. no. 957)"; another collection, not cited by Berg, is from Mt. Roraima, *Schomburgk 608* (F, W).

Myrciaria dubia (HBK.) McVaugh, comb. nov. *Psidium dubium* HBK. Nov. Gen. & Sp. 6: 152 [folio ed. p. 121]. 1823. *M. parensis* Berg, in Mart. Fl. Bras. 14, pt. 1: 364. 1857. *M. caurensis* Steyerl. Fieldiana, Bot. 28: 1020. 1957.

The type of *Psidium dubium* HBK., from near Atures on the Orinoco, is surely a *Myrciaria*. This is indicated by the description ("bracteis . . . ovarium subaequantibus eique adpressis. . . Calyx superus, hemisphaericus, glaber, glanduloso-punctatus, margine quadrilobus. . . Stamina . . . calyci medium versus inserta . . . ovarium

. . . biloculare; . . . ovula duo in quolibet loculo, apposita . . . fructus . . . edulis"), and is apparent from a photograph (Field Mus. Neg. 36872). The species is not identifiable from the plate (*t. 547bis*) accompanying the original description of *P. dubium*.

The type of *P. dubium* appears to represent a relatively narrow-leaved race, frequent in the Orinoco drainage, of a species found also in the Amazon drainage. The type of *M. paraensis* Berg has the somewhat broader leaves characteristic of most specimens from the Amazon basin, but I believe *M. dubia* and *M. paraensis* are conspecific. The following may be cited as representing the species in the Orinoco drainage or at its upper limits.

VENEZUELA [possibly COLOMBIA]: Prope Atures (Misiones del Orinoco), *Bonpland* (P, not seen).—Bolívar: La Prisión, Medio Caura, *L. Williams 11691* (F, type of *M. caurensis*); Cerro Guaiquinima, Río Paragua, *Maguire 33135, 33139* (both MICH).—Amazonas: Río Sanariapo, *H. M. Curran 1833* (NY); Capibara, Canal del Casiquiare, *Holt & Gehriger 289* (NY).

***Myrciaria floribunda* (Willd.) Berg, Linnaea 27: 330. 1856.**

This, the most widely distributed species of the genus, has a considerable synonymy. The principal synonyms are listed by Urban (*Bot. Jahrb.* 19: 657–658. 1895) and by Amshoff (*Fl. Suriname* 3: 108–109. 1951, and *Ann. Missouri Bot. Gard.* 45: 177. 1958). An additional synonym is apparently *M. maragnanensis* Berg, in *Mart. Fl. Bras.* 14, pt. 1: 372. 1857, of which I have seen an isotype (*Gardner 6023, W*).

Two species described by Berg, *Myrciaria verticillata* Berg and *M. divaricata* (Benth.) Berg, were based entirely or in part on *Schomburgk 958*. This collection seems actually to have been a mixture. A sheet of no. 958 (MICH) has the leaves apparently of *M. floribunda* and is presumably to be referred to that species, although the styles are about 7 mm. long. This is presumably the plant described by Berg as *M. verticillata* ("foliis . . . utrinque angustatis, apice longissime lineari-acuminatis, basi elongato-acutis. . ."). Another sheet of no. 958 (F) has the leaves of *M. dubia* (HBK.) McVaugh, but the flowers are smaller than usual in that species; I have not seen the type of *Eugenia divaricata* Benth., but the leaves are described as being rounded at base, i.e., therefore more like *dubia* than *floribunda*. Apparently Berg had the same plant, for he de-

Breve referencia a las investigaciones de aspectos biológicos del camu camu

Biología del camu camu

En Japón, **Hiroshi Uchiyama**¹ y colaboradores, en **1996** reportan estudios de la morfología y germinación de las semillas. **A. Gutierrez y col**,^{2,3,4,5} en la Universidad La Molina-Lima-Perú, en el **2000** plantean el desarrollo de una metodología para la propagación vegetativa del camu camu “in Vitro”, así también metodologías de micropropagación y un banco de germoplasma ; en el **2002**, realizaron el estudio para determinar el número cromosomal de camu camu de cuatro poblaciones naturales: en el **2003** desarrollan la propagación clonal “in vitro” de plántulas de camu camu. **S. Rojas**⁶ y colaboradores, en el **2011** estimaron la diversidad genética utilizando marcadores moleculares EST-SSR, de 139 accesiones provenientes de 17 poblaciones de camu-camu de diversos ríos de la amazonía Brasileña y conservados en el banco activo de germoplasma (BAG) de camu-camu del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía Brasileña INPA de la ciudad de Manaus. En el **2012 J. Benicio Alves**⁷ y colaboradores realizan la caracterización biométrica del camu camu en Caracarai Roraima /RR– BRASIL.

Referencias

1. Hiroshi Uchiyama et al (1996) Seed morphology and germination of Camu-Camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae). Bull. Coll. Agr, and Vet, Med, , Nihon Univ. No 53. 92-95 (1996)
2. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Micky M; Rodríguez M. 2000. Avances en la introducción de genotipos de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
3. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Tord P; Falconi F; Barbaran J. 2000. Aplicaciones Biotecnológicas en camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
4. Gutiérrez-Rosati A; Parra R. G; Tord P. 2002. Determinación del número cromosomal de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh): Estudio comparativo de 4 poblaciones naturales. Agrum. Año 2. No 3. UNALM.

5. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E;. 2003. Determinación del número cromosomal de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh): Estudio comparativo de 4 poblaciones naturales. Agrum. Año 3. No 6. UNALM.
6. Salvador Rojas, Yuyama K. Clement Ch., Eduardo Ossamu Nagao **(2011)** Diversidade genética em acessos do banco de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) do INPA usando marcadores microssatélites (EST-SSR). Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2011) 12(1), 51-64
7. Jhon Klyton Benício Alves; Christinny Giselly Bacelar-Lima; Edvan Alves Chagas; Ricardo Manuel Bardales Lozano; Maria Isabel Garcia Ribeiro; Jaqueline De Oliveira Vilena. **(2012)** Caracterizacao Biométrica e Química de frutos de populacoes de camu camu, Caracarai Roraima /RR– BRASIL. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Octubre 2012

Plagas

El estudio de los insectos plagas en el camu camu ha sido revisado ampliamente por los especialistas; a continuación presentamos la relación de artículos, libros y monografía que tratan de los diferentes aspectos de estas plagas del camu camu, que van desde la identificación y descripción, ciclo de vida, hasta el control y erradicación de los mismos.

Referencias

Artículos

8. Daniel Burckhardt & Guy Couturier. **(1988)** Biology and taxonomy of *Tuthillia cognata* (Homoptera: Psylloidea), a pest on *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) . Annis Soc. ent. Fr. 1988, 24 (3) : 257-261,
9. Guy Couturier & Elva Tanchiva, **(1991)** *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytidae) nueva plaga del "camu camu" (*Myrciaria dubia*., Myrtaceae). Rev. per.ent. 34: 31-32.
10. Guy Couturier, Herminio Inga Sánchez y Elva Tanchiva. **(1992)** Flores Insectos fitofagos que viven en *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), FOLIA AMAZONICA VOL. N° 4(1)
11. Sidney Alberto Do Nascimento Ferreira, Daniel Felipe De Oliveira Gentil, Neliton Marques Da Silva. **(2003)** Danos de *Conotrachelus dubiae* (Coleoptera: Curculionidae) em frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 544-545
12. M. L. Leitão et al. **(2004)** Ocorrência de *Tuthillia cognata* Hodkinson, Brown & Burckhardt, 1986 (Hemiptera: Homoptera, Psyllidae) em plantios experimentais de camu-camu *Myrciaria*

dubia (H.B.K.) McVaugh em Manaus (Amazonas, Brasil). Acta Amazónica. VOL. 34(1): 115 – 119

13. Diana Pérez and José Iannacone (2006) Control químico de la antracnosis causado por *Colletotrichum gloeosporioides* en el cultivo del camu camu en Ucayali, Perú 2006, Fitopatol. Bras. 31(5)

14. J. Iannacone, D. Perez y A. Tueros (2007) Ciclo de vida y aspectos poblacionales de *Edessa aff. aulacosterna* Stal, 1872 (Heteroptera: Pentatomidae) chinche del fruto del camu camu (Myrtaceae) en zona de restinga, Ucayali, Perú, Acta Amazónica. vol. 37(4): 635 – 642

15. Diana Pérez, José Iannacone. (2008) Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del camu camu. Acta Amazónica. vol. 38(1) 2008: 145 – 152

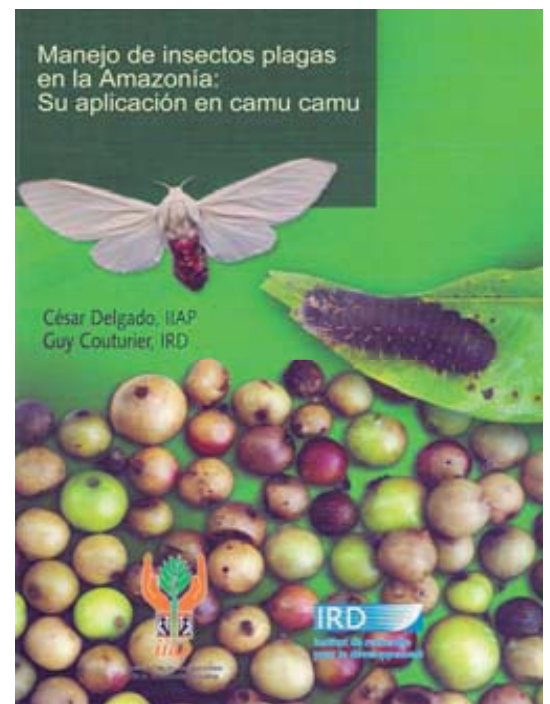
Monografía

16. W. Verde B. y E. Sánchez M.. Identificación, caracterización, y aislamiento in vitro de hongos fitopatógenos del Camu – Camu. Universidad Nacional de Ucayali -Peru

Libros

17. Guy Couturier. Elva Tanchiva, Ronaldo Cárdenas, José Gonzáles y Herminio Inga (1994) Los insectos plaga del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) y del araza (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) identificación y control. SERIE Informes Técnico N0 26. INIA – 1994

18. C. Delgado, IIAP y G. Couturier, IRD. (2004) Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu. IIAP - IQUITOS /IRD - FRANCIA Lima, octubre del 2004



Otros

En **1974**, **Whitman**¹⁹, se refiere al camu camu utilizando el nombre botánico de *Myrciaria paraensis* Berg. Describe las características del camu camu en base a una planta que cultivó en Florida (USA) y cuyos frutos colectó en 1972; en 1973 encargó el análisis de vitamina C (método fotocolorimétrico) a una empresa de servicios especializada, en Miami, la pulpa de dichos frutos (maduros y pintón maduro) contenía 1950 mg en 100 g. También refiere que en Perú se expende, embotellada, una bebida popular de camu camu; y en USA se vende en tiendas de alimentos para la salud, en forma de tabletas de Vitamina C orgánica, con el nombre de “**Camu Plus**”

En **1989**, **Peters**²⁰ del Instituto de Botánica Económica del Jardín Botánico de New York y colaboradores, estudian bosque tropicales oligárquicos (aquellos donde predomina una o dos especies) de seis especies potencialmente económicas en la Amazonía de Perú y Brasil; entre ellos, el camu camu en Sahuá Cocha – Loreto – Perú; en la muestra estudiada encontraron una población de 7,490 arbusto juveniles (menos de 1 m.) y 1224 adultos por hectárea, con una producción de 11.1 ±1.6 toneladas por hectárea, anualmente.

Referencias

- 19.** Whitman W. F. (1974) Three unusual tropicals, the camu camu, the wan maprang and the manila santol. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 1974 87: 375-379
- 20.** Peters et al. (1989) Oligarchic Forests of Economic Plants in Amazonia: Utilization and Conservation of an Important Tropical Resource. Conservation Biology. Volume 3, Issue 4, pages 341–349

Breve referencias a las investigaciones de los aspectos tecnológicos del cultivo del camu camu.

En Perú, principalmente en el IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana) y en la UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina); y en menor proporción en Brasil; se han realizado estudios destinados a desarrollar la Tecnología del cultivo del camu-camu, referidos a:

- Obtención y procesamiento de semillas
- Reproducción vegetativa: natural, artificial o asexual
- Manejo agronómico de las plantaciones:
 - Sistema de de plantación y producción
 - Control de malezas y plagas
 - Cosecha y post-cosecha
 - Rendimiento

A continuación, listamos los trabajos publicados:

Obtención y procesamiento de semillas

1. K. Yuyama et al. (1999) Efeitos do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de muda de camu camu (*Myrciaria dubia*). Acta Amazonica. 29 (4): 647-650. 1999
2. D. Oliveira et al. (2002) Preparação das subamostras, temperatura e período de secagem, grau de umidade de sementes de camu-camu_(*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). Revista Brasileira de Sementes, vol. 24, nº 2, p.62-69, 2002
3. G. Maco Luján, J. Villacrés Vallejos, M. Pinedo Panduro. (2002) Germinacion y desarrollo inicial de *Myrciaria dubia* Y *Myrciaria* sp, con relación al tamaño de semilla y tipos de sustrato. Tesis Universidad nacional de la Amazonía Peruana.
4. S. Do Nascimento Ferreira, D. De Oliveira Gentil (2003) Armazenamento de Sementes de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 440-442,
5. D. Oliveira et al. (2004) Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. Bragantia, Campinas, v.63, n.3, p.421-430
6. Marcela Liege Da Silva et al (2012) Diferentes concentrações de hipoclorito sódio e tempos de imersão na desinfestação de sementes de camu-camu cultivadas in Vitro

Reproducción vegetativa

7. Sidney Alberto Do Nascimento Ferreira, Daniel Felipe De Oliveira Gentil, **(1997)** Propagacao assexuada do camu camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo Garfagem. Acta Amazonica. 27 (3): 163-168. 1997
8. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Micky M; Rodríguez M. **(2000)** Avances en la introducción de genotipos de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
9. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Tord P; Falconi F; Barbaran J. **(2000)** Aplicaciones Biotecnológicas en camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
10. Imán, C. S. **(2001)** Caracterización y evaluación de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh. Ing. Agrónomo, Investigador de la DNI. Recursos Genéticos. Estación Experimental Agraria "San Roque" INIEA - Iquitos.
11. Anguiz, R. **(2001)** Estrategias para el mejoramiento genético del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) en la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
12. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Hazel, E. **(2003)** Propagación clonal in vitro de plántulas de "camu camu" (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) . Agrum. Año 3. No 6. UNALM.
13. Erivaldo Jose Scaloppi Junior et al **(2003)** Clonagem do Camu-camu em Jaboticabal SP. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 47:134-136.
14. Eduardo Suguino et al. **(2003)** Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477-1482
15. Verástegui, P. M.; Estrada, J. R.; Roca, M. W. **(2007)**. Propagación clonal del camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc. Vaugh, embriogénesis somática. Laboratorio de Recursos genéticos y biotecnología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
16. C. Oliva y M. Vilela De Resende **(2008)** Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu camu arbustivo en la amazonía peruana. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 450-454.

Manejo agronómico de las plantaciones

17. H. Inga et al **(2001)** Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVAUGH (H.B.K.) camu camu. FOLIA AMAZÓNICA Vol 12 (1-2)
18. M. Mues et al **(2002)** Biología floral e fenología reproductiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. Revista Brasil. Bot., V.25, n.4, p.441-448

19. A. López y F. Rodríguez (2002) Microzonificación del cultivo de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en suelos aluviales de la región Ucayali. *Folia Amazónica* Vol. 13 (1-2)
20. A. Teixeira et al (2004) Esterases no exame da estrutura populacional de Camucamu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). *Acta Amazónica*. Vol. 34(1) 89 – 96
21. Ismael De Jesus Matos Viégas et al (2004) Efeito da omissão de macronutrientes, sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de camucamuzeiro. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 315-319, Agosto 2004
22. Mêne, DC. M.; Yuyama, K.; Fernandes, DC. A. (2004) Produção de mudas de camu-camu utilizando semeadura direta em tubetes, em diferentes condições de sombreamento e substratos. XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis. pp. 360-365.
23. C. Oliva y A. López (2005) Efecto del ácido naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
24. Carlos Oliva (2005) Efecto de los ácidos naftalenacético e indolbutírico en el enraizamiento de estacas de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
25. Carlos Oliva (2005) Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh camu camu arbustivo, en Ucayali-Perú. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
26. Antonio López, Weldy Romero, Víctor Vargas y Edgar Díaz (2005) Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh camu camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
27. C. Oliva et al (2005) Selección de plantas madre promisorias de *Myrciaria dubia* (HBK) MC VAUGH, Camu camu arbustivo, en UCAYALI-PERÚ. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
28. J. Penn (2006) The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): a tree planting programme in the peruvian amazon. *Forests, Trees and Livelihoods*, 2006, Vol. 16, pp. 85–101
29. E. Suguino et al (2008) Influência da propriedade física do substrato no desenvolvimento de plantas de camu-camu. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 12 a 17 de Outubro.
30. K. Yuyama et al (2008) Efeito da adubação n e k na composição nutricional de fruto de camu-camu, na Amazônia Central. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 12 a 17 de Outubro de 2008
31. S. Rojas G. et al (2008) Desarrollo y mapeamiento de microsatélites génicos (EST-SSRs) de camu-camu. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(1), 14-21
32. Fernandes, M. et al (2009) Evaluation of methods for dormancy breaking in camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Seed Science and Technology*, Volume 37, Number 3, pp. 539-543(5)

- 33.** Maria Da Conceição Da Rocha Araújo et al (**2012**) Uso de antibioticos na controle da contaminacao in vitro de segmentos caulinares de camu camuzeiro. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Octubre 2012.
- 34.** Pinedo M. et al. (**2010**) Camu camu (Myrciaria dubia – Myrtaceae). Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonía Peruana. IIAP. ISBN 978-612-00-0568-2

Documentos Técnicos:

- 35.** Cartilla para la propagación del camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh) mediante injerto. (**2003**). Asociación TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA. *Proyecto “Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh)”*
- 36.** Cartilla para la instalación y manejo de viveros y plantaciones de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh). (**2003**). TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA . *Proyecto “Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh)”*
- 37.** Plan Operativo de Producto Camu Camu. Región Ucayali. (**2005**). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
- 38.** Evaluación económica de plantaciones de camu camu (Myrciaria dubia H. B. K.) – UCAYALI. (**2006**). IIAP. Luis Alvarez Gomez y Sandra Rios Torres. Iquitos, Perú.
- 39.** Proyecto: Programa Integral para el aprovechamiento sostenible del Camu Camu en cuencas seleccionadas del departamento de Loreto. (**2008-2009**). Informe de las actividades realizadas al 2008 año del Proyecto.

En conclusión, en esta área de investigación, se ha laborado arduamente obteniéndose muchos resultados de interés, a pesar de los diversos intentos, consideramos que es necesario la elaboración de un documento oficial de la **Tecnología del cultivo del camu camu**, en el que se organice técnica y sistemáticamente, todos los aportes y estudios realizados.

33. Maria Da Conceição Da Rocha Araújo et al (2012) Uso de antibioticos na controle da contaminacao in vitro de segmentos caulinares de camu camuzeiro. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Octubre 2012.
34. Pinedo M. et al. (2010) Camu camu (*Myrciaria dubia* – Myrtaceae). Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonía Peruana. IIAP. ISBN 978-612-00-0568-2

Documentos Técnicos:

35. Cartilla para la propagación del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) mediante injerto. (2003). Asociación TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA. *Proyecto “Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh)”*
36. Cartilla para la instalación y manejo de viveros y plantaciones de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh). (2003). TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA . *Proyecto “Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh)”*
37. Plan Operativo de Producto Camu Camu. Región Ucayali. (2005). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
38. Evaluación económica de plantaciones de camu camu (*Myrciaria dubia* H. B. K.) – UCAYALI. (2006). IIAP. Luis Alvarez Gomez y Sandra Rios Torres. Iquitos, Perú.
39. Proyecto: Programa Integral para el aprovechamiento sostenible del Camu Camu en cuencas seleccionadas del departamento de Loreto. (2008-2009). Informe de las actividades realizadas al 2008 año del Proyecto.

En conclusión, en esta área de investigación, se ha laborado arduamente obteniéndose muchos resultados de interés, a pesar de los diversos intentos, consideramos que es necesario la elaboración de un documento oficial de la **Tecnología del cultivo del camu camu**, en el que se organice técnica y sistemáticamente, todos los aportes y estudios realizados.

2

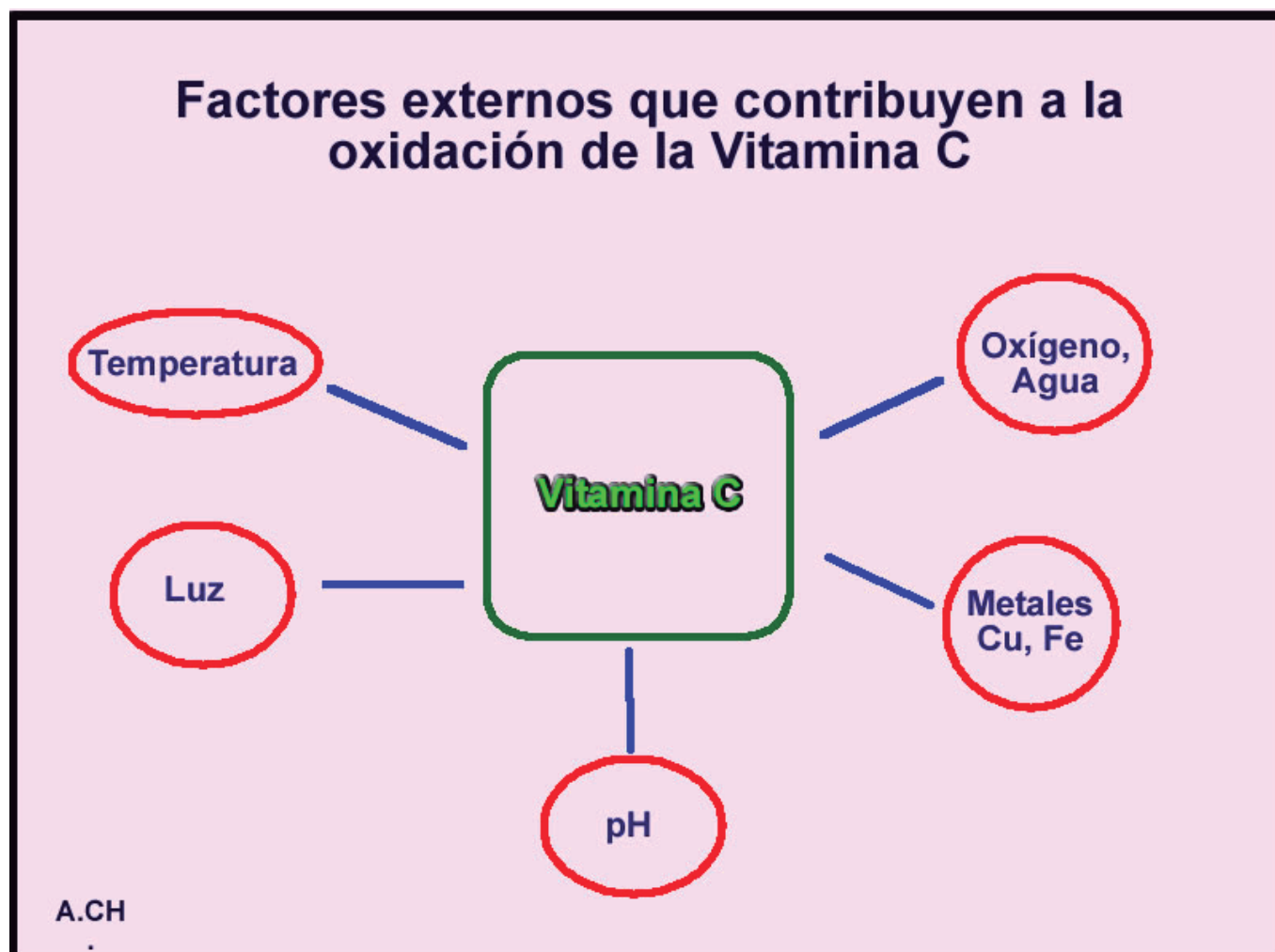
Aspectos Químicos

2.- Aspectos Químicos

El ácido ascórbico en el camu camu

Como ya mencionamos, el camu camu está considerado como una de las frutas con más alto contenido de ácido ascórbico o vitamina C, por lo tanto es el componente químico más importante de esta especie vegetal.

Debido a la inestabilidad de la vitamina C, a las diferencias climáticas, de suelos, cantidad de agua, fertilización, entre otras condiciones de crecimiento de la planta; el contenido de Vitamina C en los frutos del camu camu se reporta en cantidades muy variables; aunque también debemos tener en cuenta que el mismo análisis de vitamina C presenta una serie de procedimientos no estandarizados (diferentes métodos analíticos, toma de las muestras, tratamiento de muestras, etc.), que contribuyen al amplio rango de contenido de vitamina C reportado en el camu camu.



Por otro lado, si bien es cierto que la información de la vitamina C y su rol en el organismo humano es abundante; con respecto al rol fisiológico que cumple en la planta del camu camu, la información es nula.

Con respecto al contenido de vitamina C o ácido ascórbico en el fruto del camu camu, la literatura científica además de los resultados variables, también presenta diferentes aspectos controversiales de la relación camu camu – vitamina C; con el ánimo de contribuir al esclarecimiento de ellos, hemos revisado 24 documentos que corresponden a:

- 18 artículos, de los cuales 17 han sido publicados en revistas (Journals) ^{1,4,5,6,7,8,9,10,11,13,15,17,18,19,20,22}; 1 artículo presentado en evento científico² y 1 artículo publicado en la Web. ¹⁶.
- También se ha revisado 4 Tesis ^{3, 12, 21, 23} y
- 1 documento oficial (La Norma Técnica Peruana del camu camu) ¹⁴

A continuación presentamos el listado de los resultados reportados, del contenido de vitamina C en los frutos de camu camu, en las referencias indicadas.

Cuadro 1. Reportes de vitamina C en el fruto del camu camu

Ref.	Año	Parte del fruto	% de Vit. C	Método
1	1993	Jugo de F. verde Jugo de F. semimaduro Jugo de F. maduro	0.864 (0.19 DHA) 0.964 (0.25 DHA) 0.970 (0.31 DHA)	HPLC
2	1995	Pulpa (56 días de la Floración) Pulpa (113 días de la Floración)	2.490 3.130	HPLC
3	1995	Pulpa (F. silvestre - cultivado)	2.625 - 2.260	Iodometría
4	2000	Pulpa de F. verde - F. semimaduro Pulpa de F. maduro	1.490 - 1.400 1.380	Iodometría
5	2002	Pulpa de Río Maú - Río Urubu Pulpa + cáscara de Río Urubu	3.571 - 6.112 5.737	HPLC
6	2002	Pulpa de F. verde - F. maduro	1.910 - 2.061	Tillmans
7	2003	Pulpa de F. escaldado Pulpa de F. no escaldado Pulpa de F. + C. escaldado Pulpa de F. + C. no escaldado	0.800 1.200 1.050 1.600	Tillmans
8	2005	Pulpa	1.962	Iodometría
9	2005	Pulpa de F. semimaduro	2.300	Tillmans
10	2006	Pulpa de F. maduro	1.721	Iodometría
11	2006	Cáscara (epicarpio) Pulpa (mesocarpio)	3.092 1.640	Tillmans
12	2006	Fruto verde Fruto maduro	1.648 1.974	No especifica.
13	2007	Pulpa F. verde - semimaduro Pulpa F. maduro - sobremaduro Cáscara F. verde - semimaduro Cáscara F. maduro - sobremaduro	1.920 - 1.840 1.630 - 1.870 2.450 - 2.480 2.410 - 2.670	HPLC
14	2007	Pulpa	2.585	Tillmans
15	2007	Pulpa de F. verde - pintón Pulpa de F. maduro Cáscara de F. verde - pintón Cáscara de F. maduro	1.388 - 1.307 1.138 0.473 - 0.432 0.287	No especifica
16	2008	Pulpa de F. inmaduro Pulpa de F. maduro	2.520 2.590	Iodometría
17	2008	Pulpa de F. verde Pulpa de F. pintón Pulpa de F. maduro	1.778 1.874 2.151	HPLC
18	2009	Pulpa de F. inmaduro Pulpa de F. verde-pintón Pulpa de F. pintón maduro Pulpa de F. maduro	1.780 2.050 2.340 2.860	Iodometría
19	2009	Fruto entero - Pulpa Cáscara - Semillas	1.420 - 1.770 2.450 - 0.610	Iodometría
20	2010	Cáscara de F. verde Cáscara de F. pintón Cáscara de F. maduro	1.378 2.050 2.195	Tillmans
21	2010	Pulpa y cáscara	2.641	Iodometría
22	2010	Pulpa	1.733	Reflectometría
23	2011	Pulpa de F. verde Pulpa de F. pintón Pulpa de F. maduro Pulpa de F. sobremaduro	1.713 1.177 1.451 1.438	HPLC
24	2012	Pulpa integral (Manaus) Pulpa centrifugada (Manaus) Pulpa integral (comercial) Pulpa centrifugada (comercial)	1.355 1.415 1.020 0.911	Tillmans

Referencias

1. Zapata and Dufour (1993) Camu-Camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh: Chemical Composition of Fruit. *J Sci Food Agric*, 61, 349-351
2. J.S. Andrade et al (1995) Changes in the concentration of total vitamin c during maturation and ripening of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) fruits cultivated in the upland of brasilian Central Amazon. *Acta Horticulturae* 370: International Symposium on Tropical Fruits
3. O. Ninahuanca y D.Tejada (1995) Estudio químico bromatológico comparativo de la *Myrciaria dubia* HBK (arbusto) y la *Myrciaria* sp. (árbol) [Camu Camu] de la región Ucayali. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM. Facultad de Farmacia y Bioquímica
4. Justi, K. et al. (2000) Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *ALAN*, vol. 50, no. 4, p. 405-408
5. K. Yuyama et al (2002) Camu camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C . *Acta Amazonica*. 32 (1) 169-174
6. Alves, R. E.et al (2002). Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): A rich natural source of vitamin C. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 46, 11–13.
7. R. Maeda Y J. Andrade (2003) Aproveitamento do camu-camu (*myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. *Acta Amazonica*. 33 (3): 489-498.
8. Silva, M.A. (2005) Ascorbic Acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of camu camu (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) Slices at Different Air Temperatures. *Dry. Tech.*, 23
9. T. Rojas Ayerve y M. Arnedo (2005) Influencia de los encapsulante: goma arabiga y dextrina sobre la calidad del camu camu liofilizado. *Anales Científicos UNALM* 2005.
10. Silva M.A. et al. (2006) Water sorption and glass transition of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) pulp. *J. of Thermal Anal. and Calor.*, 84 (2), p.435-439
11. R. N. Maeda et al (2006) Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(1): 70-74
12. X. Bardales et al. (2006). Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*), a new option for productive systems in the colombian amazonian region. *ISHS Acta Horticulturae* 773. 2006
13. L. Bravo Zamudio (2007) Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Tesis. Universidade de Brasília.

14. R. N. Maeda et al (2007) Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). *Ciênc. Tec. Aliment.*, Campinas, 27(2): 313-316.
15. Norma Técnica Peruana: NTP 011.030 2007 Productos Naturales. Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos
16. O. Smiderle e R. de Sousa (2008) Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. *Rev. Agro@ambiente On-line*, v. 2, n. 2, p. 61-63
17. M. Mariñas et al (2008) Conservación de pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh), concentrado a vacío y tratado con ultrasonido; y estudio de sus componentes bioactivos.
http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/huanuco/fondecyt_conservacion_de_pulpa_de_camu_camu.pdf
18. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. (2009) Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh). *Fitoica*. Año 4 – N° 1. pp. 23-32
19. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. (2009) Evaluación comparativa del contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, maracuyá *Passiflora edulis* Sims y cocona *Solanum sessiliflorum* Dunal. *Fitoica*. Año 4 – N° 3. pp. 7-14
20. J. Villanueva-Tiburci 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,
21. V. Viera et al. (2010) Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K) McVaugh) . *Alim. Nutr. Araraquara* v.21, n.4
22. V. Torres (2010) Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba, cocona y camu camu Tesis. Escuela Politécnica Nacional - Ecuador
23. S. Iman et al. (2011) 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(2011) 123 – 130
24. A. Rodrigues de Souza (2012) Estabilização de moléculas bioativas presentes em suco de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) pela integração dos processos de Osmose Inversa, Evaporação Osmótica e Atomização. Tesis. Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro.

EVALUACION DE LA INFORMACIÓN

a. Los métodos analíticos

En primer lugar revisaremos los métodos analíticos utilizados en la determinación del contenido de vitamina C:

En los reportes revisados se han utilizado 2 métodos instrumentales (HPLC y Reflectometría) y 2 métodos volumétricos (Yodometría y el método de Tillmans):

Métodos Instrumentales:

HPLC.- siglas del inglés High performance liquid chromatography y que en español se define como: Cromatografía líquida de alta eficacia, Cromatografía líquida de alta presión o Cromatografía Líquida de Alta Resolución.



HPLC es una técnica analítica instrumental; se desarrolló para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Rápidamente se convirtió en una de las técnicas de laboratorio más

importantes como herramienta analítica para separar, detectar y cuantificar compuestos químicos. Como en todas las técnicas analíticas, presenta pequeños problemas que pueden llegar a tener impacto en la precisión, exactitud y durabilidad del sistema. Esta técnica se utilizó en 6 reportes. ^{1,2,5,12,16,22}

Reflectometría.- El método se fundamenta en la reducción del ácido fosfomolibdico de color amarillo a fosfomolibdeno de color azul, por acción del ácido ascórbico; el fosfomolibdeno se determina por reflectometría, que es una técnica basada en



Reflectómetro, RQFlex® 10
Reflectómetro de bolsillo, pequeño, compacto y a pilas para realizar un análisis rápido y cuantitativo. En:
https://es.vwr.com/app/catalog/Product?article_number=1.16970.0001

la interacción entre la luz (energía) y la materia. Se utilizan equipos denominados

reflectómetros. En el reporte donde se aplicó este procedimiento²¹, se utilizó el reflectómetro RQ Flex 16970

Métodos Volumétricos:

Los métodos volumétricos resultan ser más económicos que los instrumentales, y en muchos casos, también más rápidos; como desventajas se presenta el hecho de que los márgenes de error son, principalmente, de origen humano, es decir que dependen de la atención, destreza y habilidad del operador. En general, se considera que los métodos volumétricos tienen un margen de error de $\pm 3\%$

Iodometría.- es un método volumétrico por óxido reducción, utilizando como valorante una solución de Yodo y como indicador una solución de almidón. Este método fue utilizado el USP (Farmacopea de USA).

De los análisis reportados, en 8 se han utilizado este método.^{3,4,8,10,15,17,18,20}

Tillmans.- el método de Tillmans se basa en la reducción del 2,6 diclorofenol indofenol (cuya sal sódica es de color rosa fuerte en medio ácido y azul en medio alcalino, neutro o débilmente ácido) por el ácido ascórbico, pasando a la leucobase incolora. Tillmans titulaba en medio neutro, pero se encontró que. en esas condiciones una serie de cuerpos reductores, presentes en los, productos naturales, interfieren en la titulación. Para hacer más específico el método se hacen las titulaciones en medio fuertemente ácido.

De los análisis reportados, en 7 se han utilizado este método.^{3,4,8,10,15,17,18,20}

Nota.- Tenemos 2 reportes, uno de ellos la Norma Técnica Peruana: NTP 011.030 2007¹⁴, donde no se especifica la técnica utilizada en la determinación del contenido de vitamina C.

En la revisión hemos observado algunos aspectos, que consideramos como factores adicionales a la variabilidad en los reportes del contenido de vitamina C:

- Todos los métodos reportados, presentan algún tipo de limitación.
- Es frecuente que en los métodos analíticos se realicen adaptaciones y/o modificaciones, en algunos casos el autor del reporte toma las adaptaciones y/o modificaciones de la literatura científica y en otros casos son iniciativas propias. En consecuencia, la aplicación del mismo método analítico, difiere entre un autor y otro.
- En los reportes donde se indican los procedimientos de toma y manejo de las muestras, observamos que son diferentes; en otros casos estos procedimientos no son indicados en el reporte.
- En muy pocos casos, (pero existen), los análisis del contenido de vitamina C han sido encargados a terceros.
- También se presenta el recurrente **“intrusismo profesional”**, me refiero al hecho de que profesionales y/o investigadores (muchos de ellos con alto nivel en su especialidad), intervienen en otras áreas y realizan e interpretan actividades (como en este caso, análisis del contenido de vitamina C) ajenas a su especialidad. Entiendo que la disponibilidad de la información, principalmente a través de Internet, prácticamente ha eliminado las barreras para el acceso a ella, y en la actualidad tenemos disponible la información y el conocimiento de cualquier tema, de cualquier especialidad; esto no debe significar una especie de **“patente de corso”**, menos aún en la investigación científica.

Nota.- La patente de corso era un documento entregado por los monarcas de las naciones por el cual el propietario de un navío tenía permiso de la autoridad para atacar barcos y poblaciones de naciones enemigas. En la actualidad, popularmente: TENER PATENTE DE CORSO se dice del que parece tener permiso para hacer lo que le plazca

He leído en algunos artículos y escuchado en Conferencias, con respecto a este tema, que el mejor método para analizar la vitamina C es el HPLC, por su precisión y rapidez.

Tomando la información tabulada en el cuadro 1, considerando los métodos con varios resultados (se ha omitido el método de reflectometría, ya que sólo tenemos un reporte) y tomando los reportes de pulpa que representa el mayor número de análisis, elaboré los siguientes cuadros y gráficos:

Contenido de Vitamina C, en pulpa de Camu camu, por métodos analíticos.

1. Método HPLC

Ref.	Muestra	% de Vit. C
2	Pulpa (56 días de la Floración)	2.490
	Pulpa (113 días de la Floración)	3.130
5	Pulpa de Rio Maú	3.571
	Pulpa de Rio Urubu	6.112
12	Pulpa de F. verde	1.920
	Pulpa de F. semimaduro	1.840
	Pulpa de F. maduro	1.630
	Pulpa de F. sobremaduro	1.870
16	Pulpa de F. verde	1.778
	Pulpa de F. pintón	1.874
	Pulpa de F. maduro	2.151
22	Pulpa de F. verde	1.713
	Pulpa de F. pintón	1.177
	Pulpa de F. maduro	1.451
	Pulpa de F. sobremaduro	1.438

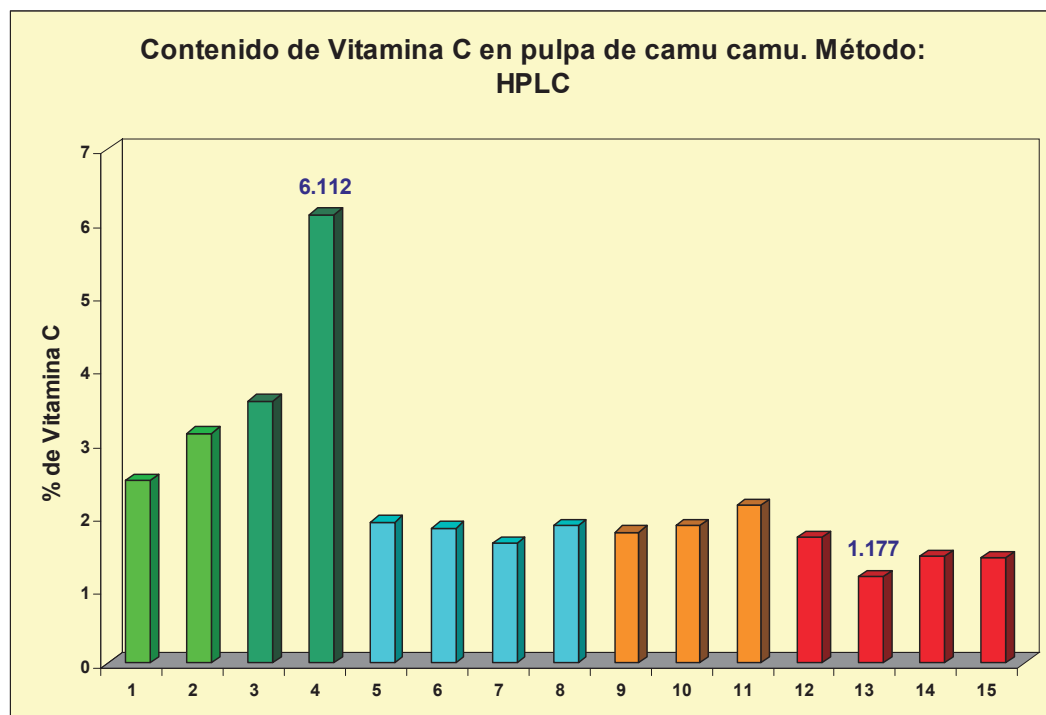
2. Método Yodométrico

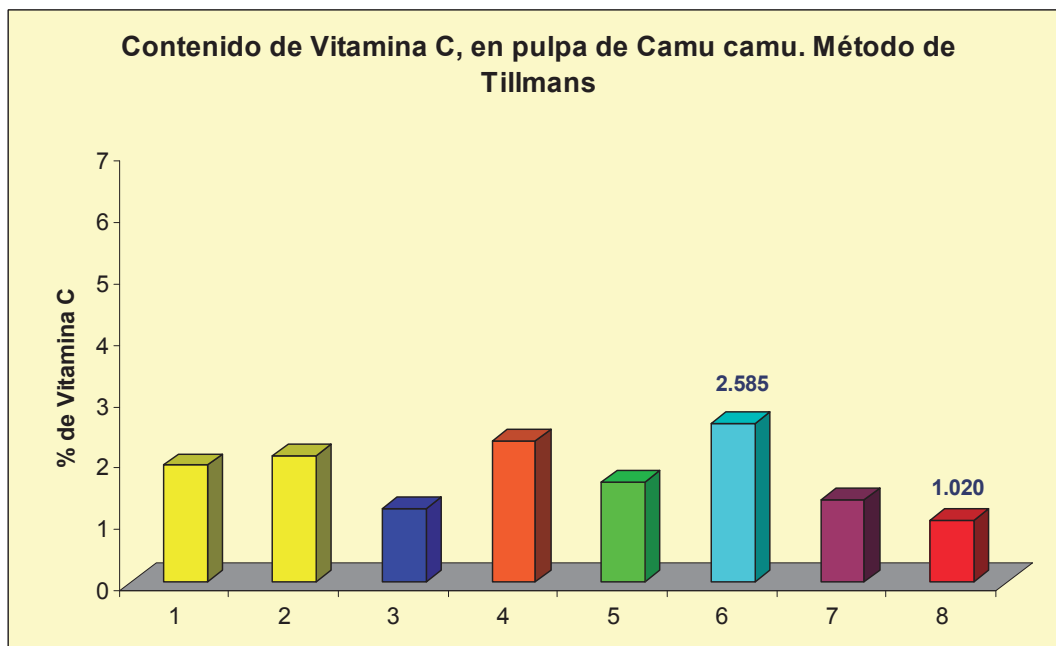
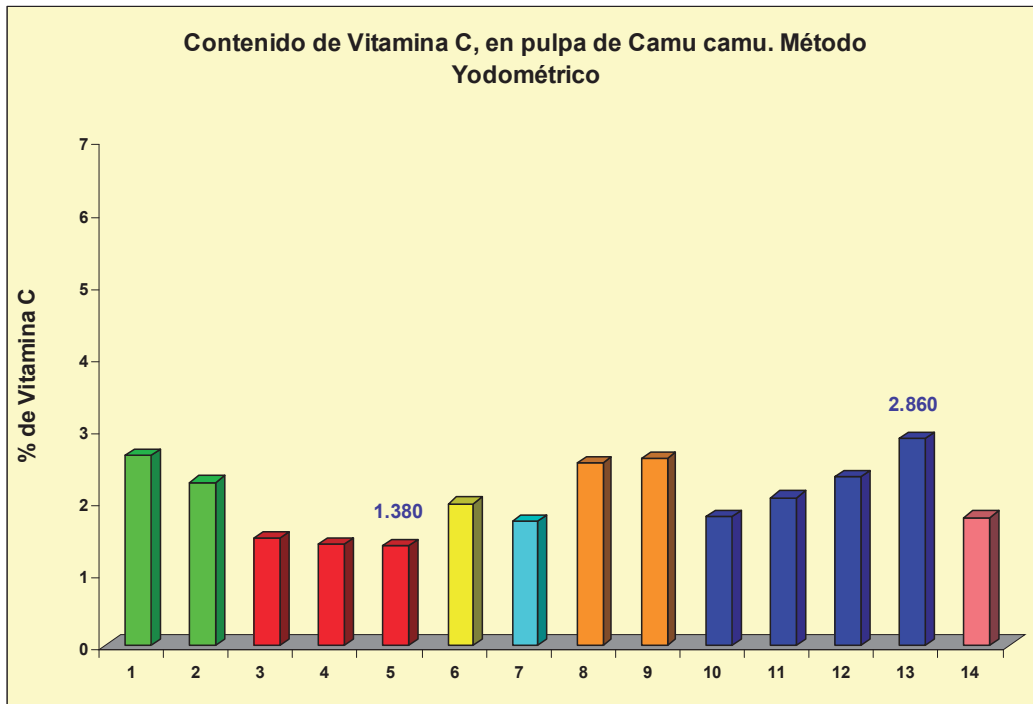
Ref.	Muestra	% de Vit. C
3	Pulpa (F. silvestre)	2.625
	Pulpa (F. cultivado)	2.260
4	Pulpa de F. verde	1.490
	Pulpa de F. semimaduro	1.400
	Pulpa de F. maduro	1.380
8	Pulpa	1.962
10	Pulpa de F. maduro	1.721
15	Pulpa de F. inmaduro	2.520
	Pulpa de F. maduro	2.590
17	Pulpa de F. inmaduro	1.780
	Pulpa de F. verde-pintón	2.050
	Pulpa de F. pintón maduro	2.340
	Pulpa de F. maduro	2.860
18	Pulpa	1.770

3. Método Yodométrico de Tillmans

Ref.	Muestra	% de Vit. C
6	Pulpa de F. verde	1.910
	Pulpa de F. maduro	2.061
7	Pulpa	1.200
9	Pulpa de F. semimaduro	2.300
11	Pulpa (mesocarpio)	1.640
13	Pulpa	2.585
23	Pulpa integral (Manaus)	1.355
	Pulpa integral (comercial)	1.020

Gráficos





Las principales razones por las cuales se considera al HPLC como el mejor método para analizar la Vitamina C, suelen ser subjetivas (algunas veces enunciadas, la mayor de las veces disfrazadas con argumentos poco fehacientes):

- Es un equipo costoso y los insumos (columnas, solventes, etc,) son especiales, ergo, tiene que ser el mejor.
- Es un equipo sofisticado, se ha optimizado la separación cromatografica por la alta presión, requiere pequeñas de la muestra, se usa detector UV y tiene incorporado un ordenador (computadora), resulta obvio que es el mejor método.

- El equipo realiza el proceso automáticamente, por tanto no existe el error humano. *(Esto es relativamente cierto ya que la preparación de la muestra, la selección de solventes y su control para uso en HPLC, el lavado de la columnas, entre otras operaciones; son responsabilidades del operador y no de la computadora)*

Razones que parecen irrefutables, pero que al observar los gráficos anteriores, observamos que el rango de diferencias en los contenidos de Vitamina C es mucho mayor en el método de HPLC (1.177 a 6.112) que en los métodos Yodométrico (1.380 a 2.860) y de Tillmans (1.020 a 2.585).

Entonces ¿podemos decir que el método por HPLC es el menos exacto? **NO**. Ya que esta presentación de gráficos no está exenta de subjetivismo, pues se han tomado los valores de los resultados sin considerar las otras variables como procedencia de la muestra y sus condiciones vegetativas, condiciones de cosecha del fruto, tiempo de transporte hasta el laboratorio o planta de producción, almacenamiento, forma de obtención de la pulpa (muy diferente en el laboratorio que en la planta), selección de las muestras, estado de maduración, diferencias operativas en la técnica, etc. Por las mismas razones, los gráficos son representaciones simples de los resultados, sin mayor análisis estadístico.

Sin embargo surgen dudas y preguntas. *Si la misma muestra en la que Yuyama y colaboradores⁵ encontraron 6.112% de Vitamina C por HPLC, se hubiera analizado por Yodometría y el método de Tillmans ¿hubiera dado resultados similares?*

La respuesta a esta interrogante sería el inicio de un proceso que nos permitiría establecer el método óptimo para determinar el contenido de vitamina C en el camu camu y descartar su posible interferencia en la variabilidad de los reportes.

Entonces es necesario realizar un estudio, con un gran número de muestras y multicéntrico; en el que dichas muestras, tratadas en condiciones idénticas, se analicen por los diferentes métodos que se aplican en la medida de vitamina C.

b. Relación entre nivel de maduración y el contenido de vitamina C

Independiente de los aspectos revisados en el tema de los métodos analíticos, los resultados muestran una controversia en cuanto a la relación entre el nivel de



maduración y el contenido de vitamina C en la pulpa; de los 24 reportes revisados 10 se refieren a comparaciones entre estos niveles; de ellos 6 reportan un incremento de vitamina C con el incremento de la maduración^{1,2,6,15,16,17} (3 por HPLC, 2 por Yodometría y 1 por Tillmans); 4 reportan lo contrario, es decir que la pulpa del fruto verde contiene más vitamina C^{4,12,14,22} (2 por HPLC, 1 por Yodometría y 1 donde no se especifica el método analítico).

Es probable que los resultados contradictorios se originen, principalmente, por características propias del material vegetal (frutos del camu camu); de manera particular; en estos 6 años de investigación del camu camu hemos realizado cientos de análisis de vitamina C en pulpa, cáscara, semillas o fruto

entero; en la pulpa hemos modificado el pH, hemos analizado pulpas pasteurizadas, concentradas, hemos realizado varias modificaciones en el proceso de pulpeado, etc.; y siempre encontramos que la pulpa del fruto maduro contiene mucho más vitamina C que la pulpa del fruto verde. Este hecho, que raya en lo anecdótico, ha despertado nuestro interés en realizar un estudio amplio y multidisciplinario, a fin de establecer la evidencia fehaciente en este tema, ya que su importancia en el manejo de este importante recurso natural, es vital.

c. Contenido de vitamina C en cáscara y semilla

En la evaluación de los reportes, encontramos 5^{11,12,14,18,19} que se refieren al contenido de vitamina C en cáscara y 1¹⁸ también en semilla y en fruto entero. En 3 de los reportes^{11,12,18}, junto con la cáscara también se analizó la pulpa; los resultados muestran mayor contenido de vitamina C en la cáscara. Un reporte¹⁹

corresponde únicamente al contenido de vitamina C en cáscara. El otro reporte¹⁴ corresponde a la Norma Técnica Peruana NTP 011.030 2007, referida al fruto del camu camu; los datos del contenido de vitamina C reportados en este documento oficial, llaman la atención por aspectos formales y de fondo: no se indica el método analítico utilizado, ni las características de la muestra (teniendo en cuenta que en el mismo documento se clasifica el fruto de diferentes maneras, una de ellas por contenido de vitamina C en Nivel 1 cuando tiene 1.8% y Nivel 2 cuando el contenido es menor de 1800; al parecer, por los resultados utilizaron fruto del nivel 2. En cuanto al tema, en la NTP 011.030, los contenidos de vitamina C reportados en cáscara, por nivel de maduración, son totalmente contradictorios en relación a los otros reportes, indicando contenidos mucho menores que en la pulpa.(ver cuadro 2).

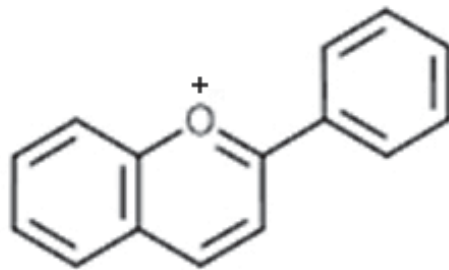
Cuadro 2. Reportes de vitamina C en la cáscara del fruto del camu camu				
Referencia	Año	Parte del fruto	% de Vit. C	Método
11. Maeda et al. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (Myrciaria dubia McVaugh).	2006	Cáscara (epicarpio) Pulpa (mesocarpio)	3.092 1.640	Tillmans
12. L. Bravo Zamudio. Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu Myrciaria dubia (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Tesis. Universidade de Brasília.	2007	Pulpa de F. verde Pulpa de F. semimaduro Pulpa de F. maduro Pulpa de F. sobremaduro Cáscara de F. verde Cáscara de F. semimaduro Cáscara de F. maduro Cáscara de F. sobremaduro	1.920 1.840 1.630 1.870 2.450 2.480 2.410 2.670	HPLC
14. Norma Técnica Peruana: NTP 011.030 2007 Productos Naturales. Camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos	2007	Pulpa de F. verde Pulpa de F. pintón Pulpa de F. maduro Cáscara de F. verde Cáscara de F. pintón Cáscara de F. maduro	1.388 1.307 1.138 0.473 0.432 0.287	No especificado
18. S. Klínar, A. Chang, J. Chanllío.. Evaluación comparativa del contenido de vitamina C en frutos de camu camu Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh, maracuyá Passiflora edulis Sims y cocona Solanum sessiliflorum Dunal.	2009	Fruto entero Pulpa Cáscara Semillas	1.420 1.770 2.450 0.610	Iodometría
19. J. Villanueva-Tiburci et al. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh).	2010	Cáscara de F. verde Cáscara de F. pintón Cáscara de F. maduro	1.378 2.050 2.195	Tillmans

El fruto de camu camu presenta vitamina C en todas sus partes; en el único reporte disponible, en el fruto entero de camu camu (cáscara, pulpa y semillas) encontraron 1.42% de vitamina C y 0.61% en las semillas.

Las antocianinas y otros flavonoides

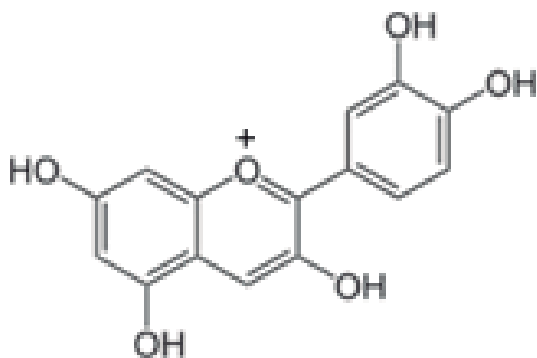
Después de la Vitamina C, son las antocianinas (uno de los diferentes tipos de flavonoides) que le siguen en importancia, debido a que son responsables del color rojo del fruto y constituyen uno de los grupos más importante de antioxidantes naturales.

Las antocianinas son glicósidos de antocianidinas, solubles en agua y responsables de los colores rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos. En las plantas cumplen diversos roles, desde la de protección de la radiación ultravioleta hasta la de atracción de insectos polinizadores. Las antocianidinas más comunes son: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, malvidina y petunidina; la estructura química básica de estas antocianidinas es el ion flavilio

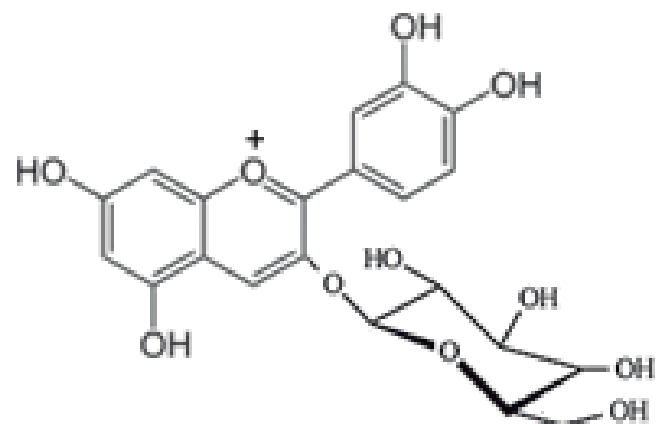


Ión flavilio

El camu camu contiene entre 20 a 100 mg/100 g, de antocianinas totales; la principal antocianina del camu camu es la cianidina-3-glicósido, que representa el 90% de las antocianinas totales. ^{1,2,3,4,5,6,7,8}



Cianidina
(antocianidina)



Cianidina-3-glicósido
(antocianina)

Además de antocianinas, el camu camu también presenta otros flavonoides: flavonoles (rutina, quercetina, kaemferol y morina) y catequinas.^{2,7}

Referencias

1. J. Villanueva-Tiburci 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
2. Sotero, S. V.; Silva, D. L.; García, DS. D.; Imán, C. S.; (2009). Evaluación de la actividad antioxidante de pulpa, cáscara y semilla del fruto de camu camu. Revista de la Sociedad Química del Perú. 75 (3).
3. X. Bardales-Infante et al **(2009)** Evaluacion del contenido de acido ascorbico y antocianinas en pulpa y jugo clarificado de camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh) mediante HPLCReunião Regional da SBPC em Tabatinga - Tabatinga / AM – 2009
4. 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
5. R. N. Maeda et al **(2007)** Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh) Ciênc. Tec. Aliment., Campinas, 27(2): 313-316.
6. Allerslev, R. K. **(2007)** Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible MYRTACEAE fruits Tesis. The City University of New York.
7. Muñoz, A.; Ramos-Escudero, D.; Alvarado-Ortiz, C. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Revista Sociedad Química del Perú Vol. 73 (3): p. 142 – 149.
8. C. Zanatta **(2004)** Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*myrciaria dubia*) Tesis. Universidade Estadual de Campinas
9. Rengifo, Elsa **(2009)** Monografía: Camu camu camu - *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima, Perú.

Otros compuestos

En el fruto del camu camu se han reportado carotenoides, Zanatta et al ⁷ reporta: β -caroteno en concentraciones entre 72.8 a 142.3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y luteína en concentraciones entre 75.6 a 93.1 $\mu\text{g}/100\text{g}$. ^{3,7,10}

Además de la vitamina C, antocianinas, flavonoles, catequinas y carotenoides; todos ellos considerados como antioxidantes naturales; también contiene ácidos polifenólicos de reconocida actividad antioxidante: Ácido eláxico, ácido clorogénico, ácido caféico y ácido ferúlico. ^{1,8,9}

También se ha reportado componentes volátiles en hojas y frutos del camu camu, se indican como componentes mayoritarios α -pineno y limoneno. ^{5,6,13}

En la literatura científica también se reportan los contenidos de los metabolitos primarios ^{14,15}, vitaminas y minerales ^{11,14,15}, fibra alimentaria ¹²; responsables del valor nutricional del camu camu.

Referencias

1. Sotero, S. V.; Silva, D. L.; García, D. S.; Imán, C. S.; (2009). Evaluación de la actividad antioxidante de pulpa, cáscara y semilla del fruto de camu camu. Revista de la Sociedad Química del Perú. 75 (3).
2. Reynertson et al. (2008) Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. Food Chemistry, 109 (4), p.883-890
3. D. B. Rodríguez et al (2008) Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition J. of Food Comp. and Anal.. Vol. 21, N° 6
4. J. Pino y C. Quijano (2008) Volatile Constituents of Camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) leaves. J. of Ess. Oil Res. Vol. 20, N° 3
5. C. E. Quijano, J. A. Pino. (2007) Constituyentes volátiles de las hojas de camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh Rev. Cub. Quim. Vol. XIX, N° 1

6. C. E. Quijano, J. A. Pino. (2007) Analysis of Volatile Compounds of camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mcvaugh) Fruit Isolated by Different Methods J. of Essential Oil Research. Vol. 19, Issue 6
7. C. Zanatta, A. Z. Mercadante (2007) Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*) Food Chemistry 101. 1543–1549
8. Muñoz, A.; Ramos-Escudero, D.; Alvarado-Ortiz, C. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Revista Sociedad Química del Perú Vol. 73 (3): p. 142 – 149.
9. Allerslev, R. K. (2007) Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible MYRTACEAE fruits Tesis. The City University of New York.
10. C. H. Azevedo and D. B. Rodriguez (2004) Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS J. of Food Comp. and An.V.17, Issues 3-4
11. L. Yuyama et al. (2003) Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. Acta Amazonica. 33 (4): 549 - 554.
12. L. Yuyama et al (2002) Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), camu-camu (*Myrciaria Dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) e Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Acta Amazonica. 32 (3) 491- 4
13. M. Franco and T. Shibamoto (2000) Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Aracü a-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacüu (*Theobroma grandiflorum*) J. Agric. Food Chem., 48, 1263-1265
14. Justi, K. et al. (2000) Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp ALAN, vol. 50, no. 4, p. 405-408
15. Zapata and Dufour (1993) Camu-Camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh : Chemical Composition of Fruit Chemical Composition of Fruit. J Sci Food Agric, 61, 349-351

3

Aspectos

Farmacológicos

3.- Aspectos Farmacológicos

El uso tradicional

Sobre la referencias del uso tradicional, debemos rescatar el trabajo realizado por investigadores del IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana), cuyos resultados nos indican que los pobladores del nororiente amazónico del Perú, que habitan tanto en la zona urbana como en la zona rural utilizan, en orden de importancia, las siguientes partes de la planta: fruto maduro, tallos, fruto verde, hojas, raíz y semillas; para diferentes usos entre los que destacan: artritis, resfríos, diabetes, colesterol, bronquitis, inflamación. Las principales formas de preparación son: extracto o jugo fresco, cocción de la corteza del tallo, macerado en aguardiente, infusión.¹

Referencias

1. Rengifo, Elsa (2009): Monografía: Camu camu camu - Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima, Perú.

Los estudios de la actividad farmacológica

a. Efecto Hipolipidémico

En el 2012, M. C. Schwertz y colaboradores, reportan el trabajo: Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats.

Experimental.- Utilizaron 72 ratas a las que indujeron dislipidemia mediante una dieta alta en grasas, durante 21 días. Luego seleccionaron, aleatoriamente, 40 ratas con hiperlipidemia y dividieron en 5 grupos, a los cuales trataron durante 14 días, con lo siguiente:

grupo 1 = dieta hiperlipídica ;

grupo 2 = dieta hiperlipídica + 0.4 mL de jugo de camu camu por Kg de peso; grupo

3 = dieta hiperlipídica + 4 mL de jugo de camu camu por Kg de peso; grupo 4 =

dieta hiperlipídica + 10 mL de jugo de camu camu por Kg de peso; grupo 5 = dieta hiperlipídica + 10 mL de jugo de quercetina (tratamiento estándar) por Kg de peso; paralelamente se mantuvo un grupo de ratas normolipidémico.

Resultados.- en todas las dosis utilizadas, el camu camu muestra efecto hipolipidémico, disminuyendo las concentraciones de triglicéridos y colesterol.

Conclusiones.- trabajo realizado en ratas sirven como referencia para continuar esta línea de investigación.

Referencia

1. M. C. Schwertz et al (2012). Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. Rev. Nutr. Campinas, 25(1):35-44, jan./fev., 2012

b. Actividad antiinflamatoria

La actividad antiinflamatoria ha sido evaluada en 2 Universidades de Japón, por Inoue¹ y Yazawa², en el primer caso, Inoue realizó un estudio clínico de Fase II incompleta, con 20 hombres fumadores, divididos en 2 grupos, uno recibió camu camu equivalente a 1050 mg de vitamina C, el otro grupo recibió 1050 mg de vitamina C sintética, la actividad antiinflamatoria se midió por los niveles de proteína C de alta sensibilidad, interleukinas IL-6 y IL-8, en la sangre. Los resultados muestran una actividad antiinflamatoria mucho mayor que la vitamina C sintética.

Yazawa evaluó las semillas de fruto de camu camu, en un estudio “in vivo”, frecuentemente utilizado para evaluar la actividad antiinflamatoria, utilizando ratas a las que se le induce edema en la pata. Con resultados positivos, utilizando un análisis espectroscópico, identificaron en dichas semillas, el ácido botulínico, un triterpenoide conocido por su actividad antiinflamatoria.

Referencia

1. T. Inoue (2008) Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. Journal of Cardiology (2008) 52, 127—132

2. K. Yazawa et al. (2011) Anti-Inflammatory Effects of Seeds of the Tropical Fruit Camu-Camu (*Myrciaria dubia*)

c. Actividad antianémica

En Brasil, Yuyama realizó un estudio clínico Fase I, con 85 niños de edad pre-escolar entre 2 a 6 años de edad, divididos en 5 grupos a los cuales se le administró açai, açai y camu camu, aminoácidos, hierro y agua; durante 120 días. Los resultados con açai y camu camu son positivos, pero mucho menor que los grupos que recibieron aminoácidos y hierro.

Referencia

1. L. Yuyama et al (2002) Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação anti anêmica? . *Acta Amazonica*. 32 (4) 625-633

d. Propiedad antiplasmódica

En Inglaterra, Steele¹ y colaboradores aislaron 42 compuestos de 9 plantas sudamericanas, usadas tradicionalmente para las fiebres, entre ellas, el camu camu. Desarrollaron 2 nuevos métodos rápidos tipo screening, para determinar la efectividad frente a trofocitos de *Plasmodium falciparum*.

En trabajo conjunto de Instituciones de Perú y Bolivia, Gutierrez y colaboradores² realizaron un estudio "in vitro" utilizando diversas formas parasitarias de *Plasmodium falciparum*, para evaluar la actividad antiplasmódica de tres especies vegetales. En el caso del camu, se utilizó la corteza y los extractos acuoso y etanólico dieron resultados positivos.

Referencia

1. J. C. P. Steele et al (2002) Two novel assays for the detection of haemin-binding properties of antimalarials evaluated with compounds isolated from medicinal plants. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 50, 25–31

2. D. Gutierrez et al (2008) Evaluación de la actividad antiplasmódica in vitro de extractos de *Euterpe oleracea*, *Myrciaria dubia* y *Croton lechleri*. *BIOFARBO*, VOL 16. pp. 16-20

e. En Quemaduras

En Perú, K. Pacci y colaboradores en un estudio "in vivo", utilizando ratas Holtzman, compararon los efectos de una crema de camu camu con el efecto de la crema de sulfadiazina argéntica en quemaduras de segundo grado. Los resultados

fueron ligeramente mejor en el caso de la crema de camu camu, aunque se considera que la diferencia no es estadísticamente significativa.

Referencia

1. K. Pacci-Salazar et al (2009) Eficacia tópica de *Myrciaria dubia* en la curación de quemaduras de segundo grado en ratas Holtzman. CIMEL Vol. 14, N° 1

f. Actividad antioxidante

El mayor número de estudios de la actividad biológica del camu camu, esta referida a la actividad antioxidante.

Recordemos:

La actividad antioxidante

En los últimos 50 años, los avances en la Farmacología han llevado a teorías de que muchas enfermedades están asociadas a los procesos oxidativos que se generan en nuestro organismo; entonces surgió el interés por los antioxidantes.

Estas teorías estaban asociadas a las observaciones de que las personas que seguían una dieta rica en frutas y vegetales, tenían una menor incidencia en afecciones cardíacas, diabetes, ataques cerebrales y ciertos tipos de cáncer; un claro ejemplo es la denominada *paradoja francesa*^{1,2,3}, que se refiere al hecho de que los franceses consumen una dieta rica en grasas, sin embargo presentan uno de los índices más bajos de enfermedades cardiovasculares en Europa; esto se atribuye al, también alto, consumo de vino de alto contenido de antioxidantes.

Se denomina antioxidantes a los compuestos que tienen la capacidad de neutralizar o evitar la formación de las denominadas Especies Reactivas del Oxígeno (EROs) tales como radicales libres, OH, peróxido de hidrógeno, O singulete, etc.; productos de nuestro metabolismo y capaces de causar daño celular, en tejidos y en órganos.

En los últimos años, se ha tratado de demostrar la efectividad de los antioxidantes en el tratamiento y prevención de las enfermedades degenerativas que se han relacionado con daños producidos por EROs. Lo cierto es que en las pruebas de Farmacología Experimental “in vitro” y/o “in vivo”, se demuestra claramente el efecto antioxidante de compuestos tales como Vitamina C, β -caroteno, flavonoles,

antocianinas, etc; sin embargo en las investigaciones de Farmacología Clínica (ensayos con seres humanos) los efectos no se han demostrado o los resultados son contradictorios. A pesar de la ciencia, lo real es las observaciones y testimonios muestran que las personas que consumen dietas ricas en vitaminas C E, polifenoles y otros antioxidantes tienen menos riesgos de sufrir ataques cardíacos, diabetes, cáncer; es probable que en estos casos se sume a la acción de los antioxidantes el estilo de vida saludable de estas mismas personas.

Debemos recordar que nuestro organismo tiene sus propios mecanismos antioxidantes; que normalmente los EROs cumplen funciones importantes en nuestro organismo, que los EROs se refiere a un grupo amplio y variado en sus mecanismos oxidantes.

Como los EROs son producto del metabolismo, su producción está relacionado a lo que ingresa en nuestro organismo a través de la alimentación y lo que inhalamos (medio ambiente, tabaco, drogas, etc.); se denomina Estrés Oxidativo cuando en nuestro organismo existe un exceso de EROs, debido a que su producción ha superado nuestros propios mecanismos antioxidantes, entonces se requiere de antioxidantes externos. Sin embargo aún hay temas no resueltos, tales como el diagnóstico del estrés oxidativo en los seres humanos y principalmente la especificidad del ERO en exceso, el daño que ocasiona y los mecanismos y efectos del daño que produce; también está por resolver el hecho de que existen gran cantidad y variedad de técnicas experimentales para determinar la actividad antioxidante unido a la variedad de EROs, lo que genera investigaciones con resultados de dudosa interpretación.

Referencias

1. Renaud S, De Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease. Lancet 1992; 339: 1523-6.
2. S. Mosca, H. Cingolani (2000) Protección de la función miocárdica post-isquemia por el vino tinto cabernet-sauvignon argentino, Medicina Vol. 60 – N° 5/2 J. Comeles y A. Martínez (1997)
3. J. Comeles y A. Martínez (1997) Paradojas de la antropología médica europea. Nueva Antropología. Rev. De Cienc. Soc. Núm. 52-53. Agosto

La actividad antioxidante en el camu camu: Referencias

Los conceptos de “actividad antioxidante” son recientes (han surgido en los últimos 50 años) y la ciencia aún tiene un largo camino por recorrer para esclarecer totalmente este complejo tema. Las plantas medicinales y los frutales de la Amazonía, por lo general, despiertan interés en la investigación científica a partir del conocimiento de los usos tradicionales; este no es el caso de la actividad antioxidante. El interés de investigar la actividad antioxidante en el fruto del camu camu es por su alto contenido de Vitamina C, polifenoles (principalmente flavonoides del tipo flavonoles y antocianinas) y otros compuestos antioxidantes.

El consumo principal es la pulpa del camu camu, por lo que ha sido la parte estudiada, así mismo, se han realizado estudios en la cáscara y en las semillas. Hemos revisado 16 artículos referidos al tema, 12 son estudios “in vitro”, 2 se realizaron “in vivo”, 1 estudio clínico de Fase II, clasificado como incompleto ya que no cumple con todos los requisitos establecidos, y 1 referido a la actividad pro-oxidante del camu camu.

Las técnicas utilizadas en la medida de la actividad antioxidante son:

“In vitro”

ABTS ^{4,11,12,14}.- Reactivo: 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid).

Mide la capacidad de secuestro de radicales libres

DPPH ^{4,5,6,7,10,11,12,14}.- Reactivo: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Mide la eficiencia antirradical de los polifenoles

FRAP¹².- Ferric Reducing Antioxidant Power.

ORAC¹².- Oxygen Radical Absorbance Capacity.

PPO⁹.- Mide la capacidad de inhibir a las enzimas Polifenol oxidasas.

TOSC ^{2,3}.- Total Oxidant Scavenging Capacity. Mide la capacidad total para neutralizar oxidantes.

TPC ^{5,6,11,12,14}.- Total Phenolic Content. Mide el contenido de polifenoles totales

“In vivo”

Efecto genotóxico ¹.- Micro núcleos

Efecto citoprotector ¹³.- Ratones

Farmacología Clínica

Fase II incompleta ⁸ .- 20 hombres fumadores, divididos en 2 grupos, uno recibió camu camu equivalente a 1050 mg de vitamina C , el otro 1050 mg de vitamina C sintética, la actividad antioxidante se midió por el contenido de 8-hydroxy-deoxyguanosine en orina y especies reactivas del oxígeno en sangre. Los resultados muestran que el camu camu es mucho más antioxidante que la vitamina C sintética.

También se evaluó la propiedad pro-oxidante del camu camu ¹⁶, llegando a la conclusión de que el camu camu incrementa la generación de radicales libres en presencia de Fe(III) y EDTA. Sugieren que los alimentos o medicamentos con alta concentración de hierro no deberían ser ingeridos con frutas que tengan un alto contenido de vitamina C.

Referencias

1. L. Guzman et al (2005) Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) contrarresta el efecto genotóxico de Bromato de Potasio - Prueba in vivo de Micro núcleos, ECI. 2005 N°
2. R.B. Rodrigues et al. (2006). Antioxidant capacity of camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) pulp. Nutrition. Vol 30/NR 9
3. F. Marx et al (2006) The total oxidant scavenging capacity (TOSC) assay and its application to european and under-utilized brazilian fruits. Institute of Nutrition and Food Sciences. University of Bonn
4. A. Muñoz et al (2007) Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Rev Soc Quím Perú. 73, N° 3 (142-149)
5. Reynertson et al. (2008) Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. Food Chemistry, 109 (4), p.883-890
6. M.I. Genovese et al (2008) Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. Food Sci Tech Int ;14(3):207–214
7. E. Ramos et al (2008) Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. Rev Acad Peru Salud 15(1)
8. T. Inoue (2008) Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. Journal of Cardiology (2008) 52, 127—132

9. S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*Camu-camu*” Fitoica. Año 4 – N° 1, pp. 12-22
10. Sotero, S. V.; Silva, D. L.; García, DS. D.; Imán, C. S.; **(2009)**. Evaluación de la actividad antioxidante de pulpa, cáscara y semilla del fruto de camu camu. Revista de la Sociedad Química del Perú. 75 (3).
11. A. Muñoz et al. **(2009)** Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu, guinda, tomate de árbol y carambola, cultivadas en Perú. Rev Soc Quím Perú. 75 (4)
12. M. Rufino et al **(2010)** Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry 121. 996–1002
13. R Alvis et al. **(2010)** Efecto citoprotector del camu-camu *Myrciaria dubia* en tres líneas celulares de ratón expuestos in vivo a bromato de potasio. Rev. Peru biol v.17 n.3
14. T. Myoda et al. **(2010)** Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8 (2): 304-307.
15. J. Villanueva-Tiburci 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,
16. H. Guija et al **(2005)** Propiedades prooxidantes del camu camu (*Myrciaria dubia*). An Fac Med Lima. 66(4)

Investigación Científica de la Actividad Farmacológica

Antes de proceder a evaluar los resultados de la investigación farmacológica (especialmente de las plantas medicinales) que se publican en las diferentes fuentes de información científica o que se difunden a través de los diversos medios de comunicación, debemos revisar algunos conceptos fundamentales:

La **Farmacología** es una de las principales ciencias farmacéuticas, abarca el conocimiento de la historia, origen y uso de los fármacos (comúnmente denominados medicamentos o medicinas), así como sus propiedades físicas y químicas, asociaciones, efectos del fármaco en el organismo y efectos del organismo sobre el fármaco (absorción, distribución, biotransformación y excreción).

Cuando se encuentran nuevas moléculas con probabilidades de utilizarse como fármacos, obtenidas por síntesis o de fuentes naturales, o cuando se requiere validar el uso tradicional de plantas medicinales; la investigación farmacológica es el instrumento que nos permite demostrar o descartar la eficacia y seguridad.

Definiciones

Eficacia: resultado óptimo de la medida del efecto terapéutico en condiciones controladas.

Efectividad: resultado óptimo de la medida del efecto terapéutico en las condiciones habituales de utilización.

Eficiencia: es la efectividad conseguida al menor costo.

Seguridad se refiere a la ausencia de toxicidad o a los límites en los que aparecen efectos indeseables cuando hay acumulación, cuando se utilizan dosis altas, o en casos de intoxicación.

La investigación Farmacológica

La investigación farmacológica implica la búsqueda de nuevos fármacos cada vez más eficaces y seguros, esto se traduce en el incremento de la efectividad del fármaco y la disminución de sus efectos colaterales y secundarios (si los presenta).

La investigación farmacológica, básicamente comprende 2 etapas:

- Farmacología experimental (llamada también la fase pre-clínica) donde se determina la presencia de efectos farmacológicos y/o toxicológicos. Los ensayos se denominan “**in vitro**” cuando se utilizan reactivos químicos o biológicos y/o órganos aislados. “**In vivo**” cuando se utilizan animales de experimentación.

- **Farmacología clínica**, cuando los ensayos se realizan con seres humanos. Comprende 3 fases: **Fase I** cuando se utilizan voluntarios sanos, que deben ser cuando menos 20. **Fase II** cuando se realiza en pacientes (personas que adolecen de la enfermedad o afección en estudio), no menos de 100. **Fase III** cuando se realiza en pacientes (no menos de 1000), el estudio es **doble ciego** (los pacientes y los investigadores desconocen a quien se administra el fármaco en estudio, el placebo y el tratamiento estándar), **randomizado o aleatorio** (los grupos de pacientes son determinados al azar), controlado (el fármaco se evalúa frente a un placebo es decir una sustancia inerte y/o frente al tratamiento estándar para la afección) y **multicéntrico** es decir el mismo estudio se realiza en diferentes instituciones, incluso de diferentes países.

En la investigación de nuevos fármacos, algunos autores consideran las siguientes Fases:

- Fase 0 (Fase Preclínica)
- Fase 1 (Administración a Voluntarios Sanos)
- Fase 2 (Administración en Pacientes)
- Fase 3 (Estudios Clínicos, doble ciego, controlados, randomizados y multicéntricos)
- Fase 4 (Farmacovigilancia o Estudios de PostMarketing)

En la investigación de plantas medicinales de uso tradicional, en consideración a las recomendaciones de la OMS, consideramos las siguientes Etapas:

Farmacología Experimental

En los casos en que la información de uso tradicional está debidamente validado, esta etapa se puede obviar. **Consideramos que en el Perú es necesario desarrollar un Protocolo de validación de los usos tradicionales, en lo que corresponde a las plantas medicinales.**

En los casos en que la información tradicional no esta debidamente validada, es dudosa, contradictoria o proviene de fuentes no fidedignas, es necesario realizar las pruebas “in vitro” y/o “in vivo”, antes de pasar a la siguiente etapa de la investigación farmacológica.

Farmacología Clínica

- Fase 1 (Administración a Voluntarios Sanos)
- Fase 2 (Administración en Pacientes)

Recomendamos:

- *Los estudios en Farmacología Clínica se deben sujetar a Protocolos estandarizados.*
- *Los resultados de la investigación deben concluir en el rechazo o confirmación de la eficacia y seguridad en el uso de la planta medicinal de uso tradicional.*

Para explicar lo anterior, hemos desarrollado las siguientes tablas:

Tabla 1.- Investigación Farmacológica para el desarrollo de nuevos fármacos


ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación			
	“In Vitro”	“In vivo”	Fase I	Fase II	Fase III	
Definiciones	Pruebas con reactivos químicos-biológicos, en órganos aislados o en animales de laboratorio, para verificar si la muestra presenta efectos farmacológicos y/o toxicológicos		Administración a Voluntarios Sanos. No menos de 20. Estudios no controlados o controlados con placebo.	Administración en Pacientes. No menos de 100. Estudios controlados con placebo o tratamiento estándar.	Administración en Pacientes. No menos de 1000. Estudios doble ciego, controlados, randomizados y multicéntricos	
Molécula						Fármaco
Interpretación	Evidencias de eficacia y seguridad		Seguridad y tolerancia	Dosis, seguridad y eficacia	Demostración de la seguridad y eficacia	


Tabla 2.- Investigación Farmacológica plantas medicinales de uso tradicional

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	“In Vitro”	“In vivo”	Fase I	Fase II	
Definiciones	Pruebas con reactivos químicos-biológicos, en órganos aislados o en animales de laboratorio, para verificar si la muestra presenta efectos farmacológicos y/o toxicológicos		Administración a Voluntarios Sanos. No menos de 20. Estudios no controlados o controlados con placebo.	Administración en Pacientes. No menos de 100. Estudios controlados con placebo o tratamiento estándar.	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Interpretación	Uso con reservas		Uso seguro	Uso seguro y eficaz	


Evaluación de la investigación Farmacológica del Camu camu:

Para la evaluación de la información científica referida a la actividad farmacológica del camu camu, utilizaremos la tabla 2; considerando que aunque no está definida como una planta medicinal, presenta un alto potencial de beneficios para la salud.


a. Efecto Hipolipidemico

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	"In Vitro"	"In vivo"	Fase I	Fase II	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Estudio	Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. Resultado positivo				
Interpretación	Uso con reservas		Uso seguro	Uso seguro y eficaz	


b. Actividad antiinflamatoria

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	"In Vitro"	"In vivo"	Fase I	Fase II	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Estudios	Anti-Inflammatory Effects of Seeds of the Tropical Fruit Camu-Camu (Myrciaria dubia) Resultado positivo. Nuevo		Tropical fruit camu-camu (Myrciaria dubia) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties Incompleto. Resultado positivo		
Interpretación	Uso con reservas		¿Uso seguro?	Uso seguro y eficaz	


c. Actividad antianémica

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	“In Vitro”	“In vivo”	Fase I	Fase II	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Estudio			Açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) e camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação anti anêmica? Resultado ligeramente positivo		
Interpretación	Uso con reservas		¿Uso seguro?	Uso seguro y eficaz	

d. Propiedad antiplasmódica

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	“In Vitro”	“In vivo”	Fase I	Fase II	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Estudio	Two novel assays for the detection of haemin-binding properties of antimalarials evaluated with compounds isolated from medicinal plants Resultado positivo como método, Evaluación de la actividad antiplasmódica in vitro de extractos de <i>Euterpe oleracea</i> , <i>Myrciaria dubia</i> y <i>Croton lechleri</i> Resultado positivo				
Interpretación	Uso con reservas		Uso seguro	Uso seguro y eficaz	

e. En Quemaduras

ETAPAS	Farmacología Experimental (Investigación Pre-Clínica)		Farmacología Clínica utiliza al ser humano como sujeto de experimentación		
	“In Vitro”	“In vivo”	Fase I	Fase II	
Planta de uso Tradicional					Eficacia y seguridad
Estudio	Eficacia tópica de Myrciaria dubia en la curación de quemaduras de segundo grado en ratas Holtzman. Resultado positivo				
Interpretación	Uso con reservas		Uso seguro	Uso seguro y eficaz	

g. Actividad antioxidante

Como mencionamos anteriormente, el conocimiento de la actividad antioxidante es reciente y no es posible tener referencias de uso tradicional; por lo que los resultados de la investigación farmacológica deben ser evaluados de otra manera.

La actividad antioxidante del camu camu se ha evaluado en 11 estudios “in vitro” en los cuales se han utilizado diferentes técnicas; en 6 de ellos más de una; en todos los casos los resultados son positivos, incluso por encima de otros frutales evaluados. Los estudios “in vivo”, también dan resultados positivos, aún es necesario mayores pruebas. El estudio clínico de Fase II, preliminar da resultados positivos, principalmente en el tema controversial sobre las ventajas de la vitamina C natural, frente a la vitamina C sintética.

4

**ASPECTOS
TECNOLOGICOS**

4.- Aspectos Tecnológicos

El camu camu es una fruta muy especial, sus características particulares nos enfrentan a retos tecnológicos que deben ser superados para lograr su comercialización, tanto a nivel nacional como internacional.

El interés en la utilización del camu camu, como la principal fuente de Vitamina C natural, ha despertado interés a nivel mundial y se reportan un amplio contenido de estudios y evaluaciones científico-tecnológicas.

Estudios Tecnológicos

La producción científica – tecnológica revisada, comprende:

- Elaboración de productos
- Estabilidad
- Deshidratados por atomización y liofilizado
- Patentes

Elaboración de productos

Se han realizado estudios para generar evidencia tecnológica con el objeto de desarrollar y/o mejorar productos a partir del fruto del camu camu, tales como néctares^{1,3,5,6,7,8}, paletas congeladas², bebidas alcohólicas^{4,12}, bebida nutracéutica¹⁰, barras comestibles¹¹, producto galénico para quemaduras¹³ y el uso en cosmética⁹.

1.- Men De Sá Moreira De Souza Filho et al (2000) Formulações de néctares de frutas nativas das regiões norte e nordeste do Brasil. B.CEPPA, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 275-283, jul./dez. 2000

- 2.- Ricardo García Pinchi y Ana María Ríos Arista **(2001)** Uso de la pulpa refinada de camu camu y araza en la elaboración de paletas congeladas de plátano. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v.1, nº 1, p. 15 - 21(2001)
- 3.- Men De Sá Moreira De Souza Filho et al **2002** Nota Prévia: Avaliação Físico-química e Sensorial de Néctares de Frutas Nativas da Região Norte e Nordeste do Brasil: Estudo Exploratório. Braz. J. Food Technol., 5:139-143, 2002
- 4.- Roberto Nobuyuki MAEDA & Jerusa Souza ANDRADE **2003** Aproveitamento do camu-camu (myrciaria dubia) para produção de bebida alcoólica fermentada . Acta Amazonica. 33 (3) 489-498
- 5.- R. B. Rodrigues et al **2004** Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu–camu juice (Myrciaria dubia). Journal of Food Engineering. Volume 63, Issue 1, June 2004, Pages 97-102
- 6.- Dominique Pallet et al **2005** Applications des technologies membranaires aux traitements de jus de fruits brésiliens. Cahiers Agricultures. Volume 14, Numéro 1, 159-63, Janvier-Février 2005
- 7.- Roberto N. Maeda et al **2006** Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (Myrciaria dubia McVaugh). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(1): 70-74, jan.-mar. 2006
- 8.- Araluce Regina De Souza Lima **2006** Produção de pectinases por Aspergillus e clarificação de suco de camu-camu com poligalacturonases e pectinesterases. Tesis Universidade Federal Do Amazonas
- 9.- Nagamine Ken'ichi **2006** Application of the camu-camu fruit to cosmetic. Fragr J VOL.34;NO.8;PAGE.62-64,65-68(2006)
- 10.- N. Salas de la T. et al **2009** Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de myrciaria dubia (camu camu), orientado a reducir efecto genotóxico en niños de edad escolar. Rev. Per. Quím. ing. Quím. vol. 12 n.º 2, 2009. Págs. 34-41

11.- Yanna Paz Peuckert et al **2010** Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dúbia*) Alim. Nutr., Araraquara v.21, n.1, p. 149-154, jan./mar. 2010

12.- Vanessa Bordin Viera et al **2010** Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia*) Alim. Nutr., Araraquara v.21, n.4, p. 519-522, out./dez. 2010

13.- Quiroga J.C. Formulación de un producto galénico para el tratamiento de quemaduras con extractos de: Aloe Vera, Schinopsis Haenkeana, Propolis y *Myrciaria dubia*. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas. Universidad Mayor de San Simón Programa de Fármacos Alimentos y Cosméticos. Cochabamba Bolivia

Estabilidad

Se han realizado estudios referidos a la estabilidad de la vitamina C^{3,4}, antocianinas⁶, conservación de la pulpa congelada^{2,6} y conservación del fruto del camu camu^{1,5},

1.- C.T.C. Silva, J.S. Andrade **1997** Postharvest modifications in camu camu fruit in response to stage of maturation and modified atmosphere. ISHS Acta Horticulturae 452: International Symposium on Myrtaceae

2.- Zuleyka Ramos et al **2002** Evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de camu-camu que reducen el contenido de vitamina C. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v.2 n° 2 p. 89 - 99 (2002)

3.- Mara Reis Silva et al **2004** Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. Pesquisa Agropecuária Tropical, 34 (1): 9-14, 2004

4.- Roberto Nobuyuki MAEDA et al **2007** Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh) Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(2): 313-316, abr.-jun. 2007

5.- María Soledad Hernández et al **2007** Manejo, uso y aprovechamiento de frutales nativos de la Amazonia colombiana . V Congreso Iberoamericano De Tecnología Postcosecha Y Agroexportaciones 2007

6.- Manuel Mariñas et al **2008** Conservación de pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mcvaugh), concentrado a vacío y tratado con ultrasonido; y estudio de sus componentes bioactivos. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Atomizado – Liofilizado

También se han realizado estudios orientados a la obtención de extractos deshidratados atomizados^{1,2} y liofilizados^{3,4,5,6,7}

1.- C. M. A. Dib Taxi et al **2003** Study of the microencapsulation of camu-camu (*Myrciaria dubia*) juice. J. microencapsulation. july–august, 2003, vol. 20, no. 4, 443–448

2.- M. Da Silva et al **2005** Ascorbic Acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of camu camu Slices at Different Air Temperatures. Drying Technology, 23: 2277–2287, 2005

3.- Rodney Vega Vizcarra **2005** Liofilización de pulpa de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, camu camu . FOLIA AMAZÓNICA 14 (2) - 2005

4.- Tatiana Angélica Rojas Ayerve y María Cecilia Alegría Arnedo **2005** Influencia de los encapsulante: goma arábica y dextrina sobre la calidad del camu camu liofilizado. Anales Científicos UNALM. 2005

5.- M. A. da Silva et al. **2006** Water sorption and glass transition of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) pulp. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 84 (2006) 2, 435–439

6.- M. A. da Silva et al. **2006** State diagrams of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) pulp with and without maltodextrin addition. *Journal of Food Engineering*. Volume 77, Issue 3, December 2006, Pages 426-432

7.- M. A. da Silva et al. **2008** Phase Transitions of Frozen Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) Pulp: Effect of Cryostabilizer Addition. *Food Biophysics* (2008) 3:312–317

Patentes

La investigación tecnológica también ha derivado en patentes de procesos o innovaciones en el desarrollo de productos a partir del camu camu.

A manera de ejemplo, presentamos resúmenes de las siguientes patentes:

1.- Compound, process for producing the same and use thereof

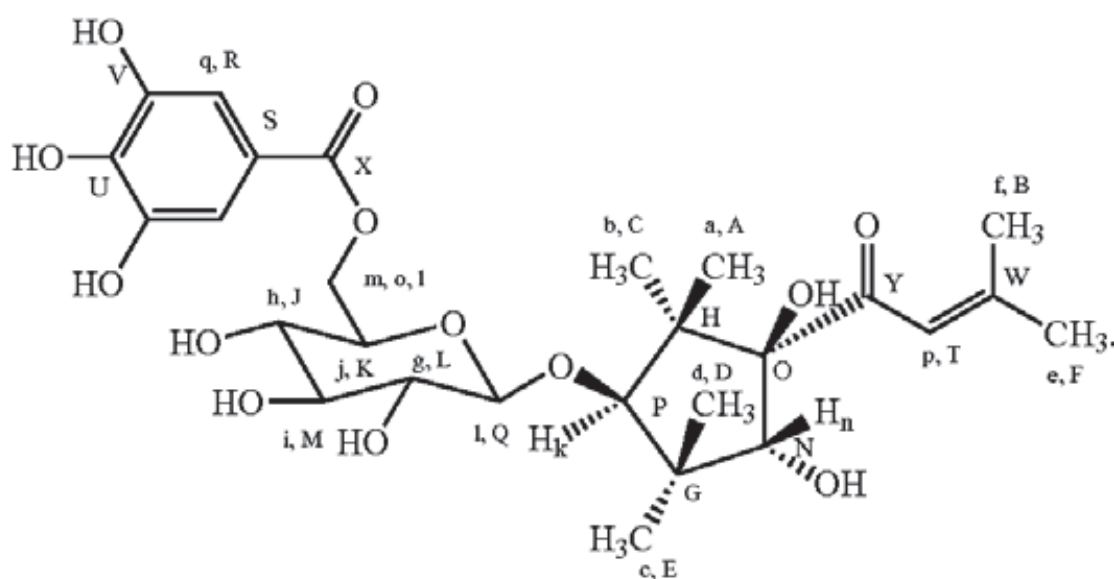
(54) **COMPOUND, PROCESS FOR PRODUCING THE SAME AND USE THEREOF**

(75) Inventors: **Kenichi Nagamine**, Tokyo (JP); **Miki Hayashi**, Tokyo (JP); **Kaori Yamasaki**, Nagasaki (JP)

(57)

ABSTRACT

The compound of the present invention is a component originated from a natural material, camu camu (*Myrciaria dubia*), has strong antioxidative activity and stable whitening effect, and is represented by the formula (1). The antioxidant, whitening agent, skin preparation for external use, cosmetics, and food of the present invention are characterized by the inclusion of the compound represented by the formula (1)



2.- Whitening agent, skin preparation for external use and cosmetic

(54) **WHITENING AGENT, SKIN PREPARATION FOR EXTERNAL USE AND COSMETIC**

(75) Inventors: **Kenichi Nagamine**, Tokyo (JP); **Miki Hayashi**, Tokyo (JP); **Kaori Yamasaki**, Nagasaki (JP)

(57)

ABSTRACT

The invention relates to a whitening agent that makes effective use of camu camu seeds, which have conventionally been discarded, and that has high safety and whitening effect useful in cosmetics and the like, as well as skin preparations for external use and cosmetics containing the whitening agent. The whitening agent of the present invention contains camu camu seed extract as an active component, and the skin preparations for external use and cosmetics of the present invention contain the whitening agent.

3.- Preserves of fruits of Myrciaria dubia

Publication number: JP9215475 (A)

Publication date: 1997-08-19

Inventor(s): OTAWA TOSHIHIKO; FUJIWARA YASUNORI; HOSOKAWA MAKOTO

Applicant(s): HASEGAWA T CO LTD

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain tasty preserves, comprising a fruit of Myrciaria dubia in the whole state, etc., abundantly containing natural vitamin C, minerals, pectic substances, etc., having a high nutritive value and excellent in flavor and texture.

SOLUTION: The preserves of a fruit of Myrciaria dubia are obtained by adding and mixing 0.5-0.8 pt.wt. sugar, 0.0075-0.015 pt.wt. pectin and 0.6-1.2 pts.wt. water to 1 pt.wt. fruit of the Myrciaria dubia in, e.g. the whole state or a stoned state, thermally, sterilizing the resultant fruit thereof at 95 deg.C for 10min and then cooling the thermally sterilized fruit.

4.- Dessert containing juice og Myrciaria dubia

Publication number: JP9140341 (A)

Publication date: 1997-06-03

Inventor(s): OTAWA TOSHIHIKO; FUJIWARA YASUNORI; HOSOKAWA MAKOTO

Applicant(s): HASEGAWA T CO LTD

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a new dessert containing Myrciraria dubia juice richly containing natural vitamin C and minerals, good in taste and high in nutritive value.

SOLUTION: This dessert contains the juice of Myrciaria dubia which is an edible plant belonging to the family Myrtaceae. The myrciaria dubia juice can be prepared, e.g. by a method comprising grinding the fruits of the Myrciaria dubia, adding pectinase to the ground product to reduce the content of the pectinase, inactivating the enzyme, filtering the product, and subsequently thermally sterilizing the obtained juice. In order to prevent the deterioration of the juice, the juice is preferably treated under the flow of nitrogen gas and/or mixed with an antioxidizing agent, when the juice is prepared. By the treatment of the juice with a filtration auxiliary such as cellulose powder the flavor of the juice can be improved. By the further addition of a sour agent, a sweetener, a perfume, vitamins, etc., the flavor of the juice can be improved or strengthened. The Myrciaria dubia juice is preferably mixed in an amount of 1-10wt.% based in the dessert

5.- Camu camu juice containing antioxidant for food

Publication number: JP2005253307 (A)

Publication date: 2005-09-22

Inventor(s): ENDO HIDEKAZU; OHASHI KATSUAKI; OHATA KENICHI

Applicant(s): MC FOODTECH KK

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a camu camu (*Myrciaria dubia*) juice-containing antioxidant for food more excellent in stability, efficiency and convenience than those in a conventional method so as to prevent deterioration in food quality involving its appearance and taste. ; **SOLUTION:** The camu camu juice-containing antioxidant for food is obtained by adding camu camu juice to food to prevent deterioration in food quality with age, or by adding inorganic salt to the food in addition to the camu camu juice to gain synergistic antioxidant effect. The camu camu juice-containing antioxidant for food, the camu camu juice-containing antioxidant for food further containing inorganic salt, and a method for preventing oxidation of food comprising adding the antioxidant to the food are each provided so as to solve the above problem. ; **COPYRIGHT:** (C)2005, JPO&NCIPI

6.- Skin lotion

Publication number: JP2001031558 (A)

Publication date: 2001-02-06

Inventor(s): HATA TOMONORI; HOSHINO HIROSHI; UEHARA SHIZUKA

Applicant(s): KOSE CORP

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a skin lotion capable of enhancing the effects of usual bleaching agents and having stable and excellent bleaching actions. **SOLUTION:** This skin lotion is specific in containing one or more of the following ingredients (A) and (B); (A) an extract of *Myrciaria Dubia* and (B) a bleaching agent. The extract of *Myrciaria Dubia* of the ingredient (A) in this invention is prepared by extracting fruits of *Myrcaria Dubia*, a plant belonging to the family *Myrtaceae* by using an extracting solvent.

7.- Skin preparation for external use

Publication number: JP2000327525 (A)

Publication date: 2000-11-28

Inventor(s): HATA TOMONORI; HOSHINO HIROSHI; UEHARA SHIZUKA

Applicant(s): KOSE CORP

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a skin preparation for external use, having excellent activities for preventing the skin from being aged, and capable of imparting tenseness and gloss to the skin by including an extract of *Myrciaria dubia*, and a cell-activating agent.

SOLUTION: This skin preparation for external use contains an extract of *Myrciaria dubia*, and a cell-activating agent. The content of the cell-activating agent is 0.0001-5 wt.% expressed in terms of dried solid, and the content of the included extract of the *Myrciaria dubia* is 0.0001-5 wt.% expressed in terms of the dried solid.

8.- Bread-improving agent composition and production breads

Publication number: JP2000342162 (A)

Publication date: 2000-12-12

Inventor(s): OGASAWARA YUTAKA; EGAWA NARUHIRO

Applicant(s): SHINKA SHOKUHIN KK

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a bread-improving agent composition which comprises only components not needing indications as food additives and enables the efficient production of high quality breads, by incorporating the juice of *Myrciaria dubia* (H.B. K.) Myrtaceae and further adding a fermented milk, a saccharide and a casein hydrolyzate to the mixture. **SOLUTION:** The bread-improving agent composition contains the straight juice or concentrated juice of *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Myrtaceae preferably in an amount of ≥ 0.25 wt.% (converted into the straight juice), a fermented milk, such as

fermented milk, preferably in an amount of ≥ 0.5 wt.%, one or more saccharides selected from highly refined sugar, starch syrup, oligosaccharides and reducing starch saccharification products, preferably in an amount of $\geq 5\%$, and a casein hydrolyzate preferably in an amount of ≥ 0.05 wt.%, and preferably further an enzyme such as a protease or an amylase. The bread-improving agent composition is preferably added to wheat flour, and the mixture is preferably used for producing breads by a sponge process.

9.- Activated oxygen scavenger and skin beautifying cosmetic composition

Publication number: JP11246336 (A)

Publication date: 1999-09-14

Inventor(s): TOMONO NORIHIRO; TANAKA KIYOTAKA; ANDO YOSHIHIKO

Applicant(s): ICHIMARU PHARCOS INC

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a new and safe activated oxygen scavenger or a new and safe skin beautifying cosmetic composition from a plant. **SOLUTION:** This activated oxygen scavenger or skin beautifying cosmetic contains one or more kinds of plant extracts selected from a flower or a flower bud of *Sophora japonica* L., a fruit of *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Myrtaceac., a flower or a caput of *Chrysanthemum morifolium* Ramat., a pericarp or a fruit of *Citrus leiocarpa* hort. ex Tanaka, *Citrus tachibana* Tanaka, *Citrus tangerina* hort. ex Tanaka.or *Citrus reticulata* Blanco, a flower, a caput or the whole herb of *Achillea millefolium* L., a rhizome or a root, a leaf or a flower of *Althaea officinalis* L, a fruit cluster, a pistillate flower spike or a secretory portion of *Humulus lupulus* L. and a rhizome or a root of *Phragmites communis* (L.) Trin. The activated oxygen scavenger or the skin beautifying cosmetic composition has excellent activated oxygen scavenging actions and is capable of imparting an improvement in skin roughening and luster and tensity to the skin and can further be utilized for usual foods and drinks.

10.- Method for stabilizing l-ascorbic acid, liquid extraction preparation, solid extract, and semi-fluid extract

Inventors: Artemio Chang Canales; (PE)

Applicants:

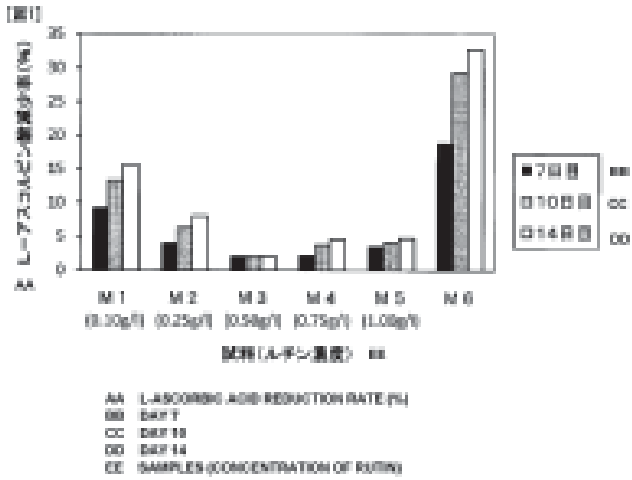
YAMANO CORP. [JP/JP]; 13-24, Kinkei-cho, Kokurakita-ku, Kitakyusyu-shi, Fukuoka 8030843 (JP) (For All Designated States Except US).

YAMANO DEL PERU S.A.C. [PE/PE]; Augusto Tamayo 154, Of. 401, San Isidro, Lima (PE) (For All Designated States Except US).

Artemio Chang Canales [PE/PE]; (PE) (For US Only)

Abstract

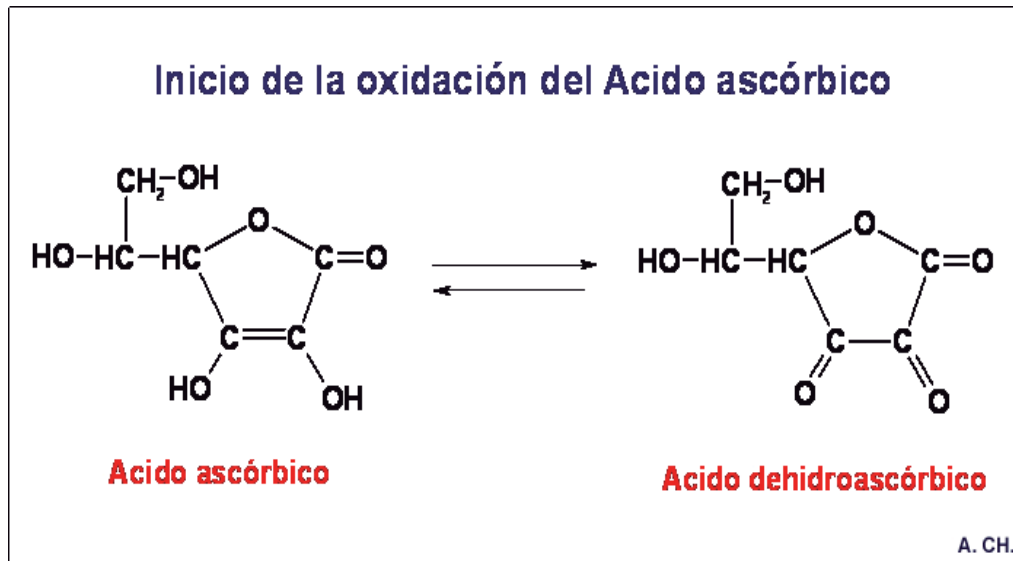
Disclosed is a method for stabilizing L-ascorbic acid, which is characterized by utilizing a component that naturally occurs in a plant or the like. The method can improve the long-term storage stability of natural L-ascorbic acid contained in a plant-derived extract containing the L-ascorbic acid, and can also improve the heat resistance of the L-ascorbic acid so that the L-ascorbic acid cannot be thermally degraded. Specifically disclosed is a method for stabilizing L-ascorbic acid contained in a liquid extract from any one of all plants including fruits and vegetables, which is characterized by mixing the liquid extract with a stabilizing solution containing rutin and/or a derivative thereof to produce a liquid extract preparation in which the oxidative degradation of L-ascorbic acid contained in the liquid extract is inhibited.



Nuestra experiencia

Estabilidad de la Vitamina C

La vitamina C o ácido L-ascórbico es muy susceptible a la oxidación por la temperatura, luz, agua, pH, metales (Cu y Fe). Inicialmente en la oxidación pasa de ascorbato a dehidroascorbato, en una reacción que es reversible, por lo que el dehidroascorbato mantiene en principio el valor como vitamina C. Sin embargo, el



dehidroascorbato es mucho menos estable y se degrada con gran facilidad. Los productos de la degradación no tienen actividad como vitamina C. La reacción de oxidación puede ser catalizada por la enzima

ascorbato oxidasa, abundante en algunos vegetales. Los productos obtenidos de fuentes naturales (frutas y otros vegetales), conteniendo vitamina C, requieren del uso de estabilizadores que inhiban o prolonguen su tiempo de oxidación.

En el caso del camu camu, la pulpa almacenada en grado de congelación (alrededor de -18°C) puede mantener su contenido de vitamina C entre dos a cuatro meses. Mantener la estabilidad de la vitamina C en los productos elaborados a partir de la pulpa congelada es mucho más complejo, depende de los procesos a los que se le somete para su transformación (procesos térmicos como cocimiento, pasteurización, etc. la pérdida de vitamina C es mayor), el almacenamiento (el congelamiento detiene parcialmente la oxidación de la vitamina C, esto no ocurre a temperatura ambiente o en refrigeración). Entonces, si no se ha logrado estabilizar la vitamina C en la pulpa congelada o en los productos elaborados, es incierto el contenido de vitamina C al consumirlos. Esto lo hemos comprobado en nuestro laboratorio al analizar variados productos de diferentes fechas de producción, antes de la fecha de vencimiento propuesta, obteniendo resultados muy por debajo de lo esperado. Los

extractos secos o polvos de camu camu (liofilizado, atomizado o deshidratado) presentan una estabilidad relativamente mayor que varía entre tres meses a un año. El uso de estabilizadores que protejan o retarden el proceso de oxidación de la vitamina C es absolutamente necesario, y para mantener las características del camu camu o de otras fuentes naturales de vitamina C, el estabilizador también debe ser de origen natural.

Nuestro grupo de trabajo, después de un largo proceso de investigación científico-tecnológica, que implicó la evaluación de diversas alternativas incluyendo estabilizadores sintéticos, diversos procesos de pulpeado, selección de frutos por nivel de maduración, hasta el desarrollo y adaptación de una técnica adecuada y precisa para la medición de la vitamina C, hemos logrado la estabilización natural de la vitamina C en la pulpa congelada del camu camu, que permite mantener el mismo contenido de vitamina C por más de 18 meses; la aplicación de la patente de este proceso en el Perú se encuentra en trámite. Consideramos que hemos realizado un avance importante en resolver este inconveniente del camu camu, pero aún se deben continuar las investigaciones hasta lograr el control absoluto de la estabilidad de la vitamina C.



LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Equipo de Investigación



Dr. Artemio Chang



Dra. Silvia Klinar



Q.F. Pamela Uribe



Q.F. Gaby Silvera



Bach. Jonathan Rojas



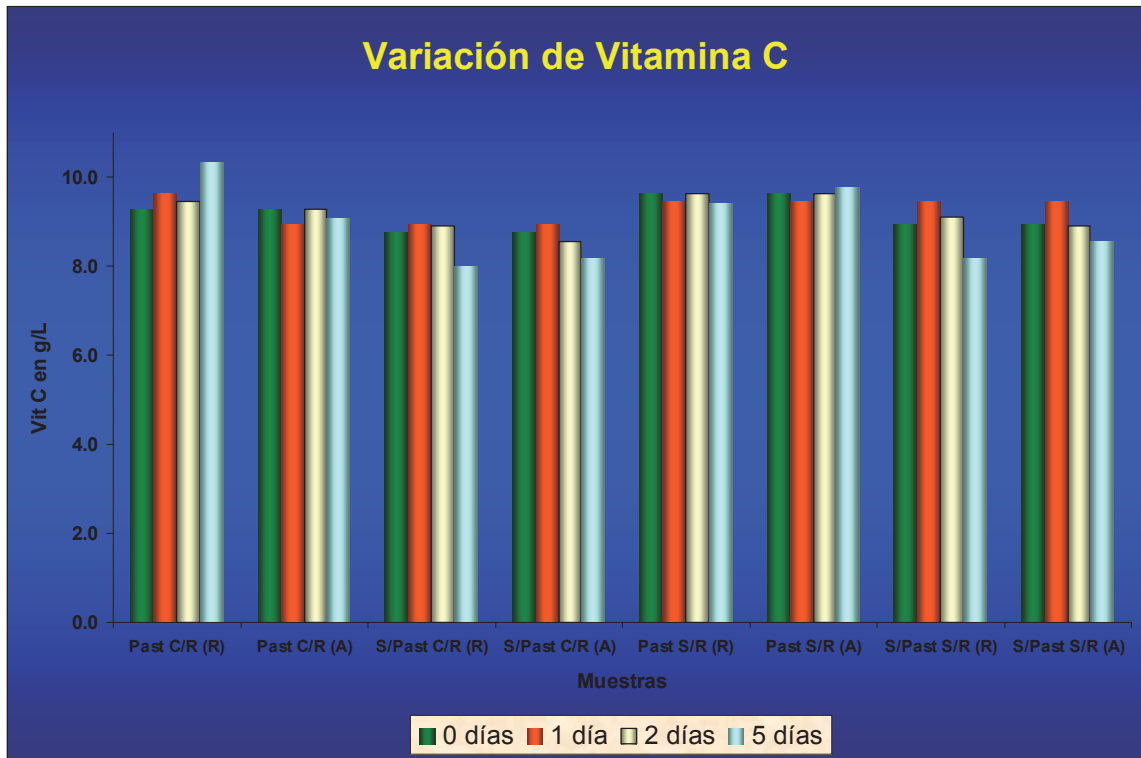
Bach. Alberto Girao



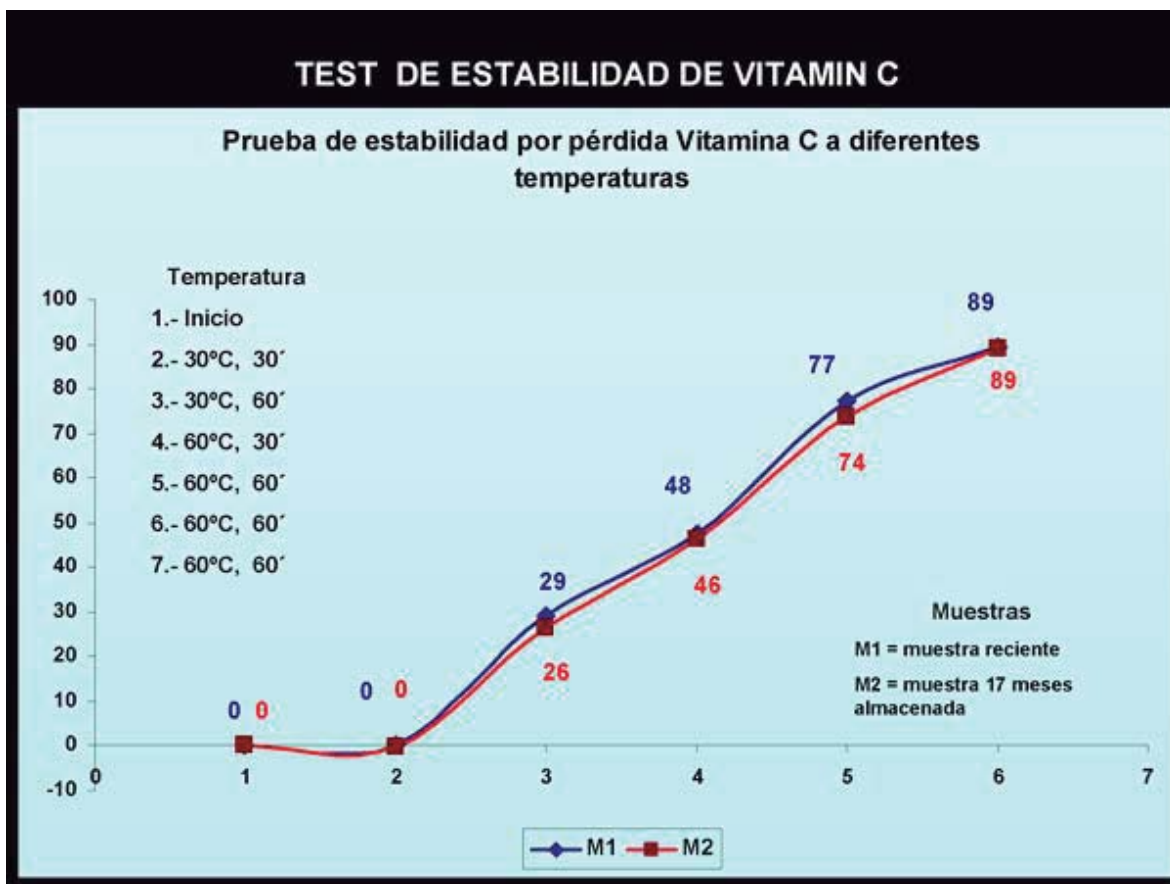
Primeras pruebas de estabilidad de la Vitamina C



Adecuación y validación de la técnica analítica para medir la Vitamina C



Pruebas de estabilidad de la vitamina C en muestras estabilizadas y pasteurizadas

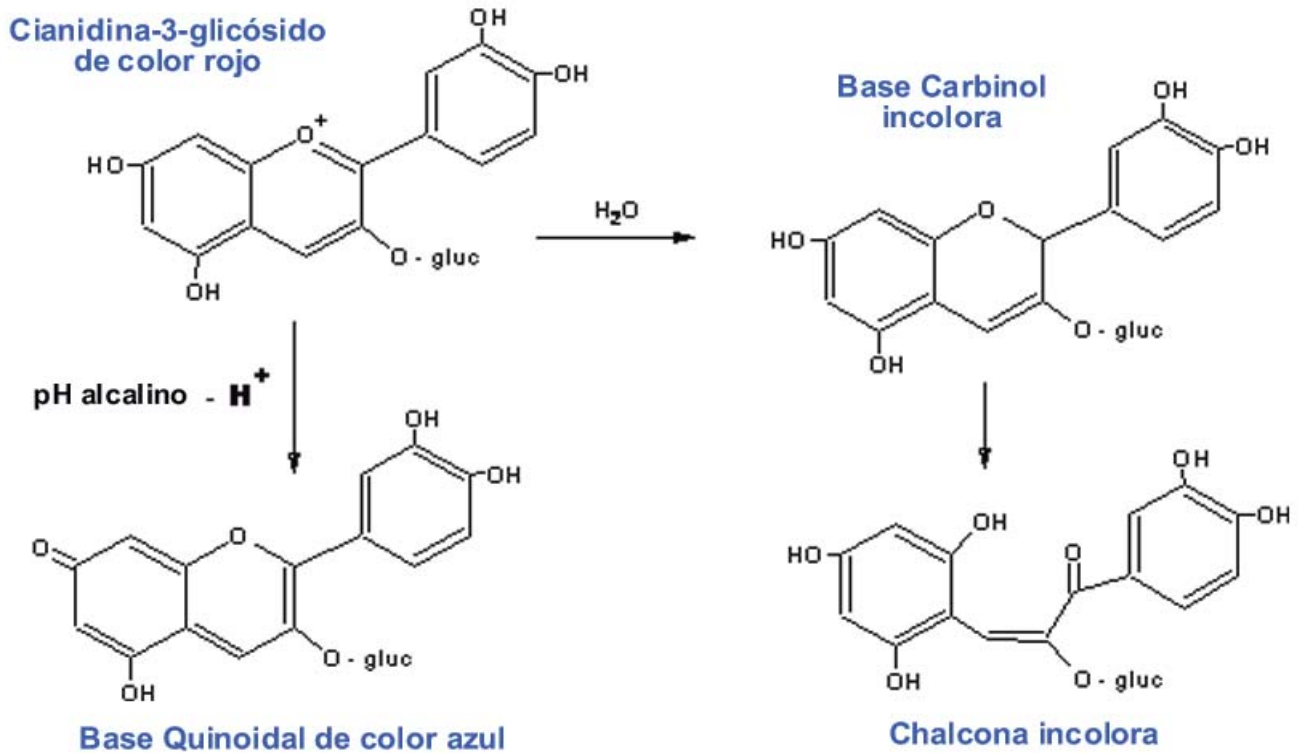


Pruebas de estabilidad de la vitamina C a diferentes temperaturas

Estabilidad del color

El color rojo del fruto de camu camu es originado por antocianinas que se encuentran en la cáscara. La responsable del color rojo y principal antocianina del camu camu es

CAMBIOS DE COLOR DE LA ANTOCIANINA DEL CAMU CAMU



la cianidina-3- glicósido que representa el 90% del total de antocianinas. A pH ácido, la cianidina tiene una estructura estable, en forma de catión flavilio, de color rojo, el incremento de pH origina la formación de la base quinoidal de color azul; la hidratación (adición de agua) en la cianidina origina la formación de la base carbinol, que no absorbe luz, por lo tanto es incolora; la hidrólisis de la base carbinol produce chalconas, que también son incoloras.

La pulpa del fruto de camu camu no contiene antocianinas, el color rosado a rojo que

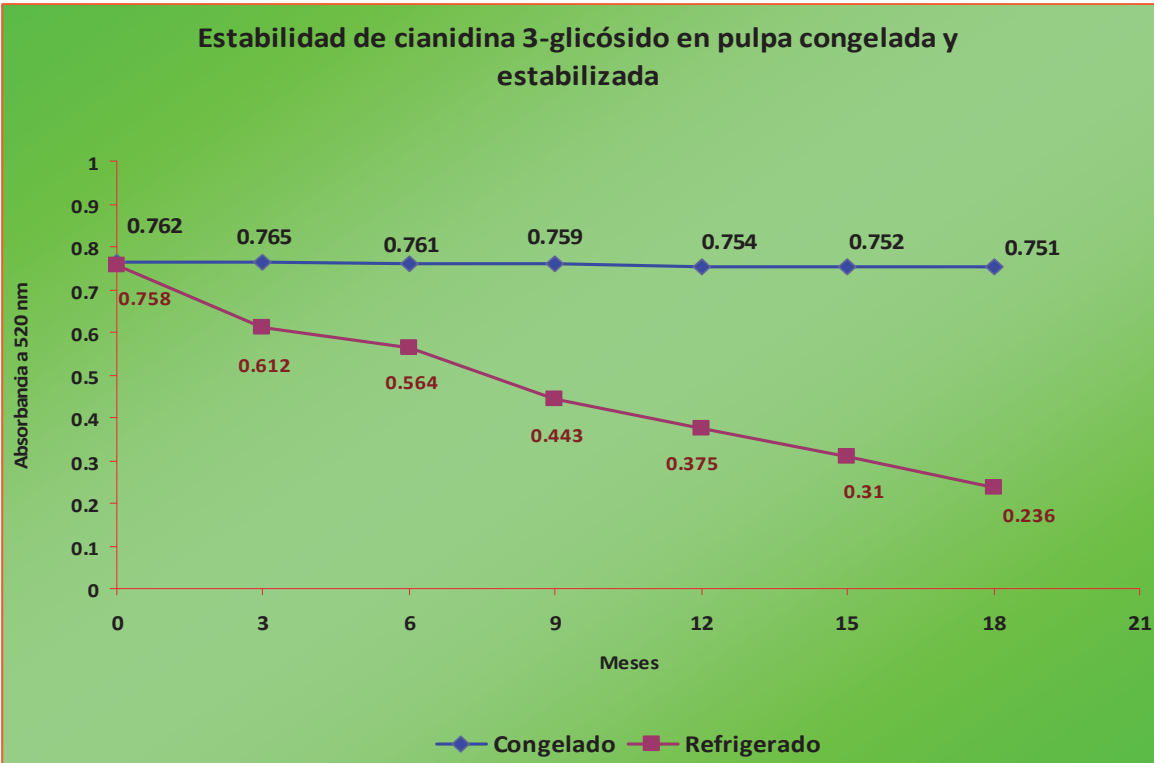


presenta la pulpa congelada se obtiene de la transferencia de antocianinas (que son muy solubles) de la cáscara; la tonalidad depende del proceso de pulpeado; hasta hace

unos 5 años, el estándar del color de la pulpa era rosado (ver Norma Técnica

Peruana de pulpa de camu camu – 2007), en esa época hicimos nuestras primeras pruebas en la Planta Piloto de la Universidad Nacional de Iquitos; luego de algunas modificaciones en el proceso del pulpeado para lograr extraer mayor contenido de antocianinas en la pulpa, obtuvimos un producto de color rojo intenso; *recuerdo como anécdota que la primera vez que presentamos este producto, generó incredulidad y se comentaba que le habíamos agregado colorantes artificiales*; en poco tiempo, los productores de pulpa adoptaron la técnica y en la actualidad el color de la pulpa es rojo, cuando se obtiene recientemente; si no se ha estabilizado, en poco tiempo el color se degrada, pierde intensidad, toma color anaranjado y finalmente incoloro; si la degradación continua puede llegar a colores más oscuros (marrón a negro). También debemos tener en cuenta que la temperatura ambiente y los procesos térmicos aceleran los procesos de cambio de color de las antocianinas.

Nuestra experiencia: Después de las modificaciones en el proceso de pulpeado para obtener un color rojo intenso, también hemos logrado una estabilización natural de las antocianinas (que resultó mucho más complicado que en la vitamina C) en la pulpa congelada del camu camu. De acuerdo a nuestros estudios de anaquel podemos afirmar que la pulpa, en condiciones adecuadas de congelamiento, mantiene el mismo contenido de antocianinas por tanto el mismo color, durante 18 meses.





A

B

A.- Pulpa de fruto maduro, obtenida del proceso normal

B.- Pulpa de fruto maduro, obtenida en proceso modificado para lograr transferir mayor contenido de antocianinas de la cáscara.



Primeras pruebas de la estabilidad de las antocianinas en la pulpa congelada de camu camu



Pruebas de evaluación del proceso de estabilización de la pulpa congelada del camu camu



Las primeras pruebas exitosas en búsqueda de estabilizar las antocianinas en la pulpa congelada de camu camu



Medida de las antocianinas en la pulpa congelada de camu camu, por espectrofotometria UV-vis



Pruebas de preparación y evaluación de estabilizadores naturales

Inestabilidad de la fruta

El fruto maduro de camu camu es muy delicado y perecible por su contenido de agua que llega al 90% y su contenido de vitamina C.

El camu camu silvestre y cultivado crece en la Amazonía, principalmente en Iquitos y Pucallpa, lo que dificulta el transporte a los mercados nacionales y que sumado al alto nivel de perecibilidad del fruto ha generado su escasa disponibilidad; el manejo del transporte del fruto se facilita cuando es verde y en esas condiciones se encuentra en algunos supermercados, pero debemos tener en cuenta la ausencia de antocianinas en la cáscara y el menor nivel de vitamina C en los frutos verde, además de diferencias en el sabor; en resumen, es necesario estudiar y evaluar las condiciones de transporte para disponer del fruto del camu camu, en condiciones óptimas y costos razonables, en el mercado nacional.





La Investigación continúa



Galeria de Fotos

Proceso de pulpeado del camu camu



Foto 1

En Iquitos – Perú el camu camu es trasladado desde su hábitat natural a la ciudad (para su comercialización y/o proceso) por vía fluvial en barcos tal como se muestra en la foto, las travesías duran entre 1 a 20 días.



Foto 2

El camu camu se empaca en jabsas de plástico, con capacidad aproximada de 20 Kg.



Foto 3

Descarga del camu camu en el puerto fluvial.



Foto 4

Continúa la descarga del camu camu.



Foto 5

Descarga del camu camu en la Planta de pulpeado



Foto 6

Después de la recepción y pesaje; el fruto se lava y se selecciona



Foto 7

El fruto limpio y seleccionado se desinfecta con soluciones de hipoclorito



Foto 8

Después de la desinfección se procede al pulpeado



Foto 9

Se obtiene la pulpa, se pesa y se almacena en congelamiento.



Foto 10

Pesaje de la pulpa obtenida.



Foto 11

Empacando la pulpa, para su almacenaje.



Foto 12

Almacenando la pulpa en la cámara frigorífica.



Foto 13

Marco del pulpeado, cáscara y semillas de fruto maduro y pintón maduro.

5

A manera de

Conclusiones

5. A manera de conclusiones

- El más alto contenido de Vitamina C en especies vegetales, reportado por la literatura científica corresponde al camu camu (K. Yuyama, J. Aguiar, L. Yuyama (2002) *Camu camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. Acta Amazónica* 32 (1): 169-174). **Por tanto, el camu es la fruta con más alto contenido de Vitamina C en el mundo.**
- Para el nombre botánico del camu camu existen dos alternativas: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh o *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh. En los reportes de la literatura científica y académica se utiliza indistintamente ambas denominaciones, incluso, existen reportes donde solo se menciona los nombres latinos, obviando los nombres de los clasificadores. **Nota.- H.B.K.** son iniciales de 3 botánicos: **Humboldt, Bonpland y Kunth.**
- En el área de investigación del cultivo, se ha laborado arduamente obteniéndose muchos resultados de interés, a pesar de los diversos intentos, consideramos que es necesario la elaboración de un documento oficial de la **Tecnología del cultivo del camu camu**, en el que se organice técnica y sistemáticamente, todos los aportes y estudios realizados.
- De la literatura científica hemos revisado 24 reportes del contenido de Vitamina C en el camu camu. Los métodos mas frecuentes son tres: HPLC, Yodometría y el método de Tillmans (2,6 diclorofenol indofenol). No existe consenso en el manejo y tratamiento de la muestra para el análisis, de la misma manera en las adecuaciones y/o modificaciones de las técnicas utilizadas. En consecuencia, las técnicas analíticas contribuyen a la gran variabilidad de los reportes del contenido de Vitamina C en el camu camu.

- Dado el gran número de reportes sobre el contenido de Vitamina C en el fruto del camu camu es necesario que los investigadores aúnen esfuerzos para elaborar un protocolo único para este análisis, que además permita utilizar las técnicas disponibles en cada grupo de investigación y/o control de calidad.
- El 60% de los reportes referidos al contenido de Vitamina C en relación al nivel de maduración del fruto de camu camu, y nuestra experiencia en múltiples análisis comparativos, nos permiten afirmar que el contenido de Vitamina C es mayor en el fruto maduro.
- La evaluación de la información de estudios farmacológicos nos indica que en el tema de las propiedades terapéuticas del camu camu aún tenemos mucho camino por recorrer. Sin embargo, las propiedades atribuidas a la Vitamina C (algunas confirmadas fehacientemente y otras aún en evaluación) y las propiedades antioxidantes de la Vitamina C y de los polifenoles (principalmente antocianinas y flavonoles) también se pueden atribuir al camu camu.
- En los aspectos tecnológicos, considerando la estructura iónica de las antocianinas lo que les confiere un alto grado de solubilidad en agua, ha permitido la modificación del proceso de pulpeado para extraer las antocianinas de la cáscara del fruto del camu camu con la misma agua de la pulpa, obteniendo un producto final con un color rojo intenso.
- De la misma manera, utilizando las características naturales propias del camu camu, se ha logrado atenuar significativamente el proceso de oxidación de la Vitamina C y la tautomerización de las antocianinas lo que permite mantener el contenido de vitamina C y el color rojo de la pulpa, cuando se mantiene en el nivel de congelación.

- En la información científica y en el desarrollo tecnológico del camu camu, aún hay un largo camino por recorrer.
- Es necesario estudiar y evaluar las condiciones de transporte para disponer del fruto del camu camu, en condiciones óptimas y costos razonables, en el mercado nacional.

ANEXO 1

Índice general de referencias bibliográficas

Índice Cronológico

1800

1. Alexander von Humboldt, Aimé Bonpland y Carl Kunth **(1823)** Nova Genera et Species Plantarum . Tomo VI.

1900

2. Claus W. Jungeblut, **(1937)** Further Observations On Vitamin C Therapy In Experimental Poliomyelitis. J. of Experimental Medicine (JEM). *October 1, 1937* Volume 66, No. 4
3. Rogers McVaugh **(1963)** Tropical American Myrtaceae, II. Fieldiana: Botany. Vol. 29. Num. 8. pp. 501-502.
4. Whitman W. F. **(1974)** Three unusual tropicals, the camu camu, the wan maprang and the manila santol. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 1974 87: 375-379
5. Brand, J. C., Truswell, A. S., Lee, A., & Cherikoff, V. **(1982)**. An outstanding food source of vitamin C. Lancet, 2, 873.
6. J.A. Vinson and P. Bose. **(1983)** Comparative Bioavailability of Synthetic and Natural Vitamin C in Guinea Pigs. Nutrition Reports International, 27, no.4
7. FAO. **(1986)** Food and fruit-bearing forest species 3: Examples from Latin America
8. Daniel Burckhardt & Guy Couturier. **(1988)** Biology and taxonomy of Tuthilia cognata (Homoptera: Psylloidea), a pest on Myrciaria dubia (Myrtaceae) . Annis Soc. ent. Fr. 1988, 24 (3) : 257-261,

9. Peters et al. **(1989)** Oligarchic Forests of Economic Plants in Amazonia: Utilization and Conservation of an Important Tropical Resource. Conservation Biology. Volume 3, Issue 4
10. Guy Couturier & Elva Tanchiva, **(1991)** *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytidae) nueva plaga del "camu camu" (*Myrciaria dubia*., Myrtaceae). Rev. per.ent. 34: 31-32.
11. Guy Couturier, Herminio Inga Sánchez y Elva Tanchiva. **(1992)** Flores Insectos fitofagos que viven en *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), FOLIA AMAZONICA VOL. Nº 4(1)
12. Renaud S, De Lorgeril M. **(1992)** Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease. Lancet 1992; 339: 1523-6.
13. Zapata and Dufour **(1993)** Camu-Camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh: Chemical Composition of Fruit. J Sci Food Agric, 61, 349-351
14. Guy Couturier. Elva Tanchiva, Ronaldo Cárdenas, José Gonzáles y Herminio Inga **(1994)** Los insectos plaga del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) y del araza (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) identificación y control. SERIE Informes Técnico N0 26. INIA – 1994
15. J.S. Andrade et al **(1995)** Changes in the concentration of total vitamin c during maturation and ripening of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) fruits cultivated in the upland of brasilian Central Amazon. Acta Horticulturae 370: International Symposium on Tropical Fruits
16. O. Ninahuanca y D.Tejada **(1995)** Estudio químico bromatológico comparativo de la *Myrciaria dubia* HBK (arbusto) y la *Myrciaria* sp. (árbol) [Camu Camu] de la región Ucayali. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM. Facultad de Farmacia y Bioquímica
17. Hiroshi Uchiyama et al **(1996)** Seed morphology and germination of Camu-Camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae). Bull. Coll. Agr, and Vet, Med, , Nihon Univ. No 53. 92-95 (1996)
18. J. Comeles y A. Martínez **(1997)** Paradojas de la antropología médica europea. Nueva Antropología. Rev. De Cienc. Soc. Núm. 52-53. Agosto
19. C.T.C. Silva, J.S. Andrade **(1997)** Postharvest modifications in camu camu fruit in response to stage of maturation and modified atmosphere. ISHS Acta Horticulturae 452: International Symposium on Myrtaceae
20. Sidney Alberto Do Nascimento Ferreira, Daniel Felipe De Oliveira Gentil, **(1997)** Propagacao assexuada do camu camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo Garfagem. Acta Amazonica. 27 (3): 163-168. 1997

21. K. Yuyama et al. (1999) Efeitos do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de muda de camu camu (*Myrciaria dubia*). *Acta Amazonica*. 29 (4): 647-650. 1999
22. Holst, B. K. (1999) Myrtaceae. In P. M. Jørgensen and S. León-Yáñez, eds., *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75:618–622.

2000

23. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Micky M; Rodríguez M. (2000) Avances en la introducción de genotipos de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
24. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Tord P; Falconi F; Barbaran J. (2000) Aplicaciones Biotecnológicas en camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) a condiciones In Vitro. Resúmenes de IV Congreso Peruano de Genética. Lima- Perú
25. Justi, K. et al. (2000) Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *ALAN*, vol. 50, no. 4, p. 405-408
26. M. Franco and T. Shibamoto (2000) Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Aracü a-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacüu (*Theobroma grandiflorum*). *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1263-1265
27. S. Mosca, H. Cingolani (2000) Protección de la función miocárdica post-isquemia por el vino tinto cabernet-sauvignon argentino, *Medicina* Vol. 60 – Nº 5/2
28. Men De Sá Moreira De Souza Filho et al (2000) Formulações de néctares de frutas nativas das regiões norte e nordeste do Brasil. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 275-283, jul./dez. 2000

2001

29. R. García et al. (2001) Uso de la pulpa refinada de camu camu y arazá en la elaboración de paletas congeladas de plátano. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, v.1, nº 1, p. 15 – 21

30. H. Inga et al (2001). Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVAUGH (H.B.K.) camu camu. FOLIA AMAZÓNICA Vol 12 (1-2)
31. Imán, C. S. (2001) Caracterización y evaluación de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh. Ing. Agrónomo, Investigador de la DNI. Recursos Genéticos. Estación Experimental Agraria “San Roque” INIEA - Iquitos.
32. Anguiz, R. (2001) Estrategias para el mejoramiento genético del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) en la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

2002

33. Zuleyka Ramos (2002) Evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de *Myrciaria Dubia* H.B.K. (CAMU-CAMU) que reducen el contenido de vitamina c (ácido ascórbico). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, v.2 n° 2 p. 89 – 99
34. Gutiérrez-Rosati A; Parra R. G; Tord P. 2002. Determinación del número cromosomal de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh): Estudio comparativo de 4 poblaciones naturales. *Agrum*. Año 2. No 3. UNALM.
35. Antonio López , Fernando Rodríguez (2002) Microzonificación del cultivo de *Myrciaria dubia* HKB Mc Vaugh “camu camu” en suelos aluviales de la región Ucayali. *Folia Amazónica* Vol. 13 (1-2)
36. G. Maco Luján, J. Villacrés Vallejos, M. Pinedo Panduro. (2002) Germinación y desarrollo inicial de *Myrciaria dubia* Y *Myrciaria* sp, con relación al tamaño de semilla y tipos de sustrato. Tesis Universidad nacional de la Amazonía Peruana.
37. K. Yuyama, J. Aguiar, L. Yuyama (2002) Camu camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazónica* 32 (1): 169-174.
38. J. C. P. Steele et al (2002) Two novel assays for the detection of haemin-binding properties of antimalarials evaluated with compounds isolated from medicinal plants. *J. Ant. Chem.* 50, 25
39. Alves, R. E. et al (2002). Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): A rich natural source of vitamin C. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 46, 11–13.

40. M. Mues et al (2002) ,Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. Revista Brasil. Bot., V.25, n.4, p.441-448
41. D. Oliveira et al. (2002) Preparação das subamostras, temperatura e período de secagem, grau de umidade de sementes de camu-camu_(*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). Revista Brasileira de Sementes, vol. 24, nº 2, p.62-69, 2002
42. L. Yuyama et al (2002) Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), camu-camu (*Myrciaria Dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) e Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Acta Amazonica. 32 (3) 491- 4
43. L. Yuyama et al (2002) Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação anti anêmica? . Acta Amazonica. 32 (4) 625-633
44. J. C. P. Steele et al (2002) Two novel assays for the detection of haemin-binding properties of antimalarials evaluated with compounds isolated from medicinal plants. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 50, 25–31
45. Men De Sá Moreira De Souza Filho et al (2002) Nota Prévia: Avaliação Físico-química e Sensorial de Néctares de Frutas Nativas da Região Norte e Nordeste do Brasil: Estudo Exploratório. Braz. J. Food Technol., 5:139-143, 2002

2003

46. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; 2003. Determinación del número cromosomal de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh): Estudio comparativo de 4 poblaciones naturales. Agrum. Año 3. No 6. UNALM.
47. Gutiérrez-Rosati A; Inguil E; Hazel, E. (2003) Propagación clonal in vitro de plántulas de "camu camu" (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) . Agrum. Año 3. No 6. UNALM.
48. Cartilla para la propagación del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) mediante injerto. (2003). Asociación TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA. *Proyecto "Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh)"*
49. Cartilla para la instalación y manejo de viveros y plantaciones de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh). (2003). TRÓPICOS - CIRGEBV - FDA . *Proyecto "Uso sostenible de especies vegetales amazónicas de importancia económica: camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. McVaugh)"*

50. S. Do Nascimento Ferreira, D. De Oliveira Gentil **(2003)** Armazenamento de Sementes de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 440-442,
51. S. Do Nascimento Ferreira et al. **(2003)** Danos de *Conotrachelus dubiae* (Coleoptera: Curculionidae) em frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 544-545
52. Erivaldo Jose Scaloppi Junior et al **(2003)** Clonagem do Camu-camu em Jaboticabal SP. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 47:134-136.
53. Eduardo Suguino et al. **(2003)** Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477-1482
54. L. Yuyama et al. **(2003)** Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. Acta Amazonica. 33 (4): 549 - 554.
55. R. Maeda Y J. Andrade **(2003)** Aproveitamento do camu-camu (*myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. Acta Amazonica. 33 (3): 489-498.
56. C. Dib et al **(2003)** Study of the microencapsulation of camu-camu (*Myrciaria dubia*) juice. J. microencapsulation. vol. 20, no. 4, 443–448

2004

57. César Delgado, IIAP y Guy Couturier, IRD. **(2004)** Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu. IIAP - IQUITOS /IRD - FRANCIA Lima, octubre del 2004
58. A. Teixeira et al. **(2004)** Esterases no exame da estrutura populacional de Camucamu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). Acta Amazónica. Vol. 34(1) 89 – 96
59. NM Ivanauskas, R Monteiro **(2004)** Structure of patch of Amazonian forest in the alto rio Xingu basin. Acta Amazonica.
60. H. Ueda et al **(2004)** Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. Phytomedicine v.11 pp. 652–656
61. Ismael De Jesus Matos Viégas et al **(2004)** Efeito da omissão de macronutrientes, sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de camucamuzeiro. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 315-319, Agosto 2004

62. Mêne, DC. M.; Yuyama, K.; Fernandes, DC. A. **(2004)** Produção de mudas de camu-camu utilizando sementeira direta em tubetes, em diferentes condições de sombreamento e substratos. XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis. pp. 360-365.
63. D. Oliveira et al. **(2004)** Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. *Bragantia*, Campinas, v.63, n.3, p.421-430
64. C. Zanatta **(2004)** Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*myrciaria dubia*) Tesis. Universidade Estadual de Campinas
65. C. H. Azevedo and D. B. Rodriguez **(2004)** Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS *J. of Food Comp. and An.V.17*, Issues 3-4
66. M. L. Leitão et al. **(2004)** Ocorrência de *Tuthillia cognata* Hodkinson, Brown & Burckhardt, 1986 (Hemiptera: Homoptera, Psyllidae) em plantios experimentais de camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh em Manaus (Amazonas, Brasil). *Acta Amazónica*. VOL. 34(1): 115 – 119
67. R. B. Rodrigues et al **(2004)** Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu–camu juice (*Myrciaria dubia*). *Journal of Food Engineering*. Volume 63, Issue 1, June 2004, Pages 97-102
68. Mara Reis Silva et al **(2004)** Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de cajudo-cerrado refrigerados e congelados. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34 (1): 9-14, 2004

2005

69. Antonio López, Weldy Romero, Víctor Vargas y Edgar Díaz **(2005)** Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh camu camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa. *Folia Amazónica* Vol. 14 (2)
70. Tatiana Angélica Rojas Ayerve y María Cecilia Alegría Arnedo **(2005)** Influencia de los encapsulante: goma arabiga y dextrina sobre la calidad del camu camu liofilizado. *Anales Científicos UNALM*. 2005
71. L. Guzman et al **(2005)** Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) contrarresta el efecto genotóxico de Bromato de Potasio - Prueba in vivo de Micro núcleos, *ECl*. 2005 N°1

72. T. Rojas Ayerve y M. Arnedo **(2005)** Influencia de los encapsulante: goma arabiga y dextrina sobre la calidad del camu camu liofilizado. Anales Científicos UNALM 2005.
73. Rodney Vega Vizcarra **2005** Liofilización de pulpa de Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh, camu camu . FOLIA AMAZÓNICA 14 (2) – 2005
74. Carlos Oliva y Antonio López **(2005)** Efecto del ácido naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de camu camu Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh. Folia Amazónica Vol. 14 (2)
75. Carlos Oliva **(2005)** Efecto de los ácidos naftalenacético e indolbutírico en el enraizamiento de estacas de camu camu Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh. Folia Amazónica Vol. 14 (2)
76. Carlos Oliva **(2005)** Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh camu camu arbustivo, en Ucayali-Perú. Folia Amazónica Vol. 14 (2)
77. Carlos Oliva, Víctor Vargas y Carlos Linares **(2005)** Selección de plantas madre promisorias de Myrciaria dubia (HBK) MC VAUGH, Camu camu arbustivo, en UCAYALI-PERÚ. Folia Amazónica Vol. 14 (2)
78. H. Guija et al **(2005)** Propiedades prooxidantes del camu camu (Myrciaria dubia). An Fac Med Lima. 66(4)
79. Zanatta et al. **(2005)** Determination of anthocyanins from camu-camu (Myrciaria dubia) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR.. Journal of agricultural and food chemistry, 53 (24), p.9531-9535
80. Silva, M.A. **(2005)** Ascorbic Acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of CAMU-CAMU (Myrciaria dubia [H.B.K.] McVaugh) Slices at Different Air Temperatures. Dry. Tech., 23: 2277–87
81. Silva, M.A. **(2005)** Ascorbic Acid Thermal Degradation During Hot Air Drying of camu camu (Myrciaria dubia [H.B.K.] McVaugh) Slices at Different Air Temperatures. Dry. Tech., 23
82. 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
83. Dominique Pallet et al **(2005)** Applications des technologies membranaires aux traitements de jus de fruits brésiliens. Cahiers Agricultures. Volume 14, Numéro 1, 159-63, Janvier-Février 2005
84. Plan Operativo de Producto Camu Camu. Región Ucayali. **(2005)**. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

85. Evaluación económica de plantaciones de camu camu (*Myrciaria dubia* H. B. K.) – UCAYALI. (2006). IIAP. Luis Alvarez Gomez y Sandra Rios Torres. Iquitos, Perú.
86. Diana Pérez and José Iannacone (2006) Control químico de la antracnosis causado por *Colletotrichum gloeosporioides* en el cultivo del camu camu en Ucayali, Perú 2006, Fitopatol. Bras. 31(5)
87. G. García Morán et al. (2006) Aspectos bioclínicos y patobiológicos de la vitamina C en la especie humana. Revista CES MEDICINA Volumen 20 No.2 Julio - Diciembre / 2006
88. O. Ortiz y R. Suarez. (2006) Determinación de las condiciones óptimas de almacenamiento del fruto camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en atmósferas modificadas. Tesis. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad De La Salle. BOGOTÁ
89. J. Penn (2006) The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): a tree planting programme in the peruvian amazon. Forests, Trees and Livelihoods, 2006, Vol. 16, pp. 85–101
90. E. Gressler (2006) Polinizacao e dispersao de sementes em Myrtaceae do Brasil. Revista Brasil. Bot., V.29, n.4, p.509-530, out.-dez. 2006
91. Silva, M.A. et al. et al. (2006) Water sorption and glass transition of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) pulp. J. of Thermal Anal. and Calorimetry, 84 (2), p.435-439
92. Silva M.A. et al. (2006) Water sorption and glass transition of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) pulp. J. of Thermal Anal. and Calor., 84 (2), p.435-439
93. R. N. Maeda et al (2006) Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(1): 70-74
94. X. Bardales et al. (2006). Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*), a new option for productive systems in the colombian amazonian region. ISHS Acta Horticulturae 773. 2006
95. R.B. Rodrigues et al. (2006). Antioxidant capacity of camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) pulp. Nutrition. Vol 30/NR 9

96. F. Marx et al (2006) The total oxidant scavenging capacity (TOSC) assay and its application to european and under-utilized brazilian fruits. Institute of Nutrition and Food Sciences. University of Bonn
97. Araluce Regina De Souza Lima (2006) Produção de pectinases por *Aspergillus* e clarificação de suco de camu-camu com poligalacturonases e pectinesterases. Tesis Universidade Federal Do Amazonas
98. Nagamine Ken'ichi (2006) Application of the camu-camu fruit to cosmetic. *Fragr J* VOL.34;NO.8;PAGE.62-64,65-68(2006)

2007

99. José Iannacone, Diana Perez y Alfredo Tueros (2007) Ciclo de vida y aspectos poblacionales de *Edessa aff. aulacosterna* Stal, 1872 (Heteroptera: Pentatomidae) chinche del fruto del camu camu (Myrtaceae) en zona de restinga, Ucayali, Perú, *Acta Amazónica*. vol. 37(4) 2007: 635 – 642
100. Norma Técnica Peruana: NTP 011.030 (2007) Productos Naturales. Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos
101. Norma Técnica Peruana: NTP 011.031 (2007) Productos Naturales: Pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones y requisitos
102. Verástegui, P. M.; Estrada, J. R.; Roca, M. W. (2007). Propagación clonal del camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc. Vaugh, embriogénesis somática. Laboratorio de Recursos genéticos y biotecnología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
103. Muñoz, A.; Ramos-Escudero, D.; Alvarado-Ortiz, C. (2007) Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista Sociedad Química del Perú* Vol. 73 (3): p. 142 – 149.
104. María Soledad Hernández et al (2007) Manejo, uso y aprovechamiento de frutales nativos de la Amazonia colombiana . V Congreso Iberoamericano De Tecnología Postcosecha Y Agroexportaciones 2007
105. Clara E. Quijano Celis, Jorge A. Pino. (2007) Constituyentes volátiles de las hojas de camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh. *Rev. Cub. Quim.* Vol. XIX, N° 1
106. C. E. Quijano, J. A. Pino. (2007) Analysis of Volatile Compounds of camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mcvaugh) Fruit Isolated by Different Methods. *J. of Essential Oil Research*. Vol. 19, Issue 6

107. Michael Netzel et al (2007) Native Australian fruits — a novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8 (2007) 339–346
108. Allerslev, R. K. (2007) Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruits. Tesis. Facultad de Biología. New York, USA.)
109. L. Zamudio (2007) Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Tesis. Universidade de Brasília. Faculdade de Ciências da Saúde.
110. C. Zanatta, A. Z. Mercadante (2007) Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry* 101. 1543–1549
111. L. Bravo Zamudio (2007) Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Tesis. Universidade de Brasília.
112. R. N. Maeda et al (2007) Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). *Ciênc. Tec. Aliment., Campinas*, 27(2): 313-316.
113. C. Zanatta, A. Z. Mercadante (2007) Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu–camu (*Myrciaria dubia*) *Food Chemistry* 101. 1543–1549

2008

114. E. Ramos et al (2008) Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. *Rev Acad Peru Salud* 15(1)
115. Diana Pérez, José Iannacone. (2008) Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del camu camu. *Acta Amazónica*. vol. 38(1) 2008: 145 – 152
116. C. Oliva y M. Vilela De Resende (2008) Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu camu arbustivo en la amazonía peruana. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 30, n. 2, p. 450-454.
117. M. Mariñas et al (2008) Conservación de pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh), concentrado a vacío y tratado con ultrasonido; y estudio de sus componentes bioactivos.
http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/huanuco/fondecyt_conservacion_de_pulpa_de_camu_camu.pdf

118. Proyecto: Programa Integral para el aprovechamiento sostenible del Camu Camu en cuencas seleccionadas del departamento de Loreto. **(2008-2009)**. Informe de las actividades realizadas al 2008 año del Proyecto.
119. S. Rojas G. et al **(2008)** Desarrollo y mapeamiento de microsatélites génicos (EST-SSRs) de camu-camu. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 9(1), 14-21
120. D. Gutierrez et al **(2008)** Evaluación de la actividad antiplasmódica in vitro de extractos de *Euterpe oleracea*, *Myrciaria dubia* y *Croton lechleri*. BIOFARBO, VOL 16. pp. 16-20
121. Teruo Inoue et al **(2008)** Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. J. of Cardiology **52**, 127—132
122. Reynertson et al. **(2008)** Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. Food Chemistry, 109 (4), p.883-890
123. K. Yuyama et al **(2008)** Efeito da adubação N e K na composição nutricional de fruto de camu-camu, na Amazônia Central. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura.
124. O. Smiderle e R. de Sousa **(2008)** Physical characteristics and C vitamin content of Camu-camu two maturation phases. Revista Agro@ambiente On-line, v. 2, n. 2, p. 61-63
125. E. Suguino et al **(2008)** Influência da propriedade física do substrato no desenvolvimento de plantas de camu-camu. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 12 a 17 de Outubro.
126. K. Yuyama et al **(2008)** Efeito da adubação n e k na composição nutricional de fruto de camu-camu, na Amazônia Central. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 12 a 17 de Outubro de 2008
127. D. B. Rodriguez et al **(2008)** Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition J. of Food Comp. and Anal.. Vol. 21, Nº 6
128. J. Pino y C. Quijano **(2008)** Volatile Constituents of Camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) leaves. J. of Ess. Oil Res. Vol. 20, Nº 3
129. M.I. Genovese et al **(2008)** Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. Food Sci Tech Int ;14(3):207–214
130. M. A. da Silva et al. **(2008)** Phase Transitions of Frozen Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) Pulp: Effect of Cryostabilizer Addition. Food Biophysics (2008) 3:312–317

- 131.** S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh). *Fitoica*. Año 4 – N° 1. pp. 23-32
- 132.** S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*Camu-camu*”. *Fitoica*. Año 4 – N° 1, pp. 12-22
- 133.** S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa del contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, maracuyá *Passiflora edulis* Sims y cocona *Solanum sessiliflorum* Dunal. *Fitoica*. Año 4 – N° 3. pp. 7-14
- 134.** Patente **(2009)** Method for stabilizing L-ascorbic acid, liquid extraction preparation, solid extract, and semi-fluid extract. Inventor: Artemio Chang Canales. 10 December **2009**
- 135.** Rengifo, Elsa **(2009)** Monografía: Camu camu camu - *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh. Perúbiodiverso. Lima, Perú.
- 136.** A. Muñoz et al. **(2009)** Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu, guinda, tomate de árbol y carambola, cultivadas en Perú. *Rev Soc Quím Perú*. 75 (4)
- 137.** N. Salas de la T. et al **(2009)** Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de *myrciaria dubia* (camu camu), orientado a reducir efecto genotóxico en niños de edad escolar. *Rev. Per. Quím. ing. Quím.* vol. 12 n.º 2, 2009. Págs. 34-41
- 138.** M. Pinedo **(2009)** Camu-camu: Innovación del agro en la Amazonia Peruana; Perspectivas. Encuentro Económico, Región Loreto 22-23 oct 2009
- 139.** Sotero, S. V.; Silva, D. L.; García, DS. D.; Imán, C. S.; **(2009)**. Evaluación de la actividad antioxidante de pulpa, cáscara y semilla del fruto de camu camu. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 75 (3).
- 140.** X. Bardales-Infante et al **(2009)** Evaluación del contenido de ácido ascórbico y antocianinas en pulpa y jugo clarificado de camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh) mediante HPLC Reunión Regional da SBPC em Tabatinga - Tabatinga / AM – 2009
- 141.** K. Pacci-Salazar **(2009)** Eficacia tópica de *Myrciaria dubia* en la curación de quemaduras de segundo grado en ratas Holtzman. *CIMEL* Vol. 14, N° 1

142. Fernandes, M. et al (2009) Evaluation of methods for dormancy breaking in camu-camu (*Myrciaria dubia*). Seed Science and Technology, Volume 37, Number 3, pp. 539-543(5)

2010

- 143.** R Alvis et al. (2010) Efecto citoprotector del camu-camu *Myrciaria dubia* en tres líneas celulares de ratón expuestos in vivo a bromato de potasio. Rev. Peru biol v.17 n.3
- 144.** Pinedo M. et al. (2010) Camu camu (*Myrciaria dubia* – Myrtaceae). Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonía Peruana. IIAP. ISBN 978-612-00-0568-2
- 145.** J. Villanueva-Tiburci 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,
- 146.** V. Torres (2010) Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba, cocona y camu camu Tesis. Escuela Politécnica Nacional – Ecuador
- 147.** M. Rufino et al (2010) Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry 121. 996–1002
- 148.** T. Akachi et al. (2010) 1-Methylmalate from Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) Suppressed D-Galactosamine-Induced Liver Injury in Rats. Biosci. Biotechnol. Biochem., 74 (3), 573–578.
- 149.** T. Myoda et al. (2010) Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8 (2): 304-307.
- 150.** T. Myoda et al. (2010) Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8 (2): 304-307.
- 151.** Yanna Paz Peuckert et al (2010) Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dúbia*) Alim. Nutr., Araraquara v.21, n.1, p. 149-154, jan./mar. 2010
- 152.** Vanessa Bordin Viera et al (2010) Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia*) Alim. Nutr., Araraquara v.21, n.4, p. 519-522, out./dez. 2010

2011

153. K. Yazawa et al. (2011) Anti-Inflammatory Effects of Seeds of the Tropical Fruit Camu-Camu (*Myrciaria dubia*)
154. S. Iman et al. (2011) 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(2011) 123 – 130
155. Salvador Rojas, Yuyama K. Clement Ch., Eduardo Ossamu Nagao (2011) Diversidade genética em acessos do banco de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) do INPA usando marcadores microssatélites (EST-SSR). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (2011) 12(1), 51-64

2012

156. J. K. Benício Alves; C. G. Bacelar-Lima; E. Alves Chagas; R. M. Bardales Lozano; M.I. Garcia Ribeiro; J. De Oliveira Vilena. (2012) Caracterizacao Biométrica e Química de frutos de populacoes de camu camu, Caracarai Roraima /RR– BRASIL. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Octubre 2012
157. T.K. Lim (2012) Edible medicinal and non medicinal plants. Vol 2, Fruits. Springer Sciences. e-ISBN 978-94-007-1764-0
158. L. Ruiz et al. (2012) Plants used by native Amazonian groups from the Nanay River (Peru) for the treatment of malaria. *Journal of Ethnopharmacology* 133 (2011) 917–921
159. Maíra Cássia Schwertz. (2012) Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. *Rev. Nutr.* vol.25 no.1 Campinas
160. K. Yuyama et al (2012) Avaliação de desenvolvimento e química dos frutos de camu-camu cultivado sobre diferente fonte de adubação, consorciação e irrigação. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura.
161. M. L. Da Silva et al (2012) Diferentes concentrações de hipoclorito sódico e tempos de imersão na desinfestação de sementes de camu-camu cultivadas in Vitro. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura.
162. C. Santos Da Silva (2012) O Gênero *Myrciaria* O.Berg (MYRTACEAE) Na Amazônia Brasileira. Tesis. Universidade Federal Rural da Amazônia

- 163.** A. Rodrigues de Souza **(2012)** Estabilização de moléculas bioativas presentes em suco de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) pela integração dos processos de Osmose Inversa, Evaporação Osmótica e Atomização. Tesis. Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro.
- 164.** Maria Da Conceição Da Rocha Araújo et al **(2012)** Uso de antibioticos na controle da contaminacao in vitro de segmentos caulinares de camu camuzeiro. XXII Congreso Brasileiro de Fruticultura. Octubre 2012.
- 165.** M. C. Schwertz et al **(2012)** Hypolipidemic effect of camu-camu juice in rats. Rev. Nutr. Campinas, 25(1):35-44, jan./fev., 2012

ANEXO 2

Nuestras Publicaciones sobre el camu camu

- S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh). *Fitoica*. Año 4 – N° 1. pp. 23-32
- S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*Camu-camu*”. *Fitoica*. Año 4 – N° 1, pp. 12-22
- S. Klinar, A. Chang, J. Chanllío. **(2009)** Evaluación comparativa del contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, maracuyá *Passiflora edulis* Sims y cocona *Solanum sessiliflorum* Dunal. *Fitoica*. Año 4 – N° 3. pp. 7-14

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN DEL FRUTO DE CAMU – CAMU (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) SEGÚN NTP 011:030:2007

Silvia Klinar Barbuza, Artemio Chang Canales, Jorge Chanllío Lavarello

INTRODUCCIÓN

El camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) se considera, a nivel internacional, como la principal fuente de Vitamina C natural; por lo tanto el contenido de dicha vitamina es el parámetro más importante en la utilización del fruto de esta especie. El camu camu contiene más vitamina C que cualquier otra fruta conocida en el planeta. El contenido de vitamina C oscila entre 1.80 y 2.80 g por 100 grs. de camu camu. Comparada con la naranja, el camu camu proporciona 30 veces más vitamina C, 10 veces más hierro, 3 veces más niacina, dos veces más riboflavina, y cincuenta por ciento más fósforo. El camu camu se consume tanto en la industria de alimentos como en la farmacéutica. En la primera, la pulpa de camu camu se usa para producir principalmente: jugo, néctar, mermelada, helado, yogurt. Por su elevado contenido de ácido cítrico, el camu camu se utiliza en la elaboración de productos multivitamínicos, combinándole

con otras frutas tropicales. En la industria farmacéutica y luego de un proceso de liofilización, la pulpa de camu camu sirve para elaborar tabletas y cápsulas como fuente de vitamina C natural. (1,2,3,4)

Debido a la zona de cultivo (en la zona de selva baja en Pucallpa e Iquitos), las dificultades en la cosecha, la inestabilidad del fruto y las dificultades en el transporte hacia los centros de comercialización; conllevan a la cosecha preferentemente del tipo verde pintón; justificándose, además, por referencia que tiene mayor contenido de Vitamina C, aunque no se han publicado estudios o análisis que lo demuestren. Dado el metabolismo de las plantas y en particular de los frutos, es probable que dicha referencia no se ajuste a la realidad y que los frutos maduros tengan el mayor contenido de Vitamina C. En este trabajo se establece la relación entre el estado de maduración y el contenido de Vitamina C; lo que proporciona información adecuada para determinar el estado de maduración óptimo para la cosecha. La norma técnica peruana del camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) clasifica el fruto de acuerdo al color de la cáscara como indicativo de madurez del fruto en: maduro (100% de color rojo oscuro); pintón-maduro (50% de color rojo oscuro); verde pintón (menos del 50% de color rojo oscuro) e inmaduro (ausencia de color rojo oscuro); en cuanto a la clasificación por contenido de vitamina C, en nivel 1 (1800 mg/100g) y nivel 2 (menos de 1800 mg/100 g). Esta manera de clasificación no permite correlacionar el contenido de vitamina C por estado de madurez del fruto. (1,2)

En ese marco, el presente trabajo corresponde a la evaluación de vitamina C en el fruto del camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) clasificado de acuerdo al color de la cáscara como indicativo de madurez, tal como lo establece la NTP 011:030:2007 del “*camu camu*”. La evaluación se realizó utilizando la técnica LIDY 001- VITC-2007: para cuantificar vitamina C, desarrollada y adaptada por Yamano del Perú. (1, 5, 6, 7, 8) En el presente trabajo se ha comprobado que el contenido de vitamina C se incrementa con el grado de madurez del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*camu camu*”.

EXPERIMENTAL

Muestras.-

- . Frutos de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "*camu camu*" **inmaduro**
 - . Frutos de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "*camu camu*" **verde-pintón**
 - . Frutos de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "*camu camu*" **pintón-maduro**
 - . Frutos de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "*camu camu*" **maduro**
- Las muestras corresponden a frutos silvestres, colectados en Iquitos-Perú

Preparación de extractos.- 100 g de material vegetal licuan con agua y se extraen por percolación hasta un volumen de 200 mL.

Evaluación de la Vitamina C La Vitamina C se evaluó mediante la TECNICA LIDY 001-VITC-2007: PARA CUANTIFICAR VITAMINA C EN JUGO DE CAMU CAMU.

Fundamento de la Técnica.- Valoración por óxido reducción, utilizando como valorante una solución de Yodo y como indicador una solución de almidón. Se utiliza un estándar de Vitamina C. **Preparación del Valorante** El Yodo metálico se disuelve en una solución que contiene IK, en agua destilada, se agrega HCl y luego se completa a volumen en una fiola.

Preparación del estándar Pesar exactamente una cantidad de Vit. C USP, agregar de agua destilada y H₂SO₄ 2N.

Titulación del estándar

Al estándar preparado se le agrega solución de almidón y se procede a valorar con el valorante hasta el punto final (aparición de color azul, permanente).

Calcular el título del estándar con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{\text{mg E}}{\text{mL v}}$$

T (título del valorante) = mg de vit C por 1 mL del Valorante

mg E = mg tomados del estándar

mL v = mL de valorante consumidos

Preparación de la muestra

Tomar un volumen exactamente medido del extracto de camu camu, diluir con agua destilada y añadir H_2SO_4 2N

Determinación cuantitativa

A la muestra preparada se le agregan solución de almidón, y se procede a valorar con el valorante hasta el punto final (aparición de color azul, permanente)

Cálculos

Se aplica la siguiente fórmula: % de Vitamina C = $T \times mL_m \times 20$

T = título del valorante

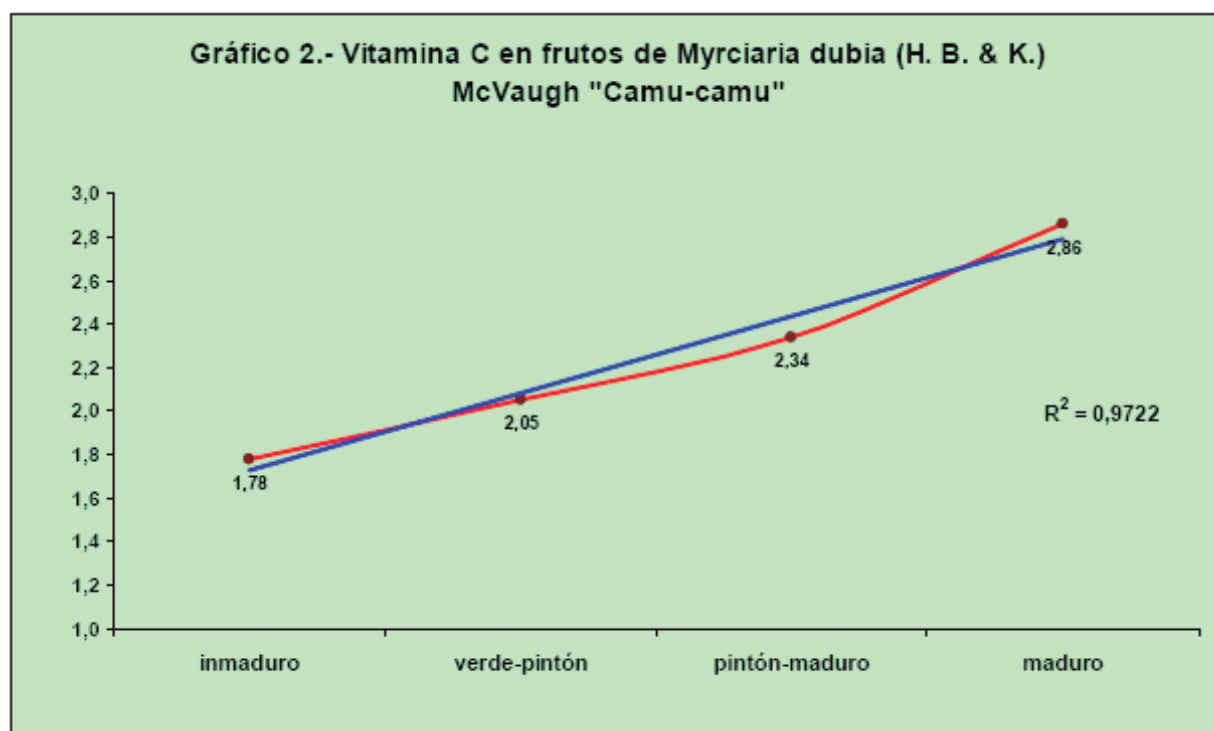
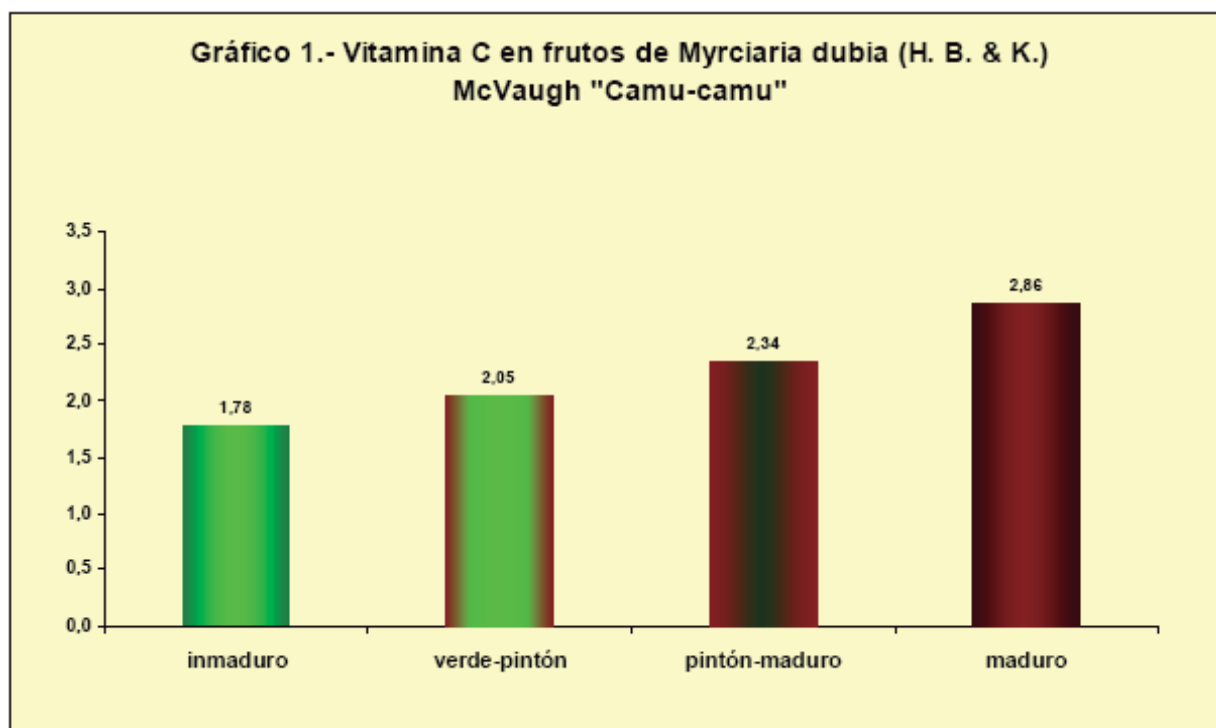
mL_m = mL de valorante consumidos en la muestra

RESULTADOS

Cuadro 1.- Medida de la Vitamina C del fruto de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh clasificado según NTP 011:030:2007

	Fruto de Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh	Contenido de Vitamina C
1	Camu camu” inmaduro	1.78%
2	Camu camu” verde-pintón	2.05%
3	Camu camu” pintón-maduro	2.34%
4	“Camu camu” maduro	2.86%

*** Los resultados son promedios de 5 ensayos, en cada caso.**



Cuadro 2.- Diferencias en el contenido de Vitamina C entre los diversos estados de maduración del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh clasificado según NTP 011:030:2007

Fruto de <i>Myrciaria dubia</i> (H. B. & K.) McVaugh "<i>cam camu</i>"	Diferencia en el contenido de Vitamina C
inmaduro a verde-pintón	15.17%
inmaduro a pintón-maduro	31.46%
inmaduro a maduro	60.67%
verde-pintón a pintón-maduro	14.15%
verde-pintón a maduro	39.51%
pintón-maduro a maduro	22.22%

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del análisis para determinar el contenido de vitamina C en el fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “camu camu”, mostrados en el cuadro 1 y gráfico 1; muestran un valor mínimo de 1.78% para el fruto inmaduro y un contenido máximo de 2.86% para el fruto maduro. También se observa que al incrementar el grado o nivel de maduración, aumenta el contenido de Vitamina C; en el gráfico 2 podemos observar que este incremento es lineal con una línea de tendencia que presenta $R^2 = 0,9722$.

Al observar los contenidos de Vitamina C en los diferentes niveles de maduración del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “camu camu” en el cuadro 1, las diferencias no parecen ser notables, sin embargo, en el cuadro 2 se aprecian grandes diferencias, así: el fruto maduro contiene 22.22% más Vitamina C que el fruto pintón maduro, 39.51% más que el fruto verde pintón y 60.67% más que el fruto inmaduro. Así también, el fruto pintón maduro contiene 14.15% más vitamina C que el fruto verde pintón y 31.46% más que el fruto inmaduro.

Estas diferencias nos indican lo inconveniente de cosechar y comercializar los frutos que no se encuentran en su total maduración, en todo caso, dadas las dificultades mencionadas; dificultad en la cosecha, inestabilidad del fruto y dificultad en el transporte hacia los centros de comercialización; se debe realizar un estudio para determinar el nivel de madurez en que se debe cosechar el fruto de camu camu, lo que significa ampliar los niveles de maduración que establece la NTP 011:030:2007, sobre todo en el caso de la clasificación referida a pintón maduro que incluye al fruto que tiene más del 50% de coloración roja; pudiéndose establecer subniveles.

Diversos reportes publicados y no publicados, referidos al contenido de vitamina C en el fruto de camu camu, parecen indicar que este contenido es muy variable, dependiendo de varios factores que no solamente están relacionados con las zonas o áreas, el tipo silvestre o cultivado, época de cosecha, sino además de factores genéticos y otros que aún deben ser evaluados y estudiados. Esto nos lleva a tratar con mucho cuidado los resultados que hemos obtenidos, ya que corresponden a muestras de frutos colectados en una zona específica y al tipo silvestre; sin embargo resulta evidente que la vitamina C se incrementa con la maduración del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “camu camu”.

Este trabajo es un primer aporte en el tema y serán necesarios otros trabajos con diferentes muestras para determinar las cifras que sean representativas del contenido de vitamina C en los diferentes niveles de maduración del fruto del camu camu, así como las diferencias en dichos contenidos. A manera de recomendación, proponemos evitar la cosecha y comercialización del fruto en los estado inmaduro y verde pintón; dado que en este primer trabajo (que aún debe refrendarse con estudios de otras; muchas diríamos nosotros, muestras de las diferentes zonas y de los tipos tanto silvestre como cultivado, por la notable diferencia del contenido de vitamina C entre el fruto maduro y pintón maduro con los frutos verdes pintón e inmaduros.

CONCLUSIONES

- El contenido de vitamina C en los frutos de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh "camu camu" es directamente proporcional al grado de maduración.

- En las muestras evaluadas encontramos que:
 - ✓ El fruto inmaduro contiene 1.78% de vitamina C
 - ✓ El fruto verde-pintón contiene 2.05% de vitamina C
 - ✓ El fruto pintón-maduro contiene 2.34% de vitamina C El fruto maduro contiene 2.86% de vitamina C
 - El fruto maduro contiene 22.22% más Vitamina C que el fruto pintón maduro, 39.51% más que el fruto verde pintón y 60.67% más que el fruto inmaduro.
 - El fruto pintón maduro contiene 14.15% más vitamina C que el fruto verde pintón y 31.46% más que el fruto inmaduro.
 - El fruto verde pintón contiene 15.17% más vitamina C que el fruto inmaduro.

- La cosecha y comercialización del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh "camu camu" debe realizarse en el máximo estado de maduración.

REFERENCIAS

1. **INDECOPI** (2007) ntp 011:030:2007 Productos Naturales. camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) Definiciones, clasificación y requisitos. Primera Edición, Marzo 2007.
2. **Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllo L** (2007) Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh *Camu-camu*
3. **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.
4. **Justi KC, Visentainer JV, Evelázio de Souza N, Matsushita M.** (2000) Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *Arch Latinoam Nutr.* 50(4):405-8.
5. **Yamano del Perú (2007)** Técnica LIDY 001-VITC-2007: Para cuantificar vitamina C .
6. **Jimi Francis, Kristy Rogers, Paul Brewer, Darby Dickton, and Ron Pardini** (2008) Comparative analysis of ascorbic acid in human milk and infant formula using varied milk delivery systems. *Int Breastfeed J.* 11;3:19.
7. **McKeever TM, Lewis SA, Smit HA, Burney P, Cassano PA, Britton J.** (2008) A multivariate analysis of serum nutrient levels and lung function. *Respir Res.* 29;9:67.
8. **Santos SG, Santana JV, Maia FF Jr, Lemos V, Freire VN, Caetano EW, Cavada BS, Albuquerque EL.** (2008) Adsorption of Ascorbic Acid on the C60 Fullerene. *J Phys Chem B.*
9. **César Delgado, IIAP y Guy Couturier, IRD** (2004) Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu. IIAP - IQUITOS /IRD – FRANCIA Lima, octubre del 2004 ISBN: 9972-667-08-1
10. **Franco MR, Shibamoto T.** (2000) Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), Araca-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacu (*Theobroma grandiflorum*). *J Agric Food Chem.* Apr; 48(4):1263-5.
11. **Zanatta CF, Cuevas E, Bobbio FO, Winterhalter P, Mercadante AZ.** (2005) Determination of anthocyanins from camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. *J Agric Food Chem.* Nov 30; 53(24):9531-5.
12. **Ueda H, Kuroiwa E, Tachibana Y, Kawanishi K, Ayala F, Moriyasu M.** (2004) Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. *Phytomedicine.* Nov; 11(7-8):652-6.
13. **Dib Taxi CM, de Menezes HC, Santos AB, Grosso CR.** (2003) Study of the microencapsulation of camu-camu (*Myrciaria dubia*) juice. *J Microencapsul.* Jul-Aug; 20(4):443-8.

"EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh "*Camu-camu*"

Silvia Klinar Barbuza, Artemio Chang Canales, Jorge Chanllío Lavarello

INTRODUCCIÓN

Los nuevos conceptos fisiológicos, farmacológicos y clínicos, han devenido en investigaciones que han demostrado el rol en diferentes patologías, de las especies reactivas del oxígeno (EROs) que se generan como producto de nuestro metabolismo. Como consecuencia, en los últimos años se actualizó el tema de los antioxidantes biológicos y se ha incrementado la investigación en búsqueda de nuevos antioxidantes, principalmente de origen natural. Considerando las perspectivas que, a la par de los nuevos descubrimientos de la acción de las EROs, se generarán requerimientos de nuevas fuentes de agentes o sustancias antioxidantes; en el Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, desde hace siete años, se ha implementado un programa de investigación que tiene como objetivo principal el de evaluar el potencial de la actividad antioxidante de la flora peruana, en especial de aquellas especies que se utilizan en la medicina tradicional y/o popular. (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)

En ese marco, el presente trabajo corresponde a la evaluación del extracto acuoso del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh "*Camu-camu*"

La evaluación se realizó por un procedimiento "in vitro" que se fundamenta en la determinación de la capacidad de inhibir a las enzimas Polifenol Oxidasas (PPO),

cuando actúan sobre el catecol oxidándolo a o-benzoquinona, la cual absorbe a 420 nm.

Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "*Camu-camu*" es una planta nativa de la Amazonía Peruana, se consumen los frutos por su alto contenido de Vitamina C.

En la evaluación de la actividad antioxidante se ha comprobado que el extracto acuoso del fruto de ***Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh "*Camu-camu*"**, presenta capacidad de inhibición a las enzimas Polifenol Oxidasas. Al realizar una estimación cuantitativa, por comparación con la capacidad de inhibición enzimática de un estándar de referencia (Vitamina C), se comprobó que dicho extracto presenta una actividad antioxidante mayor que la vitamina C.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL¹⁸

Nombre Botánico: *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh

Nombre Común: Camu-camu

Breve Descripción:

El camu camu (*Myrciaria dubia*) H.B.K (McVaugh) (Myrtaceae), es un frutal nativo de la Amazonía. Es un arbusto que mide 4 a 8 m de altura, con una ramificación que se inicia desde la base. El tallo y las ramas son glabros, cilíndricos, lisos, de color marrón claro o rojizo, con una corteza que se desprende cumplido su ciclo. Las hojas son simples, de borde liso, opuestas, ovaladas, elípticas, lanceoladas y algo asimétricas. La longitud varía entre 4.5 a 12.0 cm y el ancho entre 1.5 a 4.5 cm. El pecíolo es cilíndrico, de 5 a 9 mm de longitud y 1 a 2 mm de diámetro. La raíz principal es de forma cónica, y contiene muchos pelos absorbentes. Flor de color blanco uniforme, subsésil, con 4 pétalos; mide de 1 a 1.5 cm de diámetro. El eje contiene 4 flores, pedicelo de 1.5 mm de largo por 1 mm de diámetro. Los frutos son globosos, de superficie lisa y brillante, de color rojo oscuro hasta negro púrpura

al madurar; miden de 2 a 4 cm de diámetro, con 1 a 4 semillas por fruto, siendo lo más común 2 a 3 semillas, peso promedio alrededor de 8.4 g por fruto. Las semillas son reniformes, aplanadas, cubiertas por una vellosidad blanca rala de menos de 1 mm de longitud (Alvarado Vertiz 1969, Villachica 1996, Pican & Acosta 1999, Pineda et al. 2001, Rodrigues et al. 2001). La planta es monoica, con flores hermafroditas, de fecundación alógama, ya que no existe la sincronización en la abertura de pistilo y estambre (Peters & Vásquez 1988).

La propagación puede realizarse por semilla y por material vegetativo (injerto, estaca y acodo). La fenología reproductiva se inicia con la diferenciación de la yema floral y concluye con la maduración del fruto, el estado de floración tiene una duración de 15 días, y de fructificación 62 días, siendo la duración total de 77 días; la fertilidad efectiva de flores que logran producir frutos maduros es de 27% (Inga et al. 2001).

En ambientes naturales la floración y producción de frutos es monomodal, mientras que en tierra firme y restingas altas es continua, pero con picos diferenciables durante el año.

El camu camu es típico del «Bosque Húmedo Tropical», caracterizado por temperaturas mínimas de 22°C, máximas de 32°C y promedio de 26°C. La precipitación pluvial varía aproximadamente entre 1,600 a 4,000 mm, siendo los niveles adecuados de altitud inferiores a 300 msnm (Pinedo et al. 2001). Esta especie crece de manera natural en los lagos, cochas y zonas ribereñas de poca velocidad, de aguas negras y claras con pH ácido. Las poblaciones naturales están sometidas a las inundaciones estacionales de los ríos, y pueden permanecer completamente sumergidas en el agua durante cuatro a cinco meses (Peters & Vásquez 1988). Estas características propician la formación de un ecosistema muy peculiar, un «ecotono» de interacciones tróficas complejas y frágiles susceptible a la mínima alteración producida por el hombre o la naturaleza.

El camu camu está ampliamente distribuido en toda la cuenca amazónica, en las cuencas de los ríos Orinoco, Casiquiare, Oreda, Pargueni y Caura en Venezuela;

Trombetas, Cachorro, Mapuera, Tocantins, Yavarí, Madeira, Negro, Xingú, Macangana, Urupé y Acre en Brasil; y Putumayo e Inirida en Colombia. Las mayores concentraciones, tanto en abundancia como en diversidad, se encuentran en las cuencas de los ríos de la Amazonía peruana (Nanay, Napo, Ucayali, Marañón, Tigre, Tapiche, Yarapa, Tahuayo, Pintuyacu, Itaya, Ampiyacu, Apayacu, Manití, Oroza, Putumayo, Yavarí y Curaray) (Mendoza et al. 1989, Villachica 1996, Rodríguez et al. 2001).

EXPERIMENTAL^(19,20,21,22)

Muestra.-

- Fruto de **Myrciaria dubia** (H. B. & K.) McVaugh "**Camu-camu**"

Preparación de extractos.-

200 g de material vegetal se extraen por reflujo con agua. El extracto líquido se concentran a sequedad, a presión y temperatura reducida. A partir del extracto seco se prepararon diluciones a 25, 50, 75 y 100 ug/mL respectivamente.

Evaluación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante se evaluó mediante una técnica "In Vitro", que consiste en determinar la capacidad de los extractos para inhibir a las enzimas polifenoloxidasas (PPO).

Fundamento de la Técnica.- El catecol en presencia de las enzimas polifenoloxidasas se oxida a o-benzoquinona. Cuando la oxidación ocurre en presencia de un inhibidor de las enzimas PPO, disminuye la cantidad de o-benzoquinona.

RESULTADOS

Medida de la actividad antioxidante del extracto acuoso del fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh y la Vitamina C, por la producción de o-benzoquinona

N°	Muestra	PRODUCCIÓN DE QUINONA					Actividad Antioxidante
		0 blanco	25 ug/mL	50 ug/mL	75 ug/mL	100 ug/mL	
1	Fruto de <i>Myrciaria dubia</i> (H. B. & K.) McVaugh	468	428	389	352	327	Positivo
2	Vitamina C	456	448	441	431	423	Positivo

* Los resultados son promedios de 5 ensayos, en cada caso.

INHIBICIÓN A LAS ENZIMAS POLIFENOLOXIDASAS

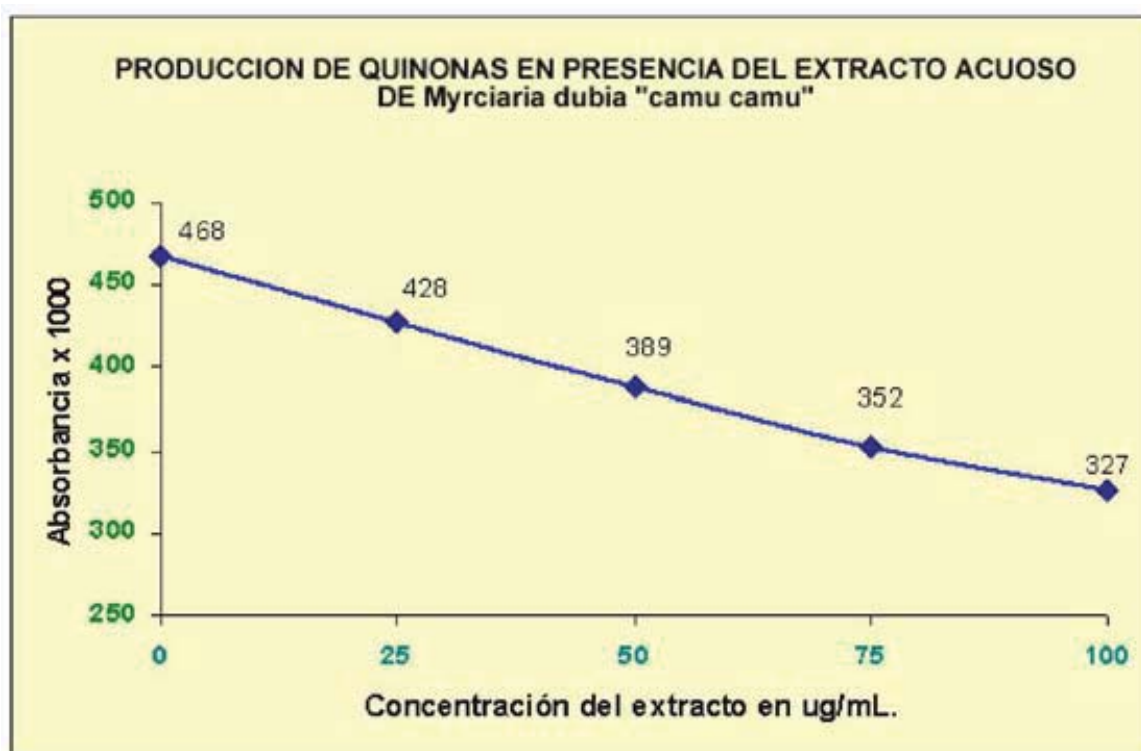
N°	Muestra	% DE INHIBICIÓN A LAS PPO			
		25 ug/mL	50 ug/mL	75 ug/mL	100 ug/mL
1	Fruto de <i>Myrciaria dubia</i> (H. B. & K.) McVaugh	8.55	16.88	24.79	30.13
2	Vitamina C	1.75	3.29	5.48	7.24

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

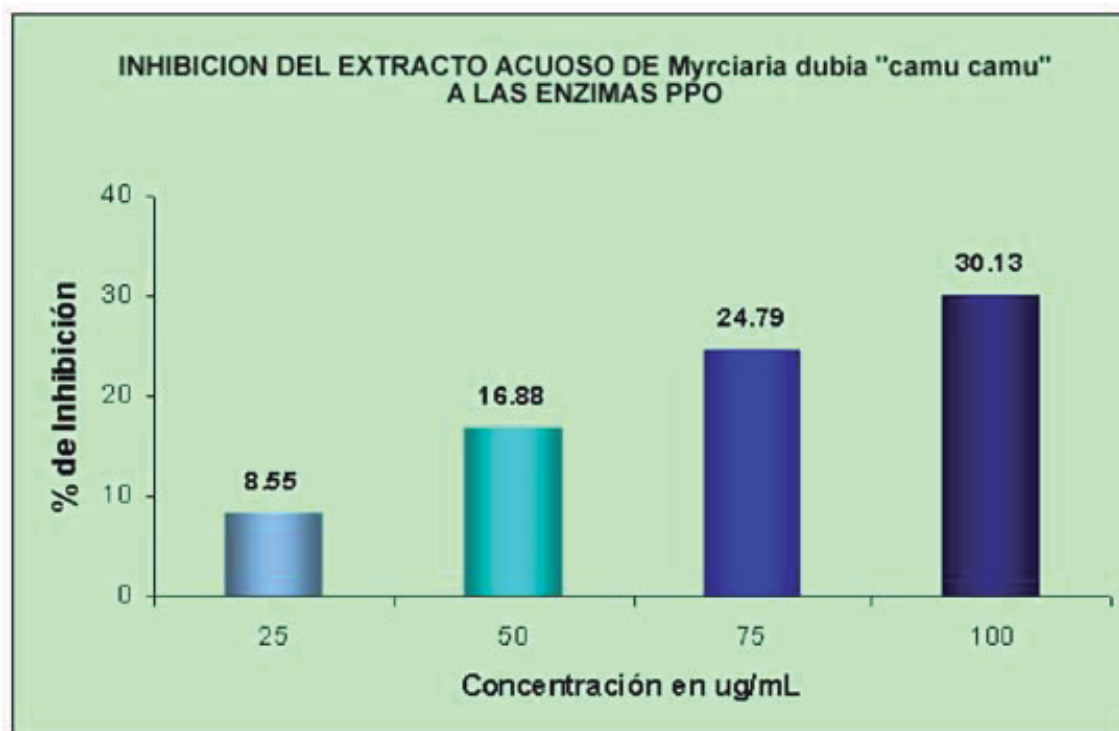
EVALUACIÓN DEL EXTRACTO

Extracto acuoso de fruto de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de la oxidación del catecol por acción de las PPO, en presencia del extracto acuoso de hojas. El primer cuadro es una gráfica XY, en donde podemos observar que la disminución de o-benzoquinona es lineal, presentando un $R^2 = 0.9933$

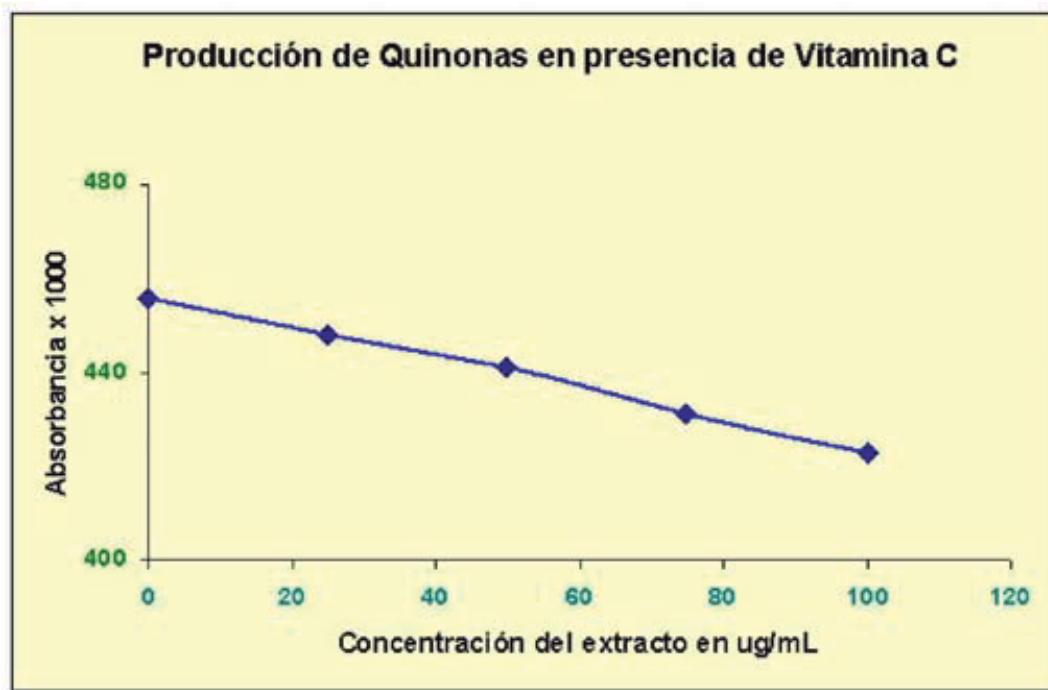


En el siguiente gráfico se muestra la capacidad de inhibición a las enzimas PPO, expresado en porcentaje y calculado a partir de los resultados mostrados en el gráfico anterior.

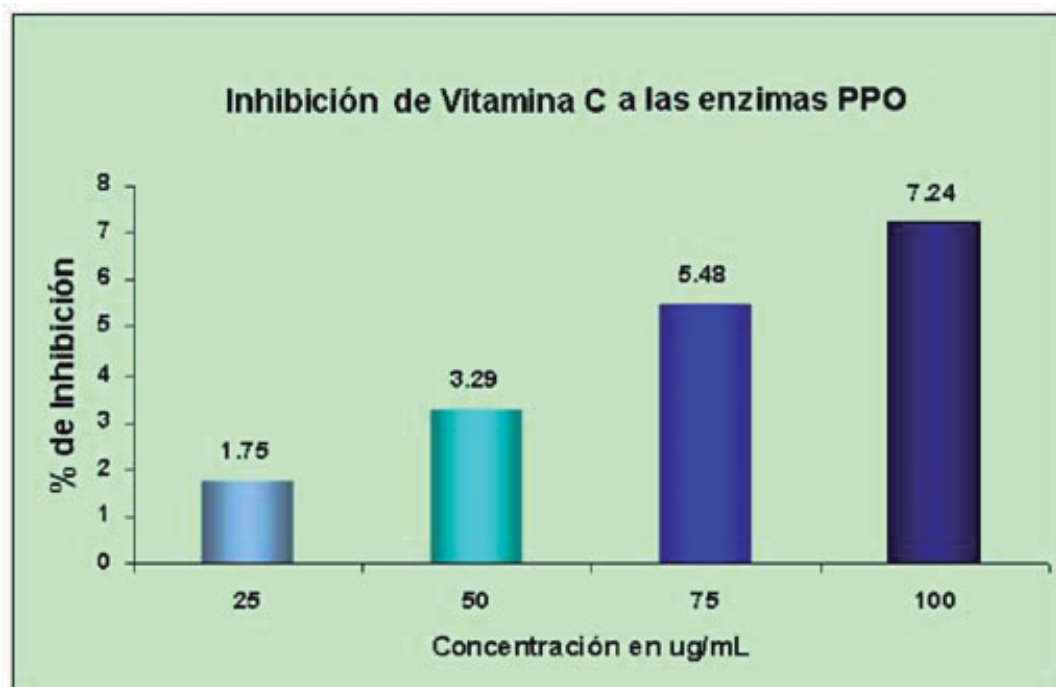


Vitamina C

En los cuadros precedentes se muestran los resultados de la oxidación del catecol por acción de las PPO, en presencia de Vitamina C. El primer cuadro es una gráfica XY, en donde podemos observar que la disminución de o-benzoquinona es lineal, presentando un $R^2 = 0.9972$

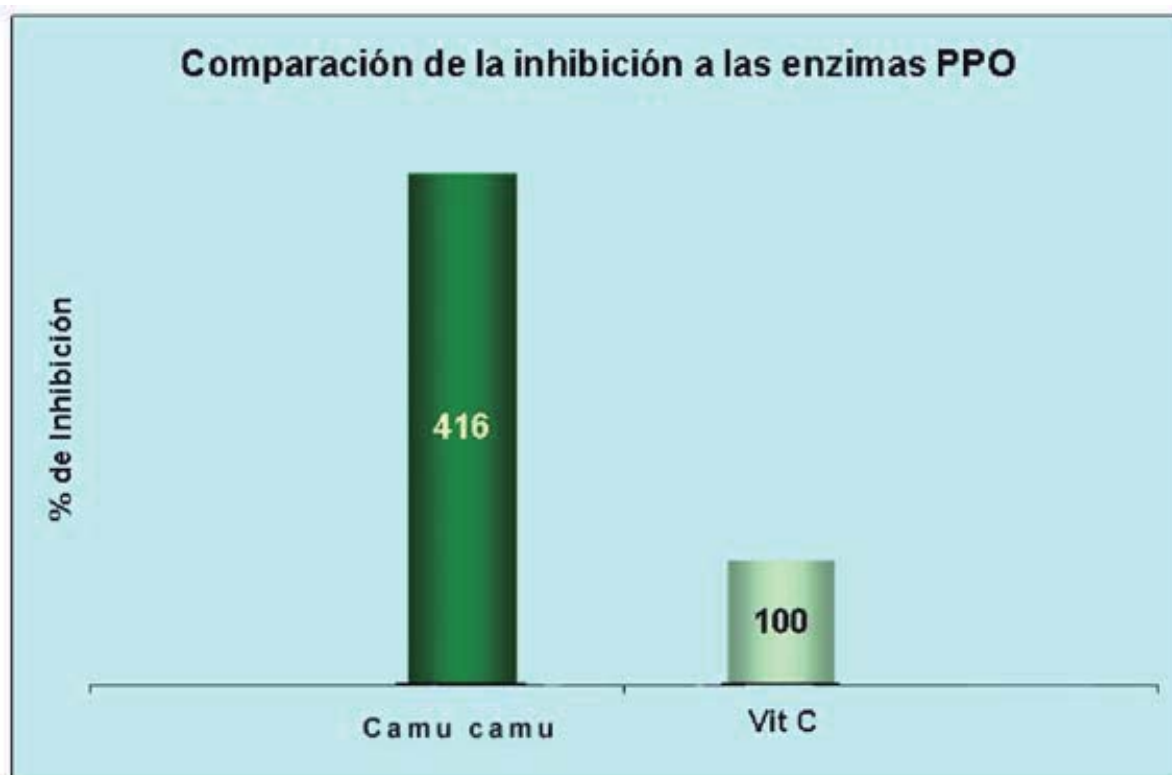


En el presente gráfico se muestra la capacidad de inhibición a las enzimas PPO, expresado en porcentaje y calculado a partir de los resultados mostrados en los gráficos anteriores.



Comparación de la actividad antioxidante del extracto con la actividad antioxidante de la Vitamina C

Se comparan los porcentajes de inhibición del extracto con la Vitamina C a la concentración de 100 ug/mL, para determinar la actividad de dicho extracto frente al estándar.



CONCLUSIONES

- El extracto acuoso del fruto de **Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "Camu-camu"**, muestra actividad antioxidante en el método de inhibición de las enzimas PPO.
- En la estimación cuantitativa de la actividad antioxidante detectada se observó que el extracto acuoso del fruto de **Myrciaria dubia (H. B. & K.) McVaugh "Camu-camu"**, presenta una actividad antioxidante de 416% comparada con la Vitamina C, es decir una potencia antioxidante 4 veces mayor.

REFERENCIAS

1. Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L (2006) Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L. Evaluación de la actividad antioxidante de Lactuca sativa L. (**Lechuga**). FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
2. Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L (2006) Evaluación de la actividad antioxidante en extractos de hojas y flores de Althea rosea Cav. (**malvarrosa**). FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
3. Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L (2006) Evaluación de la Actividad Antioxidante en extractos de Foeniculum vulgare WILL. (**hinojo**). FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
4. Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L. (2006) Evaluación de la Actividad Antioxidante en extractos de Urtica magellanica Poir "**ortiga**". FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
5. Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L. (2006) Evaluación de la Actividad Antioxidante en flores de Tropaeolum majus L. **mastuerzo** y Sarothamnus scoparius Wimmer **retama negra**". FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
6. Artemio Chang C., Silvia Klinar B. y Santos Jaimes S. (2006) Evaluación de la actividad antioxidante de Polimnia sonchifolia "**yacon**". FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
7. Artemio Chang Canales, Silvia Klinar Barbuza, y Jorge Chanllio Lavarello (2006) Evaluación de la actividad antioxidante de cinco plantas medicinales de Ica. FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
8. Chang C. Artemio y Klinar B. Silvia (UNICA). Olga Sonia León F. (CIEB Universidad De La Habana. Cuba) (2006) Actividad Antioxidante en Extractos de Uncaria tomentosa (Willd) D.C. "**Uña De Gato**". FITOICA, Año 1- Número 1- Enero del 2006
9. Miriam Acuache A., Artemio Chang C. y Silvia Klinar B. (2000) Reporte de la evaluación de la actividad antioxidante de plantas medicinales de Ica. Congreso Internacional Fito 2000.
10. Cueto CH. Christian (2000). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
11. Acuache A. Miriam et al (1999). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
12. Lara Paula (1998). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
13. Condeña R. Anlly y Ludeña C. Sonia (1999). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
14. Peña S. Carmen E. (1998). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
15. Alarcón H. Jessica et al (1998). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.
16. Olaechea G. Aela et al (1998). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico.
17. Murga Z. Gladys (1998). Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico UNICA.

18. César Delgado, IIAP y Guy Couturier, IRD (2004) Manejo de insectos plagas en la Amazonía: Su aplicación en camu camu. IIAP - IQUITOS /IRD – FRANCIA Lima, octubre del 2004 ISBN: 9972-667-08-1
19. Shafiee M, Carbonneau MA, d'Huart JB, Descomps B, Leger CL. Synergistic antioxidative properties of phenolics from natural origin toward low-density lipoproteins depend on the oxidation system. *J Med Food*. 2002 Summer;5(2):69-78.
20. Calliste CA, Trouillas P, Allais DP, Simon A, Duroux JL. Free radical scavenging activities measured by electron spin resonance spectroscopy and B16 cell antiproliferative behaviors of seven plants. *J Agric Food Chem*. 2001 Jul;49(7):3321-7.
21. Manthey JA. Fractionation of orange peel phenols in ultrafiltered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels. *J Agric Food Chem*. 2004 Dec 15; 52(25):7586-92.
22. Scartezzini P, Speroni E. Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *J Ethnopharmacol*. 2000 Jul; 71(1-2):23-43.

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EN FRUTOS DE CAMU CAMU *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, MARACUYA *Passiflora edulis* Sims y COCONA *Solanum sessiliflorum* Dunal"

S. Klinar B., J. Chanllo L. y A. Chang C.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonia Peruana se encuentran frutos denominados "exóticos" y que además son fuentes de vitaminas, principalmente la Vitamina C de origen natural, que en la actualidad es muy requerida. Uno de esos frutos es el camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) el que se considera, a nivel internacional, como la principal fuente de Vitamina C natural; pero existen otros frutos como el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) a los que se les atribuye alto contenido de vitamina C.

Encontramos que en las pulpas, que representan la parte comestible de estos frutos, el camu camu presenta un contenido de vitamina C 240 veces mayor que la cocona y 80 veces mayor que el maracuyá; por lo que estos últimos frutos no representan una alternativa al camu camu, en cuanto a fuente de vitamina C natural.



Fotos 1 y 2.- Fruto del camu camu *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh

EXPERIMENTAL

MUESTRAS

- Frutos de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. “*Camu camu*”
- Frutos de *Passiflora edulis* Sims. “*Maracuyá*”
- Frutos de *Solanum sessiliflorum* Dunal. “*Cocona*”



Fotos 3 y 4.- Fruto de cocona *Solanum sessiliflorum* Dunal



Fotos 5 y 6.- Fruto de maracuyá *Passiflora edulis* Sims

Preparación de extractos.- 100 g de material vegetal se licuan con agua y se extraen por percolación hasta un volumen de 200 mL.

Evaluación de la Vitamina C.- La Vitamina C se evaluó mediante la TECNICA LIDY 001-VITC-2007: Para cuantificar Vitamina C en jugo de Camu camu.

Fundamento de la Técnica.- Valoración por óxido reducción, utilizando como valorante una solución de Yodo y como indicador una solución de almidón. Se utiliza un estándar de Vitamina C.

Estándar.- Vitamina C USP.

Titulación del estándar

Al estándar preparado se le agrega solución de almidón y se procede a valorar con el valorante hasta el punto final (aparición de color azul, permanente). Calcular el título del estándar con la siguiente fórmula: $T = \text{mg E} / \text{mL V}$

Donde:

T = título del valorante (mg de vit C por 1 mL del Valorante); mg E = mg tomados del estándar; mL V = mL de valorante consumidos

Preparación de la muestra.- Tomar un volumen exactamente medido del extracto de camu camu, diluir con agua destilada y añadir H₂SO₄ 2N

Determinación cuantitativa.- A la muestra preparada se le agrega solución de almidón, y se procede a valorar con el valorante hasta el punto final (aparición de color azul, permanente)

Cálculos

Se aplica la siguiente fórmula: % de Vitamina C = $T \times \text{mLm} \times 20$

Donde:

T = título del valorante

mLm = mL de valorante consumidos en la muestra

Resultados

Cuadro 1.- Contenido de Vitamina C en frutas de “Camu camu” *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, “Maracuyá” *Passiflora edulis* Sims y “Cocona” *Solanum sessiliflorum* Dunal

Muestras		Contenido de Vitamina C en mg por cada 100 g
Camu camu <i>Myrciaria dubia</i> (H. B. & K.) McVaugh.	Fruto entero	1420
	Pulpa	1770
	Cáscara	2450
	Semillas	610
Maracuyá <i>Passiflora edulis</i> Sims.	Fruto entero	35
	Pulpa	25
	Cáscara	52.62
	Semillas	51.25
Cocona <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	Fruto entero	10.4
	Pulpa	7.42
	Cáscara	ND*
	Semillas	ND*

*ND no detectable por el método utilizado

Gráfico 1.- Contenido de Vitamina C en frutos de Camu camu

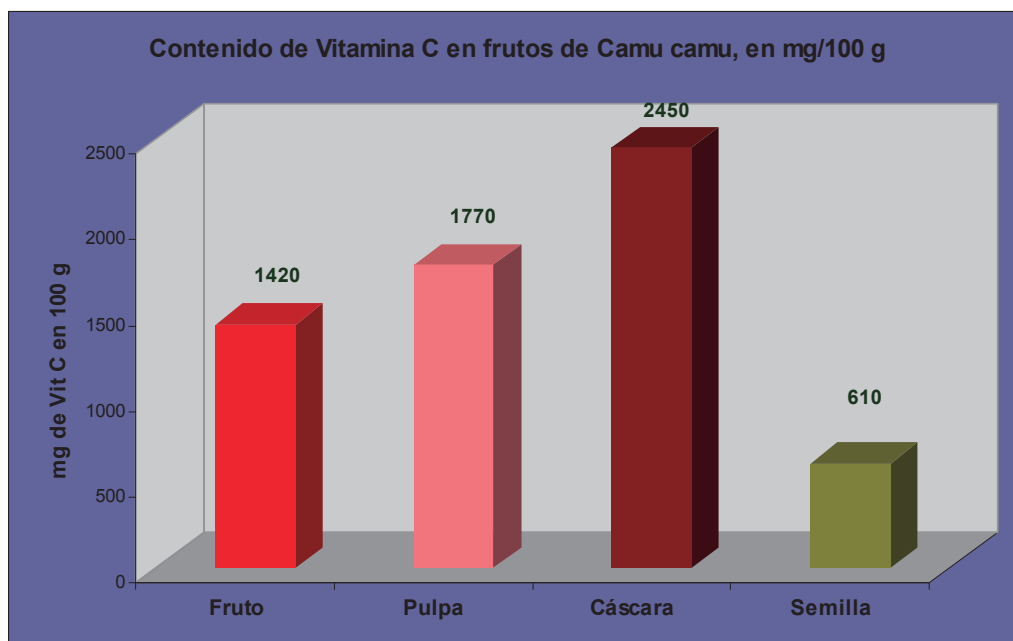


Gráfico 2.- Contenido de Vitamina C en frutos de Maracuyá

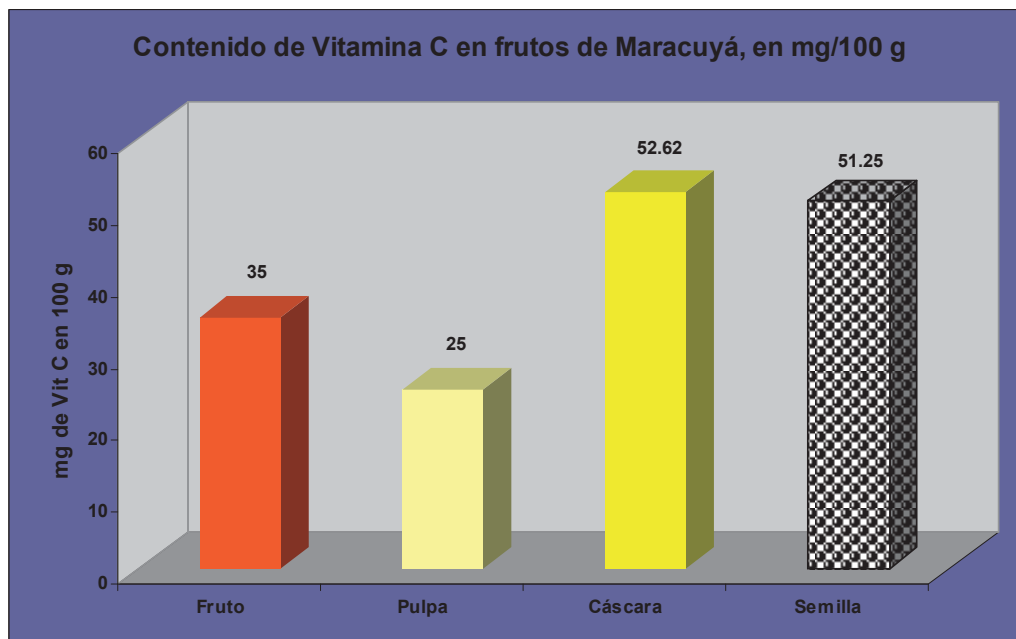


Gráfico 3.- Contenido de Vitamina C en frutos de Cocona

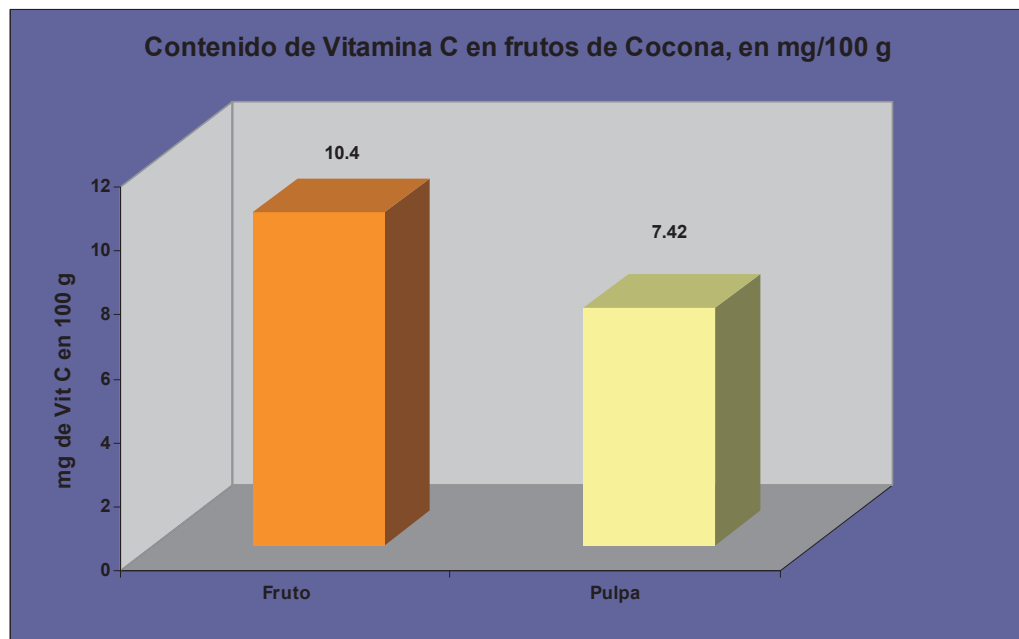
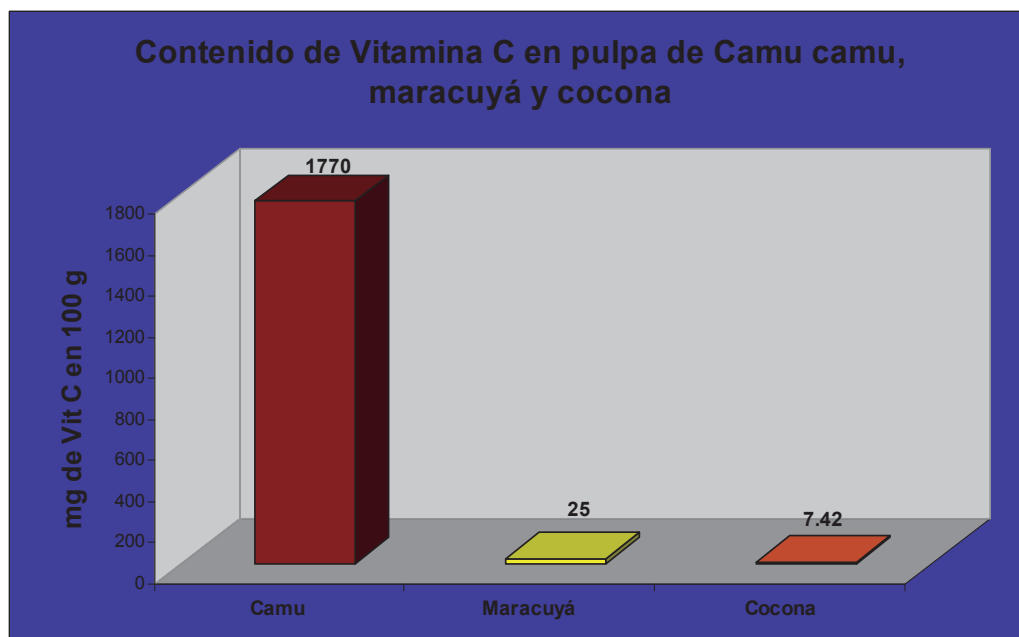


Gráfico 4.- Contenido de Vitamina C en pulpa de Camu camu, Maracuyá y Cocona



Conclusiones

- En el fruto de “Camu camu” *Myrciaria dubia* (H. B. & K.), la cáscara presenta el mayor contenido de vitamina C (2450 mg/100 g), luego la pulpa (1770 mg/100 g), la semilla presenta el menor contenido de vitamina C (610 mg/100 g). El fruto entero contiene 1420 mg/100 g.
- En el fruto de “Maracuyá” *Passiflora edulis* Sims, la cáscara y semillas presentan el mayor contenido de vitamina C (52.62 y 51.25 mg/100 g, respectivamente), la pulpa presenta 25 mg/100 g de Vitamina C. El fruto entero contiene 35 mg de Vitamina C en 100 g.
- En el fruto de “Cocona” *Solanum sessiliflorum* Dunal, la pulpa contiene 7.42 mg de Vitamina C en 100 g y el fruto 10.4 mg. En cáscara y semillas no se detectó vitamina C, utilizando la técnica descrita.
- Comparando las pulpas (parte comestible), el camu camu presenta un contenido de vitamina C 240 veces mayor que la cocona y 80 veces mayor que el maracuyá.

REFERENCIAS

1. **Silvia Klinar B., Artemio Chang C. y Jorge Chanllio L** (2007) Evaluación de la actividad antioxidante de *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh “*Camu-camu*”. UNICA
2. **Silvia Klinar Barbuza, Artemio Chang Canales y Jorge Chanllío Lavarello (2008)** Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) según NTP 011:030:2007. UNICA
3. **Kember Mejía y Elsa Rengifo** (2000) Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana. 2da edición. Agencia Española de Cooperación Internacional.
4. **IIAP. Acuerdos del Comité Agrario Roman Sánchez:** Plan de manejo del camu camu en las cochas Sahuá Supay. 2005
5. **Carlos Carbajal y Luz Balcazar** (2002) Cultivo de Cocona. IIAP-Iquitos
6. **CYTED** (1995) 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. CYTED - SECAB
7. **M. Pinedo et al (2001)** Sistema de producción de camu camu en restinga. IAAP – Iquitos
8. **Yamano del Perú.** (2007) LIDY-01-2007 Técnica para determinar Vitamina C.
9. **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.

10. **Justi KC, Visentainer JV, Evelázio de Souza N, Matsushita M.** (2000) Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *Arch Latinoam Nutr.* 50(4):405-8.
11. **Franco MR, Shibamoto T.** (2000) Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), Araca-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacu (*Theobroma grandiflorum*). *J Agric Food Chem.* Apr; 48(4):1263-5.
12. **Ferreres F, Sousa C, Valentão P, Andrade PB, Seabra RM, Gil-Izquierdo A.** (2007) New C-deoxyhexosyl flavones and antioxidant properties of *Passiflora edulis* leaf extract. *J Agric Food Chem.* 2007 Dec 12; 55(25):10187-93.
13. **Talcott ST, Percival SS, Pittet-Moore J, Celoria C.** (2003) Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *J Agric Food Chem.* 2003 Feb 12; 51(4):935-41.
14. **Yoshikawa K, Katsuta S, Mizumori J, Arihara S.** (2000) New cycloartane triterpenoids from *Passiflora edulis*. *J Nat Prod.* 2000 Oct; 63(10):1377-80.
15. **Yoshikawa K, Katsuta S, Mizumori J, Arihara S.** (2000) Four cycloartane triterpenoids and six related saponins from *Passiflora edulis*. *J Nat Prod.* 2000 Sep; 63(9):1229-34.
16. **Asaolu MF, Asaolu SS.** (2002) Proximate and mineral compositions of cooked and uncooked *Solanum melongena*. *Int J Food Sci Nutr.* 2002 Mar; 53(2):103-7.
17. **Fernanda de Paris, Raquel Petry, Flávio Reginatto, Grace Gosmann, João Quevedo, Jennifer Salgueiro, Flávio Kapczinski, George González y Eloir Schenkel** (2002) Pharmacochemical Study of Aqueous Extracts of *Passiflora alata* Dryander and *Passiflora edulis* Sims. *Acta Farm. Bonaerense* 21 (1): 5-8