

FITOICA
FITOICA

Revista Científica

Laboratorio De Productos Naturales



EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA ACTIVIDAD DE LA VITAMINA C NATURAL, DEL FRUTO DE CAMU CAMU EN LA PIEL FACIAL.

AUTORES:

Silvia Klinar^{1,3}, Patricia Pun² y Artemio Chang³

1. Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNICA.
2. Hospital Regional de Ica.
3. Laboratorio de Investigación – Yamano.

RESUMEN

El camu camu es el fruto que contiene mayor cantidad de vitamina C. La vitamina C contribuye a la formación de colágeno, absorbe la radiación UV y por su acción antioxidante retarda el proceso de envejecimiento celular; por lo que hemos evaluado su acción reparadora en el daño en la piel facial originado por la edad, la radiación solar y los agentes oxidantes provenientes del medio ambiente y del metabolismo propio.

Metodología.- El estudio se realizó en 15 pacientes de sexo femenino, con edades comprendidas entre 36 a 54 años; divididas en tres grupos de cinco cada uno.

Al **primer grupo** de pacientes se le indicó tratamiento tópico y oral, al **segundo grupo** sólo tratamiento tópico y al **tercer grupo** sólo oral. (*Tratamiento tópico: crema con 10% de vitamina C. Tratamiento oral: ingesta de jugo de camu camu equivalente a 2 g diarios*).

Los indicadores fueron: efecto antiarrugas, firmeza, luminosidad, hidratación, nutrición y vitalidad de la piel; también se evaluaron la presencia de efectos adversos: prurito, ardor, enrojecimiento y erupciones de la piel.

Las evaluaciones se realizaron a los 28, 50 y 85 días de iniciado el tratamiento.

Resultados y conclusiones.- En cuanto al efecto antiarrugas, a los 85 días de tratamiento el 90% de las pacientes con tratamiento tópico y oral y tratamiento sólo tópico, mostraron mejoría; el 60% de las pacientes con tratamiento sólo oral experimentó mejoría. Cabe mencionar que en el caso del efecto antiarrugas los resultados positivos se mostraron en la evaluación a los 50 días de tratamiento, en los indicadores siguientes, se obtuvieron resultados positivos desde la primera evaluación, a los 28 días. A los 85 días de tratamiento la firmeza, luminosidad e hidratación de la piel presenta una evolución positiva en casi todos los casos; en la nutrición y vitalidad de la piel el 76% de pacientes con tratamiento tópico y oral, el 68% con tratamiento sólo tópico y el 66% con tratamiento sólo oral, mostraron mejoría. En cuanto a efectos adversos, en el grupo 1 dos pacientes manifestaron ligero prurito al iniciar el tratamiento y una paciente presentó ligero ardor en el primer día de tratamiento; en el grupo 2 dos pacientes presentaron prurito en el inicio y las pacientes del grupo 3 no presentaron ningún efecto adverso. En conclusión, los tres tratamientos con vitamina C dieron resultados positivos, siendo mayor el efecto con el tratamiento combinado tópico – oral; no se observaron efectos adversos significativos.

Introducción

La vitamina C es conocida por su potencial antioxidante y su actividad en la biosíntesis de colágeno. También se han demostrado las propiedades fotoprotectoras en la piel, por aplicación tópica de vitamina C, colocando esta sustancia como un candidato potencial para su uso en la prevención y tratamiento del envejecimiento de la piel.^{1, 2, 3, 4}

La mayoría de los mamíferos son capaces de sintetizar vitamina C, pero algunas especies como el hombre son dependientes de fuentes exógenas de esta vitamina porque carecen de la L-glucono-g lactanoa oxidasa (EC 1.1.3.8), que es la última enzima en la biosíntesis del ácido ascórbico a partir de la glucosa³. Los alimentos (principalmente cereales, verduras y frutas) son la principal fuente de vitamina C para el hombre; el camu camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) se considera, como la principal fuente de Vitamina C natural; 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 g de camu camu.^{5, 6}

La piel nos protege del medio ambiente, ayuda a controlar la temperatura corporal y al equilibrio de líquidos y de electrolitos e igualmente contiene muchos receptores nerviosos que le permiten a uno percibir sensaciones como el tacto, el dolor y la presión.

La piel esta constituida por tres capas.

- La capa externa (epidermis) contiene celulas cutaneas llamadas queratinocitos y celulas pigmentarias o melanocitos
- La capa media (dermis) contiene vasos sanguineos, nervios, folículos pilosos, glandulas sebaceas y sudoriparas, suministra nutrientes a la epidermis. La dermis contiene tambien tejido conectivo, con fibras de colágeno para dar soporte y fibras de elastina con el fin de proporcionar flexibilidad y fuerza.
- La capa interna (o tejido celular subcutáneo) contiene celulas grasas o adipocitos, vasos sanguineos y tabiques de tejido conectivo.

Los cambios en la piel están relacionados con factores ambientales, constitución genética, nutrición y otros factores; sin embargo, el factor más importante es la exposición al sol. Esto se puede ver comparando las áreas del cuerpo que tienen una exposición regular al sol con áreas que están protegidas de la luz solar.

Los cambios en la piel facial están entre los signos más visibles de envejecimiento. Las evidencias del aumento de la edad incluyen las arrugas y la piel flácida. El encanecimiento del cabello es otro signo de envejecimiento.

El número de células que contienen pigmento (melanocitos) disminuye, pero los melanocitos que quedan aumentan de tamaño, de modo que la piel envejecida aparece más delgada, más pálida y traslúcida. Las manchas pigmentadas grandes (denominadas manchas por la edad o lentigos) pueden aparecer en las áreas expuestas al sol.

Algunos medicamentos son absorbidos por la capa grasa y la pérdida de dicha capa cambia la manera como dichos medicamentos actúan.

Las glándulas sudoríparas producen menos sudor. Esto hace que sea más difícil mantenerse fresco y uno llega a tener más riesgo de sobrecalentarse o de sufrir insolación.

Las neoplasias como papilomas cutáneos, verrugas y otras manchas son comunes en las personas mayores.

Los cambios en el tejido conectivo (colágeno) reducen la resistencia y la elasticidad de la piel. Esto se conoce como elastosis y es especialmente pronunciada en las áreas expuestas al sol (elastosis solar). Esta afección produce la apariencia correosa, deteriorada por la intemperie, común en granjeros, marineros y otras personas que pasan gran parte del tiempo al aire libre.

El colágeno, es la proteína más abundante del organismo, es el que sostiene nuestra piel.

Debido a su constitución, el colágeno es la proteína más compleja del tejido conectivo del cuerpo humano; compone la mayor parte de la dermis.

El colágeno no se encuentra en los alimentos; es fabricado por los fibroblastos.

Nuestro cuerpo está compuesto principalmente de tejido conectivo y el colágeno representa el 80% de todos los tejidos conectivos. ^{1, 2, 3, 4, 7,8, 9, 10, 11, 12, 13, 14}

En el presente trabajo se realizó la evaluación preliminar del efecto de la vitamina C natural (obtenida de fruto de camu camu) en la piel, por vía oral y de la vitamina C sintética por vía tópica. El estudio se realizó con 15 pacientes de sexo femenino, de edad comprendida entre los 36 y 54 años; divididos en tres grupos de 5 pacientes cada uno. Para evaluar el efecto de la vitamina C en la piel se tomaron los siguientes indicadores: Textura de la piel, pH, humedad, luminosidad de la piel (mejora la redistribución del pigmento), aumento del grosor de la piel (o espesor) y atenuación o disminución de las líneas de expresión o arrugas.

En los tres grupos tratados con vitamina C se obtienen resultados positivos, siendo mayor el efecto con el tratamiento combinado tópico – oral. No se observaron efectos adversos significativos.

Experimental

Preparaciones de vitamina C

- Pulpa de camu camu, proporcionada por Yamano del Perú, estandarizada y dosificada a 2 g de vitamina C por ración diaria, indicando a los pacientes que deben preparar un jugo con agua y azúcar al gusto.
- Crema de vitamina C al 10%. Se utilizó: Eucerin pH 5 crema, piel sensible, como base y vitamina C (sintética) USP.

Pacientes

El estudio se realizó con 15 pacientes de sexo femenino, de edad comprendida entre los 36 y 54 años; se excluyeron a pacientes que presentaban asma, diabetes, acné, rosácea, alergias de cualquier tipo o cualquier proceso inflamatorio.

Los pacientes aceptados, fueron divididos en tres grupos de 5 pacientes cada uno; el tratamiento fue administrado, durante 85 días, de la siguiente manera:

Al primer grupo se le administró Vitamina C por vía oral y tópica. Oral: 2 g de vitamina C diariamente. Tópica: aplicación de la crema por las noches, diariamente.

Al segundo grupo se le administró Vitamina C por vía tópica: aplicación de la crema por las noches, diariamente.

Al tercer grupo se le administró Vitamina C por vía oral: 2 g de vitamina C diariamente.

Evaluación de los pacientes

Se realizó una evaluación basal, al inicio del tratamiento y evaluaciones a los 28, 50 y 85 días de tratamiento.

Indicadores:

- Atenuación o disminución de las líneas de expresión o arrugas.
- Firmeza de la piel: Tonificación, contorno facial, cuello.
- Luminosidad de la piel: Incremento, uniformidad.
- Hidratación de la piel: Humedad, tersura, flexibilidad.
- Nutrición de la piel: Vitalidad, efecto de la vitamina C, apariencia.
- Efectos adversos: Prurito, ardor, enrojecimiento y erupciones

Técnicas de evaluación

- Evaluación por el médico especialista (dermatólogo)
- Cuestionario de autoevaluación (llenado por los pacientes)

Resultados

Cuadro Nº 1.- Resultados de la evaluación del efecto de los tratamientos de vitamina C en la atenuación o disminución de las líneas de expresión o arrugas.

EFECTO ANTIARRUGAS			
Días de tratamiento	% de resultados positivos		
	G 1	G 2	G 3
28	0	0	0
50	70	50	40
85	90	90	60

Comentario.- El efecto antiarrugas se evaluó con los indicadores: Disminución de líneas de expresión y atenuación de arrugas profundas. En la primera evaluación, a los 28 días de iniciado el tratamiento, las pacientes de los 3 grupos no presentan cambios favorables. Los efectos positivos se notan en las evaluaciones posteriores, a los 50 y 85 días de tratamiento, respectivamente. A los 50 días de tratamiento, el 70 % de las pacientes del G1; el 50% del G2 y el 40% del G3 muestran resultados positivos. A los 85 días de tratamiento, el 90 % de las pacientes del G1 y G2 y el 60% del G3 muestran resultados positivos.

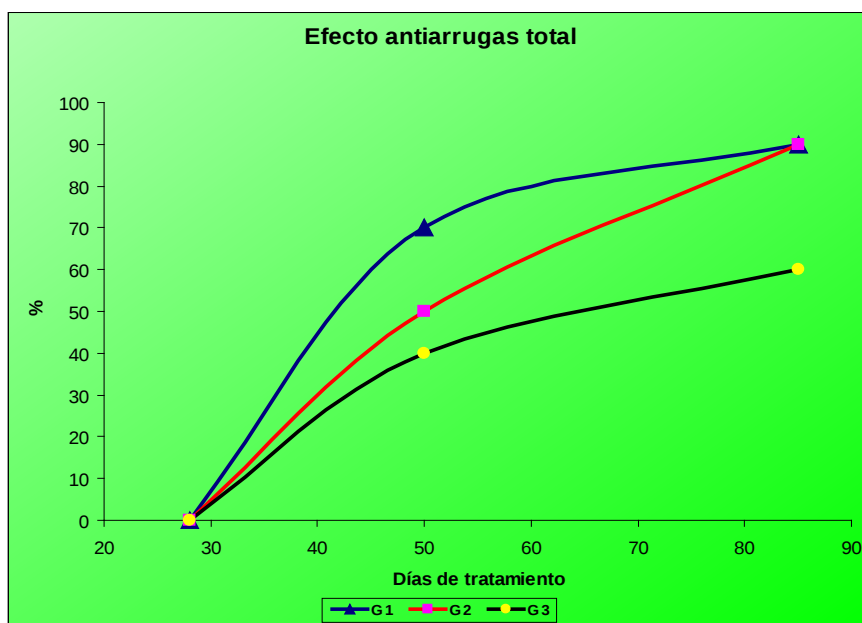
Tratamiento

G1.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente. Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G2.- Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G3.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente.

Gráfico Nº 1.- Resultados de la evaluación del efecto de los tratamientos de vitamina C en la atenuación o disminución de las líneas de expresión o arrugas.



Cuadro Nº 2.- Efecto en Firmeza de la piel: Tonificación, contorno facial y cuello.

EFFECTO EN LA FIRMEZA DE LA PIEL: Tonificación, contorno facial y cuello.			
Días de tratamiento	% de resultados positivos		
	G 1	G 2	G 3
28	60	53	33
50	93	87	56
85	100	100	78

Comentario.- Los efectos en la firmeza de la piel se muestran rápidamente. A los 85 días de tratamiento, el 100 % de las pacientes del G1 y G2 y el 78 % del G3 muestran resultados positivos.

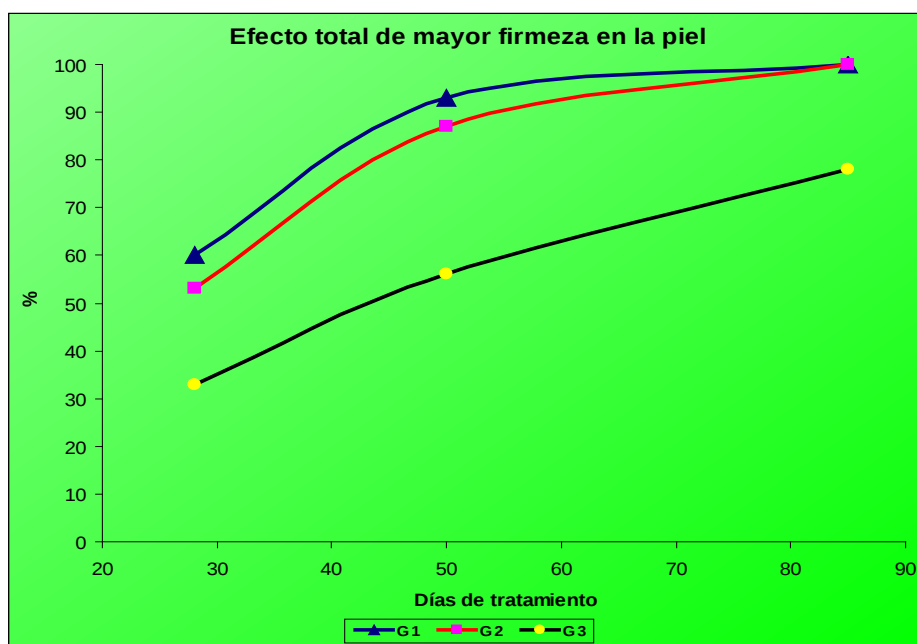
Tratamiento

G1.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente. Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G2.- Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G3.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente.

Gráfico Nº 2.- Efecto en Firmeza de la piel: Tonificación, contorno facial y cuello.



Cuadro Nº 3.- Efecto en la luminosidad de la piel: Incremento y uniformidad.

EFFECTO EN LA LUMINOSIDAD DE LA PIEL: Incremento y uniformidad.			
Días de tratamiento	% de resultados positivos		
	G 1	G 2	G 3
28	20	40	33
50	70	80	67
85	100	90	100

Comentario.- El efecto en la luminosidad de la piel se observa desde la primera evaluación, a los 28 días los efectos son mayores en el G2, luego el G3 y G1. A los 50 días, El orden de las respuestas positivas es G2, G1 y G3 respectivamente. A los 85 días los cambios positivos son casi totales, el 100% en las pacientes de G1 y G3 y el 90% de las pacientes de G2.

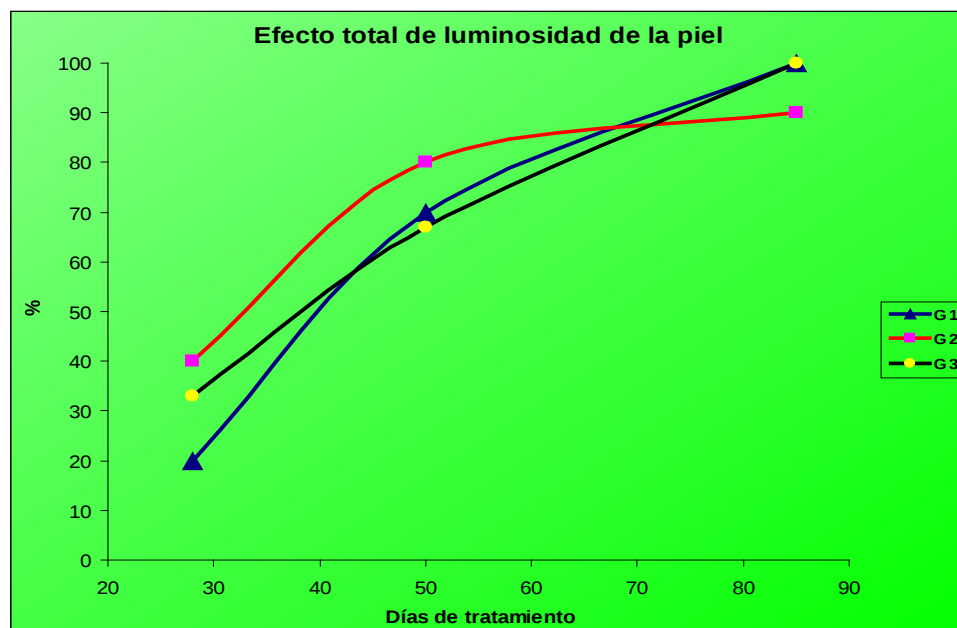
Tratamiento

G1.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente. Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G2.- Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G3.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente.

Gráfico Nº 3.- Efecto en la luminosidad de la piel: Incremento y uniformidad.



Cuadro Nº 4.- Efecto en la hidratación de la piel: Humedad, tersura, flexibilidad.

EFECTO EN LA HIDRATACION DE LA PIEL: Humedad, tersura, flexibilidad			
Días de tratamiento	% de resultados positivos		
	G 1	G 2	G 3
28	100	87	33
50	100	100	78
85	100	100	100

Comentario.- Para evaluar los efectos en la hidratación de la piel se utilizaron como indicadores la humedad, tersura y flexibilidad. Los resultados positivo se muestran rápidamente, en el G1 el 100 % de las pacientes mostró los resultados positivos desde la primera evaluación a los 28 días de tratamiento, en las pacientes del G2 los efecto se muestran en el 87 % de las pacientes a los 28 días y en el 100% a los 50 y 85 días de tratamiento. Las pacientes del G3 respondieron positivamente: el 33% a los 28 días de tratamiento; el 78% a los 50 días y el 100% a los 85 días de iniciado el tratamiento.

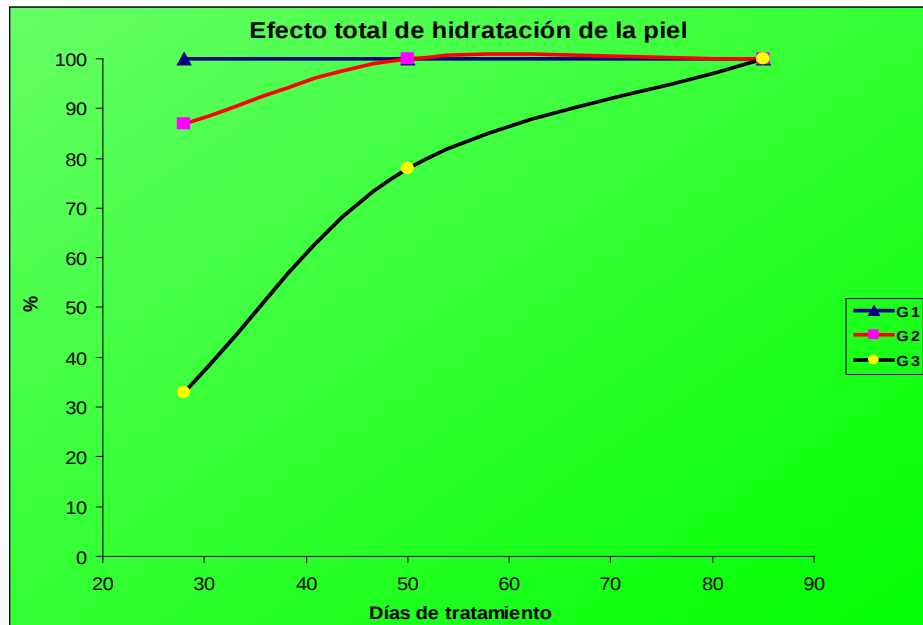
Tratamiento

G1.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente. Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G2.- Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G3.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente.

Gráfico Nº 4.- Efecto en la hidratación de la piel: Humedad, tersura, flexibilidad.



Cuadro Nº 5.- Efecto en la nutrición de la piel: Vitalidad, efecto de la vitamina C, apariencia.

EFECTO EN LA NUTRICION DE LA PIEL: Vitalidad, efecto de la vitamina C, apariencia.			
Días de tratamiento	% de resultados positivos		
	G 1	G 2	G 3
85	76	67	66

Comentario.- La evaluación del efecto en la nutrición de la piel se evaluó al final del tratamiento, el 76 % de las pacientes de G1, el 67% del G2 y el 66% de G3, mostraron resultados positivos.

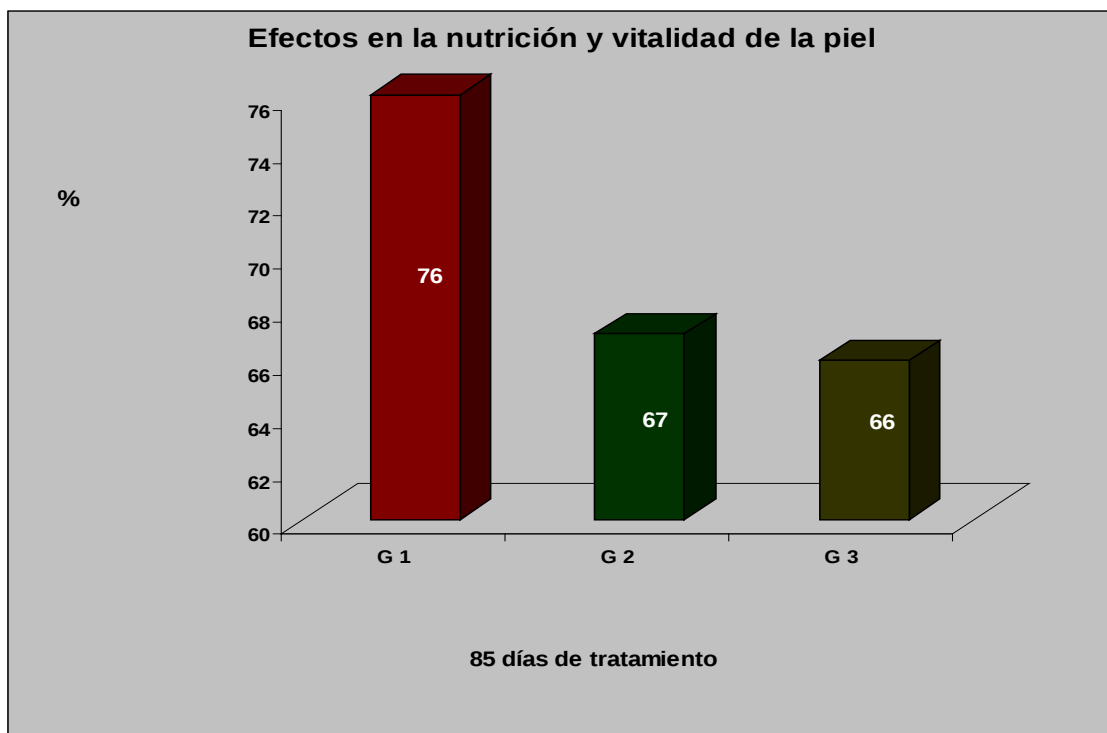
Tratamiento

G1.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente. Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G2.- Tópica: aplicación de crema de vitamina C USP, por las noches, diariamente.

G3.- Oral: 2 g de vitamina C (camu-camu) diariamente.

Gráfico Nº 5.- Efecto en la nutrición de la piel: Vitalidad, efecto de la vitamina C, apariencia.



Cuadro Nº 6.- Efectos adversos: Prurito, ardor, enrojecimiento y erupciones

Nº de casos de efectos adversos					
		Prurito	Ardor	Enrojecimiento	Erupciones
G1	1 Eval.	0	0	0	0
	2 Eval.	0	0	0	0
	3 Eval.	2	1	0	0
G2	1 Eval.	1	0	0	0
	2 Eval.	1	0	0	0
	3 Eval.	0	0	0	0
G3	1 Eval.	0	0	0	0
	2 Eval.	0	0	0	0
	3 Eval.	0	0	0	0

Comentario.- Se presentaron 5 casos de efectos adversos: 1 caso de prurito inicial que desapareció rápidamente en una paciente del G2, manifestado en la primera evaluación. 1 caso de prurito de una paciente del G2, manifestado en la segunda evaluación. 2 casos de prurito que desaparece rápidamente, en pacientes del G1, manifestado en la tercera evaluación. Y 1 caso de ardor leve, en una paciente del G1, manifestado en la tercera evaluación. No se presentaron casos de enrojecimiento de la piel o erupciones. Las pacientes del G3 no presentaron ningún efecto adverso.

Interpretación de resultados, Conclusiones y Recomendaciones

Se ha realizado un estudio, que denominamos preliminar por el número limitado de pacientes que se han evaluado.

En el tratamiento tópico de vitamina C, para la preparación de la crema, no se utilizó el camu camu como fuente natural de vitamina C, dado que en las pruebas de previas el producto era muy inestable y con cambio de color que resultaba de apariencia desagradable a los pacientes; por dicha razón en la evaluación tópica se utilizó Vitamina C sintética, grado USP (Farmacopea de los estados Unidos de Norteamérica). Recomendamos realizar pruebas a fin de estabilizar la crema de camu camu, con un contenido de 10% de vitamina C, manteniendo las características físico químicas y organolépticas.

En el desarrollo del trabajo, 2 pacientes del G3 abandonaron el tratamiento, no se presentaron a la primera evaluación; al ser consultadas por dicho abandono, una de las pacientes manifestó que la ingesta del jugo de camu camu le producía intolerancia digestiva: aumento del tránsito gastrointestinal y la otra paciente manifestó intolerancia gástrica: ardor. No se pudo verificar y evaluar las justificaciones manifestadas por las pacientes.

En la evaluación del efecto antiarrugas (disminución de líneas de expresión y atenuación de arrugas profundas), los resultados positivos se observaron a los 50 días de tratamiento, con mayor intensidad en las pacientes del G1 que tuvieron tratamiento oral y tópico al mismo tiempo, luego las pacientes del G2 con tratamiento tópico y el G3 con tratamiento oral. En la evaluación final, a los 85 días de iniciado el tratamiento, el 90% de las pacientes de G1 y G2 y el 60% de G3 mostraron resultados positivos. Observamos que el tratamiento requiere continuidad, que el tratamiento combinado oral-tópico da una respuesta más pronta, que el tratamiento tópico resulta adecuado a largo plazo y que el tratamiento oral con vitamina C da un significativo 60% de resultados positivos.

En la evaluación de la Firmeza de la piel: Tonificación, contorno facial, cuello; Luminosidad de la piel: Incremento, uniformidad; e Hidratación de la piel: Humedad, tersura, flexibilidad, observamos resultados significativos desde la primera evaluación, en general el tratamiento combinado oral-tópico resulta más rápido y efectivo. Cabe destacar que el tratamiento oral da resultados positivos muy significativos y con relativa diferencia en comparación con los tratamiento del G1 (oral-tópico) y del G2 (tópico)

En la evaluación de la Nutrición de la piel: Vitalidad, efecto de la vitamina C, apariencia, realizada a los 85 días de tratamiento, las diferencias entre los 3 grupos de tratamiento son de estrecho margen.

Al evaluar los efectos adversos: Prurito, ardor, enrojecimiento y erupciones; se presentaron 5 casos leves, 4 de prurito que desaparece rápidamente y un caso de leve ardor. No se presentaron casos de enrojecimiento de la piel o presencia de erupciones. Cabe destacar que en G3, con tratamiento oral, no se presentan efectos adversos. En general, podemos indicar que los efectos adversos no son significativos.

Referencias

1. **Philippe G. Humbert et al** (2003). Topical ascorbic acid on photoaged skin. Clinical, topographical and ultrastructural evaluation: double-blind study vs. placebo. *Experimental Dermatology* 2003; 12: 237–244
2. **P. Humbert**. Topical vitamin C in the treatment of photoaged skin. *Eur. J. Dermatology*. 2001; 11: 172-173
3. **Beatriz Basabe Tuero** (2000) Funciones de la vitamina C en el Metabolismo del Colágeno. *Rev Cubana Aliment Nutr* 2000;14(1):46-54
4. **Renny T. Franceschi, Bhanumathi S. Iyer, and Yingqi Cui.** (1994). *Effects of Ascorbic Acid on Collagen Matrix Formation and Osteoblast Differentiation in Murine MC3T3-E 1 Cells*. *Journal of bone and mineral research*. Vol. 9; Num. 6.
5. **S. Klinar B., A. Chang C., J. Chanllío L.** (2009) Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en diferentes estados de maduración del fruto de Camu – Camu (*Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh) según 011:030:2007 . FITOICA. Vol 4. N 1.
6. **S. Klinar B., J. Chanllío L. y A. Chang C.** (2009) Evaluación comparativa de contenido de vitamina C en frutos de CAMU CAMU *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh, MARACUYA *Passiflora edulis* Sims y COCONA *Solanum sessiliflorum* Dunal. FITOICA. Vol 4. N 3.
7. **E. Rendic O. y D. Bunout B.** (2004). *Vitaminas y piel*. *Revista chilena de Dermatología* Vol. 20; Num. 4; p. 254-259
8. **S. J. Padayatty, A. Katz, Y. Wang, P. Eck, O. Kwon, Je-Hyuk Lee, S. Chen, C. Corpe, A. Dutta, S. Dutta, and M. Levine.** (2003) Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 22, No. 1, 18–35
9. **A. Rougier, Q.L. Nguyen, C. Cohen.** Effect of a 5% Vitamine C W/O emulsion against lipid and collagen photoperoxidation: Relation with the prevention of skin aging. <http://www.laroche-posay.us/files/ClinicalStudy1.pdf>.
10. **Fernández M., Serra Renom J.M.** Los Radicales Libres. Sistema Inmunitario y Envejecimiento. *Cir. Plást. Ibero-latinoam.* - Vol. 30 - Nº 1. Enero - Febrero - Marzo 2004 / Pag. 25-28
11. **C. Garcia-Mercier, A. Richard, E. Watier, C. Chesne, A. Rougier.** Effect of a water/oil emulsion containing ascorbic acid on collagen neosynthesis in human full thickness skin disc in culture. <http://www.laroche-posay.us/files/ClinicalStudy2.pdf>
12. **B.V. Nussgens, P. Humbert, A. Rougier, A. Richard, C.M. Lapière.** Stimulation of collagen biosynthesis by topically applied vitamin c. <http://www.laroche-posay.us/files/ClinicalStudy5.pdf>
13. **N. Leveque et al.** Decrease in skin ascorbic acid concentration with age. *Eur. J. Dermatology*. 2002; 12: XXI -XXII
14. **H. Zahouani, A. Rougier, P. Creidi, A. Richard, P. Humbert.** Interest of a 5% Vitamine C W/O emulsion in the treatment of skin aging: effects on skin relief. <http://www.laroche-posay.us/files/ClinicalStudy3.pdf>

2

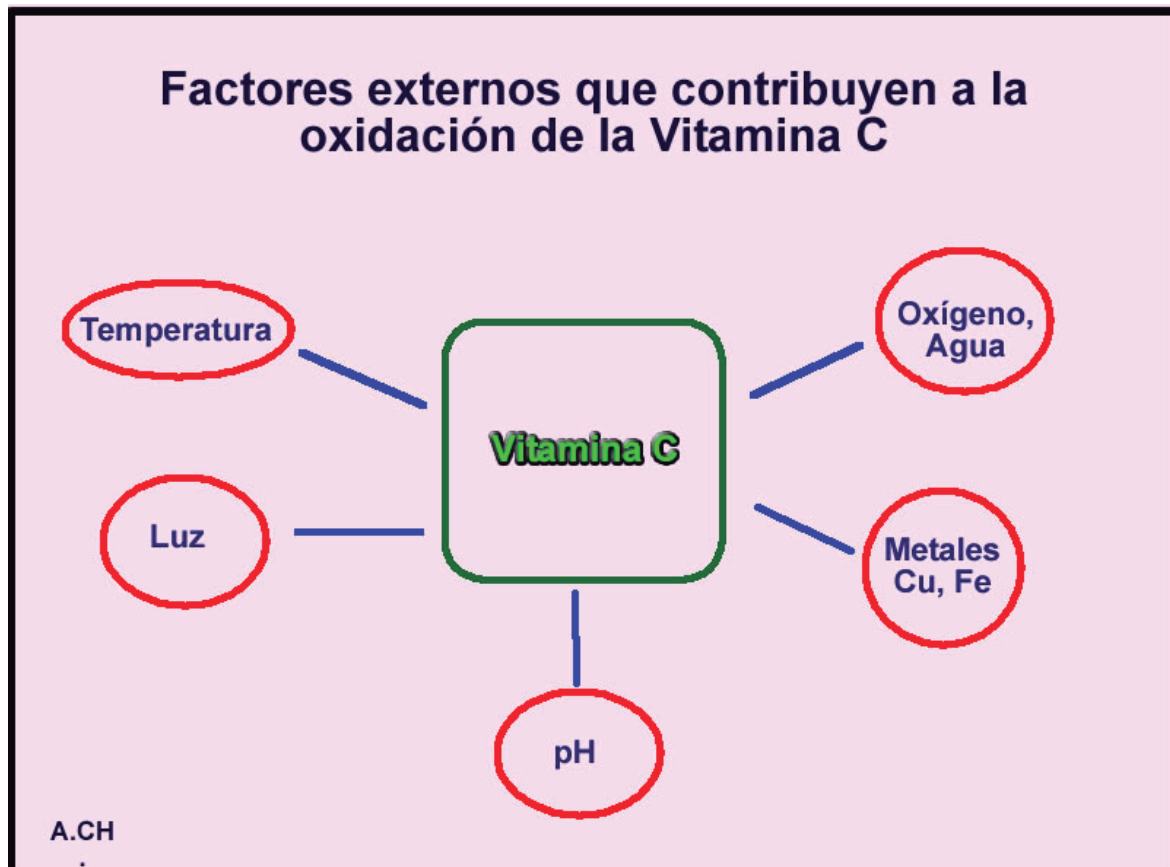
El Camu-camu Aspectos Químicos

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@mbiente 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 – Nº 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 – Nº 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 dubia* (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 la interacción entre la luz (energía) y la materia. Se utilizan equipos denominados



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

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 Río Maú	3.571
	Pulpa de Río 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

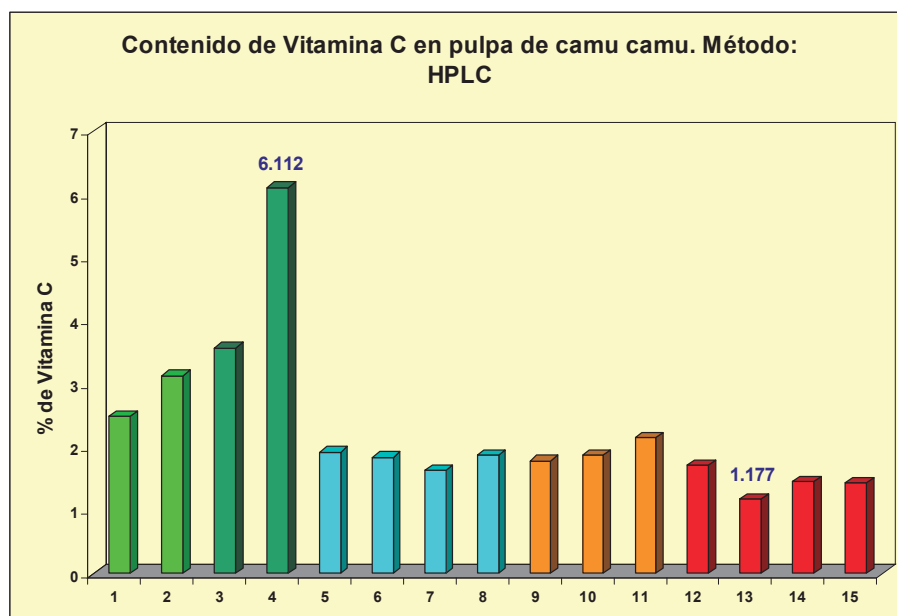
2. Método Yodométrico

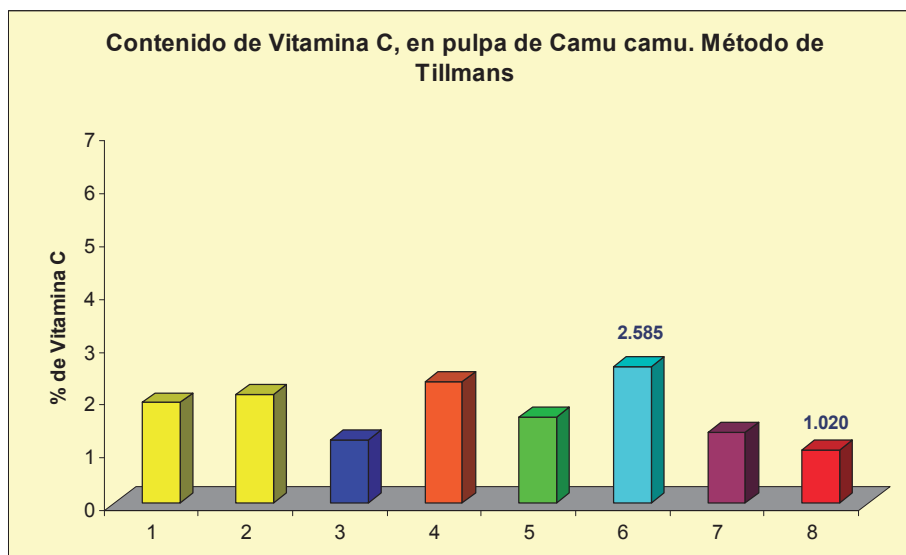
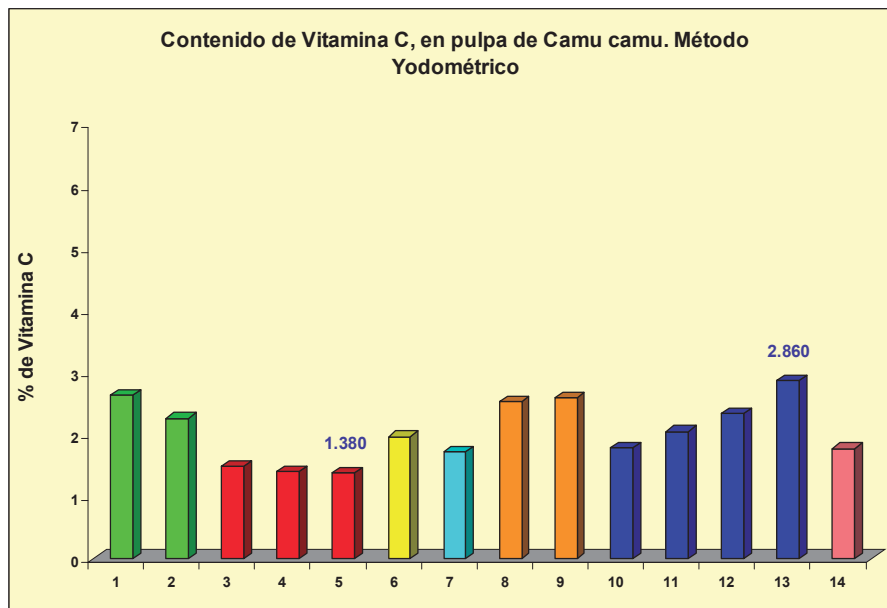
Ref.	Muestra	% de Vit. C
3	Pulpa (F. silvestre)	2.625
	Pulpa (F. cultivado)	2.260
4	Pulpa de F. verde	1.490
	Pulpa de F. semimaduro	1.400
	Pulpa de F. maduro	1.380
8	Pulpa	1.962
10	Pulpa de F. maduro	1.721
15	Pulpa de F. inmaduro	2.520
	Pulpa de F. maduro	2.590
17	Pulpa de F. inmaduro	1.780
	Pulpa de 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 esta 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 ingerencia en la variabilidad de los reportes.

Entonces es necesario realizar un estudio, con un gran número de muestras y multicentrico; 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 diferente 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).

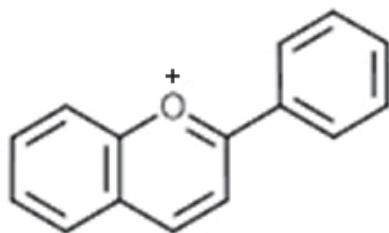
Cuadro 2. Reportes de vitamina C en la cáscara del fruto del camu camu				
Referencia	Año	Parte del fruto	% de Vit. C	Método
11. Maeda et al. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (Myrciaria dubia McVaugh).	2006	Cáscara (epicarpio) Pulpa (mesocarpio)	3.092 1.640	Tillmans
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. Klinar, A. Chang, J. Chanlío.. 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

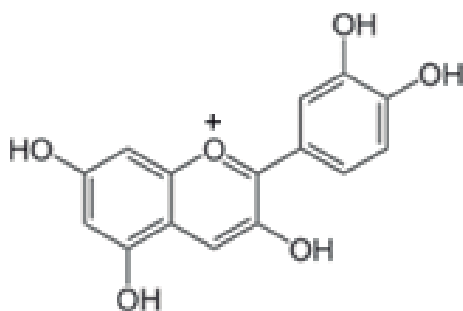
Después de la Vitamina C, son las antocianinas (uno de los diferentes tipos de flavonoides) que le siguen en importancia, debido a que son responsables del color rojo del fruto y constituyen uno de los grupos más importante de antioxidantes naturales.

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

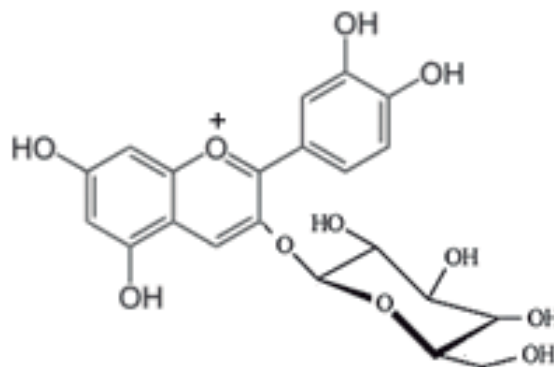


Ión flavilio

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 elágico, 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. Rodriguez 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