

El tamarillo (*Cyphomandra betacea*) y su importancia como fuente de compuestos antioxidantes

G. Preciado-Iñiga* y M. E. Bárcenas-Pozos

Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla.

Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Cholula, Puebla. C.P.72810. México.

RESUMEN

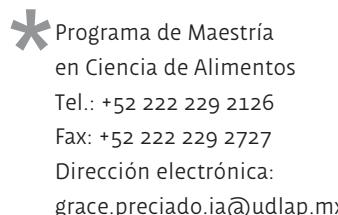
El tamarillo (*Cyphomandra betacea*), es un fruto originario de América del Sur que se caracteriza por su alto contenido de compuestos antioxidantes (antocianinas, compuestos fenólicos, vitamina C, carotenoides). Debido a que existen evidencias de que el consumo de ciertos compuestos antioxidantes está relacionado con un menor riesgo de sufrir algunos tipos de enfermedades crónicas, específicamente cáncer y enfermedades cardiovasculares, varios investigadores han realizado estudios relacionados con el potencial antioxidante del tamarillo. El objetivo de esta revisión es proporcionar información sobre las características, propiedades y usos de este fruto y hacer una recopilación de información publicada sobre el tamarillo como fuente de compuestos antioxidantes.

Palabras clave: tamarillo, *Cyphomandra betacea*, antioxidantes.

ABSTRACT

The tamarillo (*Cyphomandra betacea*), a fruit native from South America, is characterized by its high content of antioxidant compounds (anthocyanins, phenolic compounds, vitamin C, carotenoids). Evidence proves that the consumption of certain antioxidant compounds diminish the risk of suffering different types of chronic diseases, particularly cancer and cardiovascular diseases, therefore, several researchers have conducted studies related to the antioxidant potential of the tamarillo. The purpose of this review is to provide information of the characteristics, properties and uses of this fruit, and also to provide a compilation of published research on the tamarillo as a source of antioxidant compounds.

Keywords: *Cyphomandra betacea*, antioxidants.



Introducción

El tamarillo (*Cyphomandra betacea*) es un fruto exótico proveniente de la región Andina, de aroma agradable y sabor agri-dulce, cuya coloración se debe a compuestos antioxidantes como carotenoides, flavonoides y antocianinas (Cuesta, Andrade, Moreno y Concellón, 2013). La planta de tamarillo es arbustiva, pequeña y de climas fríos, sus frutos presentan diferentes formas, entre ovaladas y alargadas, y contienen en su interior las semillas, recubiertas por un gel rico en antocianinas (Quijano y Pino, 2006). La variedad del fruto de tamarillo más producida y comercializada es la “rojo común”, la cual posee forma ovoide; su tamaño aproximado es de 5 cm de ancho por 8 cm de largo y su peso de 80 g (Contreras, Gamba y Fischer, 2007). El tamarillo es un fruto muy apreciado por ser fuente de carotenoides, vitaminas C, B6 y E; además de ser rico en hierro y compuestos fenólicos (Vasco, Avila, Ruales, Svanberg y Kamal-Eldin, 2009).

Los compuestos fenólicos y otros compuestos antioxidantes tienen efectos benéficos sobre el organismo, previniendo el riesgo de distintas enfermedades, ya que tienen la capacidad de neutralizar radicales libres, los cuales causan daño oxidativo a las moléculas de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, produciendo enfermedades degenerativas (Muñoz, Ramos, Alvarado, Ortiz y Castañeda, 2007). El presente artículo tiene como propósito proporcionar información general que permita al lector tener mayor conocimiento sobre las características, propiedades y usos del tamarillo y hacer una revisión de las investigaciones recientemente publicadas sobre el tamarillo como fuente de compuestos antioxidantes.

1.1. Cultivo y producción del tamarillo

La planta de tamarillo es pequeña y de rápido crecimiento, alcanzando una altura de entre 2 y 3 m; pocas veces llega a medir 5 metros de altura. Su sistema radicular tampoco es muy grande y está en relación al tamaño de la planta. El tiempo de vida esperado de la planta es corto (5 a 12 años). Las hojas son perennes y grandes, presentan de 30 a 40 cm de largo y poseen forma acorazonada. Las flores son pequeñas, de color rosado y se encuentran agrupadas en racimos donde puede haber hasta 40 flores, las cuales sólo van a producir entre 1 y 6 frutos; esto sucede en el primero o segundo año después del trasplante (Revelo *et al.*, 2011; Carrera, 2013).

La planta de tamarillo se desarrolla bien en climas templados y fríos. La altura óptima para cultivarlo se encuentra entre 2,000 y 2,400 metros sobre el nivel del mar; sin embargo, en Ecuador crece a 1,500 - 3,000 m, en Puerto Rico a 300-900 m, en la India a 300-2,200 m y a alrededor de 1,800 m en Haití. Su temperatura óptima de crecimiento está entre 9°C y 20°C; cabe recalcar que temperaturas menores a 4°C causan reducción de su actividad fisiológica y temperaturas mayores de 20°C producen la caída de las flores. En lugares donde la humedad relativa es del 70% al 80%, el tamarillo se cultiva sin ningún problema; crece muy bien en lugares con precipitaciones de lluvia entre 600 y 4,000 mm. Uno de los factores más importantes para el buen desarrollo de la planta es la intensidad lumínica; la planta de tamarillo se desarrolla bien con radiaciones solares entre 1,500 y 1,800 horas luz/año. Además, se ha notado que este cultivo requiere de sombra y alta nubosidad. El suelo óptimo para el cultivo de tamarillo es el medio franco o franco arenoso; debe poseer un buen drenaje y un pH entre 5.5 y 6.5 (ligeramente ácido) (Llumigusin y Quintana, 2011; Prohens y Nuez, 2001).

De los frutos del tamarillo se conocen 20 especies, pero los más comercializados son el rojo, el morado y el anaranjado, los mismos que se pueden encontrar en forma redonda, alargada y ovoide. El tamarillo rojo es el más común; su forma es ovalada y su pulpa anaranjada y generalmente su fruto pesa entre 50 y 80 g. La especie de color amarillo pesa generalmente entre 50 y 70 g, su pulpa, al igual que su cáscara, es de color amarillo. La especie morada o también conocida como roja oscura o negro, tiene una pulpa de color púrpura y puede pesar entre 60 y 100 g; su forma es redonda u ovoide (Prohens y Nuez, 2001). La piel del fruto es lisa y de sabor amargo; la pulpa de sabor dulce y ácido, contiene las semillas, las cuales son redondas y se encuentran recubiertas con un gel que posee alto contenido de antocianinas (Quijano y Pino, 2006). La clasificación taxonómica del tamarillo se presenta en la tabla I.

Revisión bibliográfica

1. Generalidades del tamarillo

El tamarillo es una fruta exótica, que se conoce con diferentes nombres: tomate de árbol, tamarillo, tomate de agua, tomate cimarrón, entre otros. Es originario de América del Sur; se cree que tuvo su origen en Bolivia y Argentina y que la especie fue domesticada en Perú y Ecuador. Crece muy bien en Nueva Zelanda y ha sido introducido a otros países donde es cultivado en menor escala (Boyes y Strübi, 2010; Revelo, Pérez y Maila, 2011).

Tabla I. Clasificación taxonómica del tamarillo

Reino	Plantae (vegetal)
División	Magnoliphyta (angiospermas)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Cyphomandra</i>
Especie	<i>Cyphomandra betacea</i> Sendt
Nombre común	Tomate de árbol, Tamarillo
Nombre científico	<i>Cyphomandra betacea</i>

Adaptado de Chalampuente y Prado (2005); FAO (2006)

Actualmente, el principal productor y distribuidor del tamarillo en el mundo es Nueva Zelanda. El mayor productor a nivel de la región Andina es Colombia, seguida de Ecuador, siendo este país el principal proveedor de la Unión Europea; esto se debe a que en Ecuador la fruta se puede encontrar en el mercado durante todo el año (Vasco *et al.*, 2009). En México, el cultivo de tamarillo ha tomado importancia en el norte del estado de Puebla, específicamente en los límites de esta zona con el estado de Veracruz; municipios como Cuetzalan del Progreso, Hueytalpan y San Sebastián Tlacotepec, se destacan por sus niveles de producción (SDR, 2005).

1.2. Composición y valor nutricional

El componente mayoritario del tamarillo es el agua (81-88%). Este fruto es bajo en calorías y rico en fibra; además contiene vitaminas C y B6, carotenos y hierro (tabla II). En el fruto se pueden encontrar algunos pigmentos como son las antocianinas, flavonas, flavonoles y leucoantocianinas (Vasco *et al.*, 2009).

Se han hecho estudios sobre los compuestos volátiles que son responsables del aroma característico del tamarillo; se han encontrado 84, destacando como los más importantes: trans-3-hexenal, cis-3-hexenol, hexanoato de metilo, 3-hidroxibutanoatos, 3-hidroxihexanoatos, eugenol y 4-alil-2,6-dimetoxifenol (Vasco *et al.*, 2009; Quijano y Pino, 2006).

La importancia nutricional del tamarillo radica en su contenido de compuestos antioxidantes; uno de los principales es la vitamina C, que se encuentra en una proporción de entre 19.7 y 57.8 mg/100g (Carrera, 2013; Chalampuente y Prado, 2006).

Se han reportado diversos estudios donde se atribuyen propiedades medicinales al tamarillo, gracias a su capacidad antioxidante. Esta está relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, artritis, arterioesclerosis, así como con el retraso del envejecimiento (Ce-

Tabla II. Composición y propiedades del tamarillo

Características	Rango
Contenido de sólidos solubles	10.0-13.5
pH	3.2-3.8
Acidez total (g/100 g)	1.0-2.4
Humedad (g/100 g)	81.0-87.8
Proteínas (g/100 g)	1.5-2.5
Grasas (g/100 g)	0.05-1.28
Glucosa (g/100 g)	0.5-1.0
Fructosa (g/100 g)	0.7-1.2
Sacarosa (g/100 g)	0.3-2.5
Fibra (g/100 g)	1.4-6.0
Ácido cítrico (g/100 g)	1.27-1.80
Ácido málico (g/100 g)	0.05-0.15
Ceniza (g/100 g)	0.60-0.83
Vitamina A (I.U.)	540-2475
Ácido ascórbico (mg/100 g)	19.7-57.8
Sodio (mg/100 g)	1.3-8.9
Potasio (mg/100 g)	290-347
Calcio (mg/100 g)	3.9-11.3
Magnesio (mg/100 g)	19.7-22.3
Hierro (mg/100 g)	0.40-0.94
Cobre (mg/100 g)	0.05-0.20
Zinc (mg/100 g)	0.10-0.20
Manganoso (mg/100 g)	0.10-0.20
Fosfatos (mg/100 g)	33.9-65.5

Adaptado de Prohens y Nuez (2000)

rón, Higuita y Cardona, 2010). Además, se ha propuesto que el consumo de tamarillo fortalece el cerebro y contribuye a curar migrañas y cefaleas severas, debido a que contiene sustancias como el ácido gamma amino butírico, el cual disminuye la tensión arterial, siendo esto beneficioso para personas hipertensas. También se puede utilizar para tratar enfermedades respiratorias y anemia (Revelo *et al.*, 2011 y SDR, 2005).

1.3. Usos y productos del tamarillo

El tamarillo principalmente se consume como fruto fresco, pero también se puede usar como materia prima para la elaboración de diversos productos como son: jugos, dulces, compotas, gelatina, concentrados congelados, helados, papillas para bebés y salsas picantes (FAO, 2006; Revelo *et al.*, 2011). Además, es conveniente para la elaboración de jaleas y mermeladas, debido a su alto nivel de pectinas. El tamarillo tiene buenas características para el enlatado en almíbar y para usar-

lo en combinación con otros productos como yogur (Prohens y Nuez, 2001).

Debido a que el ingreso del tamarillo de origen americano a algunos países como Canadá y Estados Unidos debe ser en forma de producto procesado, puesto que está prohibido su ingreso como fruto fresco, se ha considerado la posibilidad de desarrollar nuevos productos a base de tamarillo. Estos podrían ser: tamarillo deshidratado, hojuelas de tamarillo, jugos clarificados, extractos, conservas obtenidas por altas presiones, entre otros (Fontagro, Corpoica y Ciat, 2006). En este sentido, Villegas, Rodríguez, Guerrero y Bárcenas (2013) desarrollaron una base dulce de tamarillo conservada por métodos combinados, a partir de la cual se podrían elaborar diversos productos en cualquier época del año.

2. Estudios sobre el potencial antioxidante del tamarillo

Se han llevado a cabo distintos estudios con el fin de conocer el potencial antioxidante del tamarillo. En la tabla III se presenta un resumen de los resultados obtenidos en algunas de estas investigaciones. Se observa que la cáscara del tamarillo tie-

ne mayor capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos que la pulpa y las semillas; a su vez, las semillas presentan valores más altos de estos parámetros en comparación con la pulpa. También puede observarse que las variedades rojas muestran valores superiores de ambos parámetros con respecto a la amarilla. Por otro lado, tanto para la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos como para el contenido de antocianinas, las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos en los diversos estudios pueden atribuirse a la variedad de tamarillo estudiada, al grado de maduración del fruto, y a los métodos de extracción y cuantificación utilizados.

Adicionalmente, Muñoz *et al.* (2007) determinaron el contenido de distintos compuestos fenólicos en el tamarillo, encontrando ácidos fenólicos como el clorogénico, ferúlico y cafeíco (81.47, 2.99 y 2.57 mg/kg de peso fresco, respectivamente) y flavonoles como morina, querctina, rutina y kaenferol (0.18, 3.41, 0.81 y 0.01 mg/kg de fruto fresco, respectivamente). En otro estudio, este mismo grupo de investigadores (Muñoz, Ramos, Alvarado, Castañeda y Lizarazo 2009) determinó el contenido de flavonoides en cáscara de tamarillo; ellos

Tabla III. Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y antocianinas de tamarillo

Nombre científico	País de origen	Color del fruto	Parte del fruto evaluado	Compuestos fenólicos (mg equivalentes de ácido gálico/100 g de muestra fresca)	Capacidad antioxidante (mmol Trolox/g de muestra fresca)	Antocianinas (mg cianidina 3-glucósido/g de muestra fresca)	Fuente
<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Ecuador	Amarillo dorado	Cáscara, pulpa y semilla	Cáscara (var. amarilla) 387 (var. roja) 620	Cáscara (var. amarilla) 22 (var. roja) 40	0.38	Vasco <i>et al.</i> (2009)
		Púrpura rojo		Pulpa (var. amarilla) 78 (var. roja) 113	Pulpa (var. amarilla) 2.3 (var. roja) 3.0		
				Semillas (var. amarilla) 94 (var. roja) 152	Semillas (var. amarilla) 3.8 (var. roja) 9.3		
				Mesocarpio 43-54	Mesocarpio 1.65-2.05		
				Endocarpio 120-155	Endocarpio 7.3-9.3		
<i>Cyphomandra betacea</i>	Perú		Cáscara	846.95	71.91		Muñoz <i>et al.</i> (2009)
<i>Cyphomandra betacea</i>	Venezuela	Rojo	Pulpa y semillas	139		0.29	Torres (2012)
<i>Cyphomandra betacea</i>	Perú		Pulpa y semillas	130	3.4		Carrasco y Encina (2008)
<i>Cyphomandra betacea</i>	Perú		Pulpa y semillas	62.71	0.89		Muñoz <i>et al.</i> (2007)

reportaron que los ácidos clorogénico y cafeico y la rutina fueron los más abundantes (416.04, 20.26 y 69.11 mg/kg de cáscara, respectivamente).

De igual forma, Hurtado, Morales, Duque, Vicario y Heredia (2005) caracterizaron las antocianinas aisladas del fruto de tamarillo, observando que la delfinidina-3-O-(6"-O- α -ramnopiranósido) es la principal antocianina en el gel que rodea a las semillas, mientras que en la cáscara es la cianidina-3-O-(6"-O- α -ramnopiranósido- β -glucopiranósido); otras antocianinas aisladas e identificadas fueron pelargonidina - 3-O-(6"-O- α -ramnopiranósido- β -glucopiranósido) y delfinidina-3-O-(6"-O- α -ramnopiranósido- β -glucopiranósido)-3'-O- β -glucopiranósido.

Por otro lado, en varios estudios se determinó el contenido de ácido ascórbico del tamarillo, reportándose 16.09, 16.5, 23.32, 16-22 mg/100 g de fruto por Repo y Encina (2008), Vasco *et al.* (2009), Torres (2012) y Cuesta *et al.* (2013), respectivamente. Así mismo, distintos investigadores obtuvieron el contenido de carotenos en el tamarillo; para 100 g de fruto, Repo y Encina (2008) reportan 4 mg de β -caroteno y Vasco *et al.* (2009) 3.4-5.2 mg, y Cuesta *et al.* (2013) 0.9-6 mg de carotenos totales. Por su parte, Torres (2012) determinó el contenido de licopeno en pulpa madura de tamarillo, el cual fue 1.22 mg/100 g.

Conclusiones

A pesar de existir diferencias entre las diversas variedades de tamarillo, es evidente que los frutos poseen propiedades benéficas para la salud del ser humano; esto debido a su contenido en compuestos antioxidantes (vitamina C, fenoles, antocianinas, carotenoides). De esta manera, debido a estos estudios se puede impulsar a una mayor producción y consumo de esta fruta, ya sea como fruto fresco o procesado, para contribuir a mejorar la salud de los consumidores.

Referencias

- Boyes, S. y Strübi, P. (2010). Organic acid and sugar composition of three New Zealand grown tamarillo varieties (*Solanum betaceum* (Cav.)). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25(1), 79-83.
- Carrera-Oscullo, P. (2013). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (Solanum betaceum cav) preparado a diferentes tiempos de cocción del fruto*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cerón, I., Higuita, J. y Cardona, C. (2010). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. *Revista Vector*, 5(2010), 17-26.
- Chalampuente, D. y Prado, P. (2006). *Caracterización morfológica y molecular de la colección de tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sendt) del banco de germoplasma del INIAP, Ecuador*. Tesis de licenciatura no publicada, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Contreras, J., Gamba, H. y Fischer, G. (2007). Características fisicoquímicas y organolépticas de frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) a dos temperaturas de almacenamiento y tipos de cera. *Ciencia y Agricultura*, 5(2), 39-49.
- Cuesta, L., Andrade, M. J., Moreno, C. y Concellón, A. (2013). Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.). *Enfoque UTE*, 4(1), 32-49.
- Food and Agriculture Organization. (2006). *Tomate de árbol (Cyphomandra betacea)*. Recuperado el 16 de octubre de 2013, de ICCA:http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae62os/pfrescos/TOMATEDEARBOL.HTM
- FONTAGRO, CORPOICA. Y CIAT. (2006). *Desarrollo tecnológico para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutales exportables de interés para los países andinos. Estudio de mercado para tomate de árbol (Cyphomandra betacea), uchuva (Physalis peruviana L.), y granadilla (Passiflora ligularis)*, en Colombia, la región andina y norteamérica, como frutas frescas y procesadas. Recuperado el 18 de octubre de 2013, de Corpoica:<http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55288/InformeFinaFontagro1.pdf>

- Hurtado, H., Morales, A., Duque, C., Vicario, I. y Heredia, F. (2005). Caracterización y actividad antioxidant de antocianinas aisladas del fruto de tamarillo (*Cyphomandra betacea* sent). *Revista Cubana de Química*, 17(3), 215-216.
- Llumigusin, A. y Quintana, S. (2011). *Plan de comercio exterior y negociación internacional para la comercialización de tomate de árbol*. Tesis de licenciatura no publicada, Escuela Superior Politécnica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Muñoz, A., Ramos, F., Alvarado, C. y Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidant y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142-149.
- Muñoz, A., Ramos, F., Alvarado, C., Castañeda, B. y Lizaraso, F. (2009). Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia*), guinda (*Prunus serotina*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y carambola (*Averrhoa carambola L.*) cultivadas en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75 (4), 431-438.
- Prohens, J. y Nuez, F. (2001). The tamarillo (*Cyphomandra betacea*). *Small fruits review*, 1(2), 43-68.
- Quijano, C. E. y Pino, J. A. (2006). Análisis de los compuestos volátiles del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.) mediante microextracción en fase sólida. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 16(3), 17-22.
- Repo, R. y Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidant y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124.
- Revelo, A., Pérez, E. y Maila, M. (2011). *Cultivo de tomate de árbol. Capacitación sobre el cultivo ecológico del tomate de árbol*. Recuperado el 18 de octubre de 2013, de INIAP: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20_tomate_ecologico.pdf
- Secretaría de Desarrollo Rural. (2005). *Cultivos del Estado de Puebla*. Recuperado el 10 de febrero de 2011, de Gobierno de Puebla: http://www.puebla.gob.mx/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=25:hortalizas&download=425:tomate-de-arbol&start=60&Itemid=319
- Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4), 381-388.
- Vasco, C., Avila, J., Ruales, J., Svanberg, U. y Kamal-Eldin, A. (2009). Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(S7), 278-288.
- Villegas, X., Rodríguez, D. N., Guerrero, J. A. y Bárcenas, M. E. (2013). Estabilidad de un producto dulce de tamarillo (*Cyphomandra betacea*) conservado por métodos combinados. *Scientia Agropecuaria*, 4(2013), 89-100.