

2

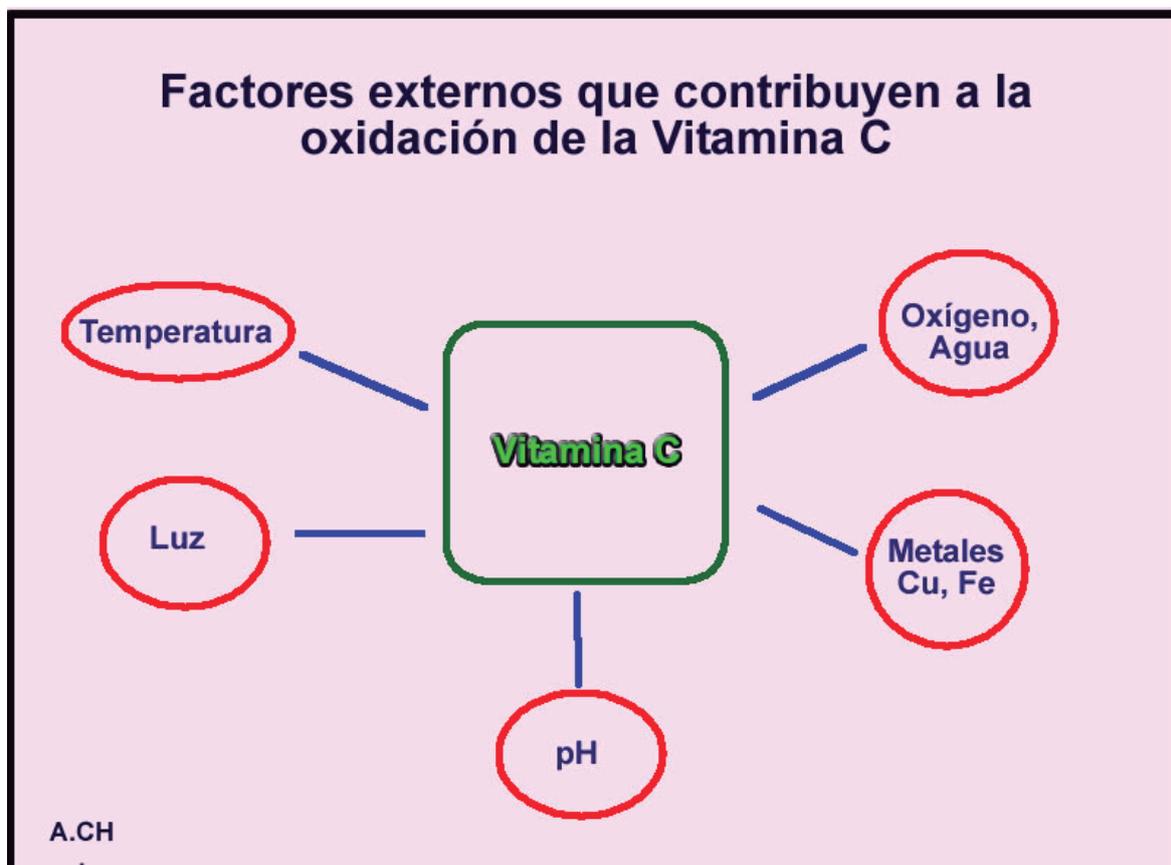
El Camu-camu Aspectos Químicos

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@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 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 **2007**¹⁴, 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

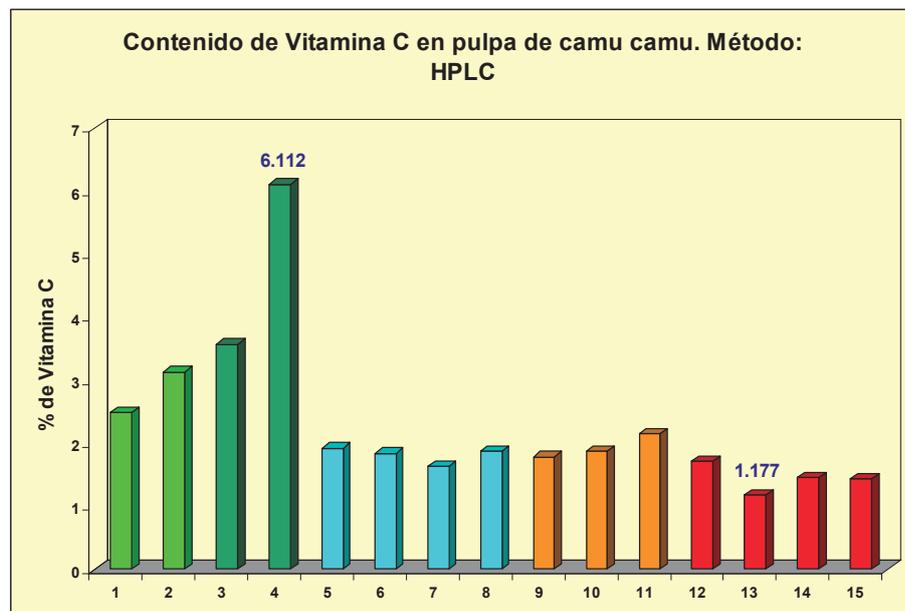
2. Método Yodométrico

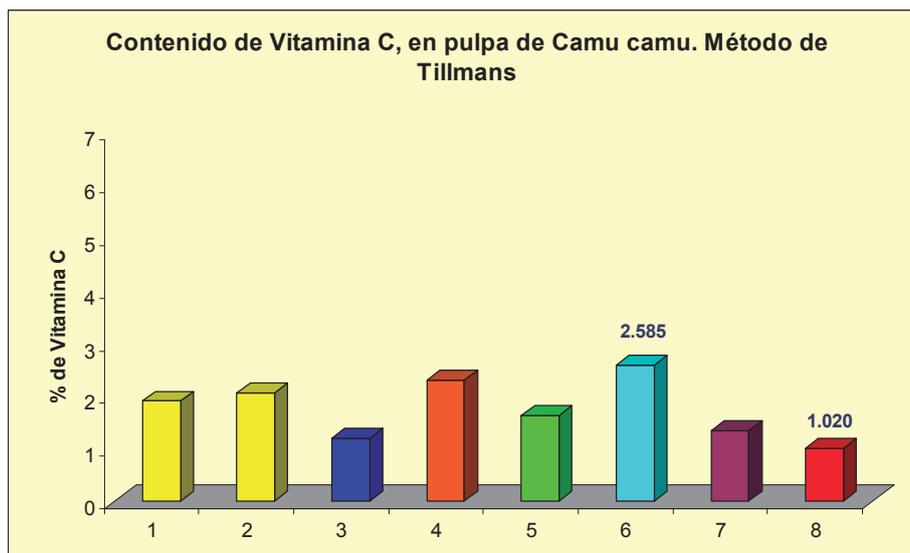
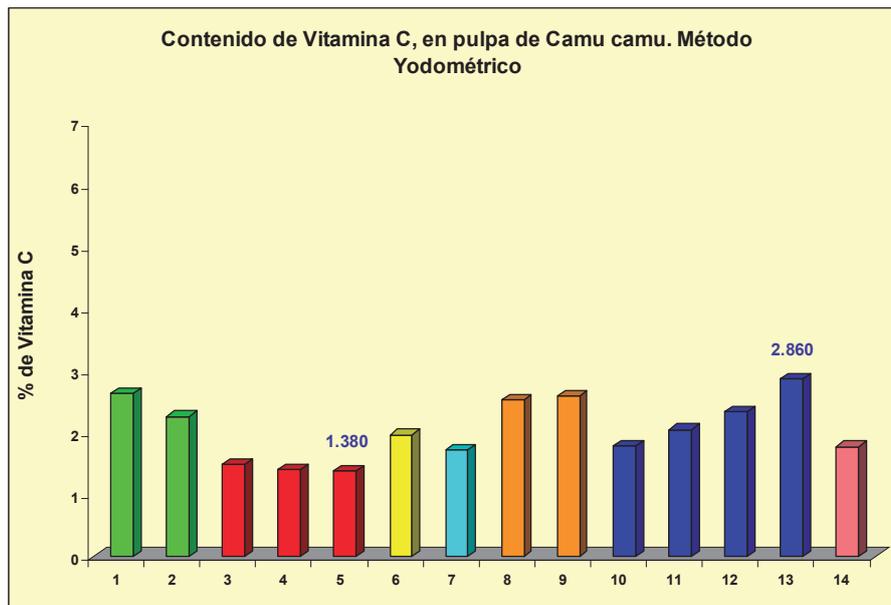
Ref.	Muestra	% de Vit. C
3	Pulpa (F. silvestre)	2.625
	Pulpa (F. cultivado)	2.260
4	Pulpa de F. verde	1.490
	Pulpa de F. semimaduro	1.400
	Pulpa de F. maduro	1.380
8	Pulpa	1.962
10	Pulpa de F. maduro	1.721
15	Pulpa de F. inmaduro	2.520
	Pulpa de F. maduro	2.590
17	Pulpa de F. inmaduro	1.780
	Pulpa de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

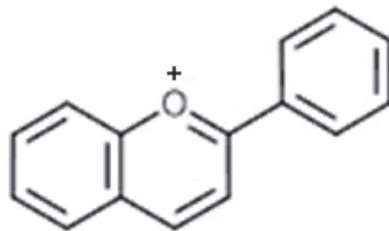
Cuadro 2. Reportes de vitamina C en la cáscara del fruto del camu camu				
Referencia	Año	Parte del fruto	% de Vit. C	Método
11. Maeda et al. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (Myrciaria dubia McVaugh).	2006	Cáscara (epicarpio) Pulpa (mesocarpio)	3.092 1.640	Tillmans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

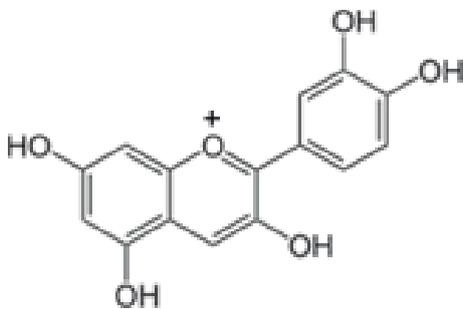
Después de la Vitamina C, son las antocianinas (uno de los diferentes tipos de flavonoides) que le siguen en importancia, debido a que son responsables del color rojo del fruto y constituyen uno de los grupos más importante de antioxidantes naturales.

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

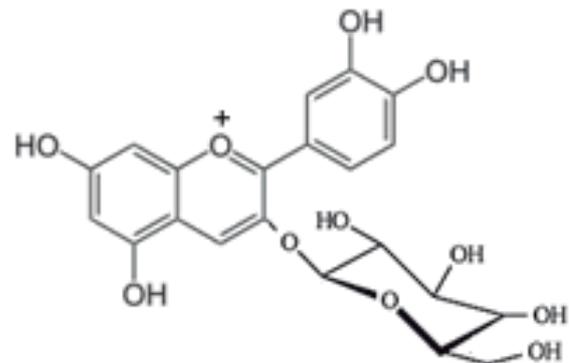


Ión flavilio

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 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