

Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*)

Pablo D. Carrera Oscullo¹   Fernando A. Novillo Logroño² 

¹ Universidad Estatal Amazónica, Sede Lago Agrio, Nueva Loja EC210150, Ecuador

² Universidad Central del Ecuador, Quito EC170521, Ecuador; fnovillo@uce.edu.ec

 Correspondencia: pablodacar@yahoo.com  + 593 98 452 2854

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51016>

Resumen: El tomate de árbol o tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*) es una fruta de interés por sus excelentes cualidades sensoriales y nutritivas. En Ecuador, es una práctica común cocer el tomate de árbol antes de preparar jugos y salsas, lo que puede reducir o incrementar su capacidad antioxidante. El objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad antioxidante en frutos de tomate de árbol de las variedades anaranjado puntón y rojo mora que se cocieron en agua a ebullición por varios periodos de tiempo. La capacidad antioxidante se midió por el método ABTS y se expresó como actividad antioxidante equivalente a Trolox. En las dos variedades, la mayor capacidad antioxidante se obtuvo a los 10 minutos de cocción, con valores más altos en la variedad rojo mora. El análisis estadístico mostró que tanto la variedad de tomate de árbol como el tiempo de cocción fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$), mientras que la interacción no fue significativa ($p > 0,05$). La capacidad antioxidante más alta de la variedad rojo mora puede estar relacionada con la presencia de antocianinas en el mucílago que rodea las semillas, mientras que el incremento de la capacidad antioxidante en los frutos cocidos puede estar relacionado con el ablandamiento de los tejidos, lo que incrementa la biodisponibilidad de los antioxidantes.

Palabras claves: Actividad antioxidante, *Cyphomandra betacea*, método ABTS, tamarillo, Trolox

Effect of cooking on the antioxidant capacity of tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*)

Abstract: The tamarillo or tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*) is a fruit of interest due to its excellent sensory and nutritional qualities. In Ecuador, it is a common practice to cook the tamarillo before preparing

juices and sauces, which can reduce or increase their antioxidant capacity. The objective of the present study was to determine the antioxidant capacity in yellow and red tamarillos that were cooked in boiling water for various periods of time. Antioxidant capacity was measured by the ABTS method and expressed as Trolox equivalent antioxidant



Cita: Carrera Oscullo, P. D., & Novillo Logroño, F. A. (2022). Efecto de la cocción sobre la capacidad antioxidante del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Green World Journal, 5 (1) 016.

<https://doi.org/10.53313/gwj51016>

Received: 17/February/2022

Accepted: 25/March/2022

Published: 01/April/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

activity. In both varieties, the highest antioxidant capacity was obtained after 10 minutes of cooking, with higher values in the red variety. Statistical analysis showed that both variety and cooking time were statistically significant ($p < 0.05$), while the interaction was not significant ($p > 0.05$). The higher antioxidant capacity of the red variety may be related to the presence of anthocyanins in the seed jelly, while the increase in antioxidant capacity in cooked fruits may be related to the matrix softening that increases the bioavailability of antioxidants.

Keywords: Antioxidant activity, *Cyphomandra betacea*, ABTS method, tamarillo, Trolox

1. Introducción

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es una fruta originaria de Sudamérica que tiene buenas propiedades organolépticas y es muy versátil en cuanto a sus preparaciones. Puede consumirse como fruta fresca o como jugo, además, posee características que le permiten incursionar en la industria de los suplementos nutracéuticos y representa una alternativa de explotación como producto no tradicional de exportación. En Ecuador, el tomate de árbol se cultiva en alrededor de 5000 ha de los valles interandinos de la Sierra, registrando rendimientos de 60 a 80 t ha⁻¹ año⁻¹. La variedad anaranjado puntón es la que más sobresale con un registro de siembra del 60.7 % y también destaca la variedad rojo mora por su buen rendimiento y frutos de buena calidad [1]. La temperatura estable durante todo el año y los prolongados periodos de luminosidad de la zona ecuatorial, provocan que los frutos cultivados en el Ecuador desarrollen mejor sus almidones, lo que resulta en un sabor menos ácido y muy agradable [2].

Con respecto a la morfología, el fruto de tomate de árbol tiene forma ovalada con un tamaño de 4–10 cm de largo y 3–5 cm de diámetro. La cáscara es lisa, amarga y su color varía de amarillo a violeta. La pulpa es firme, succulenta y de color anaranjado. El mucílago que rodea las semillas en los dos compartimentos longitudinales es suave, agrídulce, de color anaranjado en la variedad anaranjado puntón y de color violeta en la variedad rojo mora. Las semillas son finas, casi planas y circulares [2,3].

En cuanto a sus propiedades químicas, el fruto contiene una cantidad alta de pectinas y es bajo en carbohidratos, además, es una excelente fuente de antioxidantes como: vitaminas B₆, C, y E, carotenoides y compuestos fenólicos [3,4]. Los antioxidantes son sustancias que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas al capturar radicales que inician o propagan reacciones que dañan las células [5]. Los carotenoides y los compuestos fenólicos, especialmente los flavonoides, muestran una gran capacidad para capturar radicales libres causantes del estrés oxidativo, por lo que se les atribuye beneficios potenciales en la prevención del cáncer y enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas [6,7]. Los compuestos fenólicos también poseen actividades antimicrobianas, antialérgicas, antitrombóticas y antiinflamatorias [8]. A pesar de que la concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol es menor o igual que en otras frutas, su capacidad antioxidante es mayor que en frutas ricas en antioxidantes como las naranjas, uvas, peras y manzanas. Esto indica que sus compuestos fenólicos u otros compuestos son antioxidantes más fuertes. De hecho, se ha demostrado que los ácidos hidroxicinámicos y rosmarínicos, que son los compuestos fenólicos mayoritarios en el tomate de árbol, poseen una mayor actividad antioxidante que el ácido ascórbico y el tocoferol [9].

Uno de los métodos más aplicados para determinar la capacidad antioxidante de un alimento, consiste en el uso de sustancias cromógenas de naturaliza radical, en donde la pérdida de color se produce de manera proporcional a la concentración. Entre estos métodos, el del radical catión ABTS^{•+} (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) es uno de los más rápidos, origina resultados reproducibles, tiene alta sensibilidad y permite analizar sustancias hidrofílicas y lipofílicas [8]. Este radical se genera por la oxidación de ABTS, haciendo que la disolución tome un color azul verdoso que se decolora al reducirse con antioxidantes. La concentración del antioxidante es

proporcional a la decoloración y puede depender del tiempo escogido para realizar la medición [10]. El compuesto sintético Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), un análogo de la vitamina E, se usa como antioxidante de referencia en muestras de alimentos debido a que la medición de cada uno de los antioxidantes de una muestra biológica es muy compleja [11].

En Ecuador, es una práctica común cocer en agua a ebullición los frutos de tomate de árbol antes de preparar jugos y salsas, lo que puede reducir o incrementar su capacidad antioxidante. La cocción es un tratamiento térmico que produce en los alimentos algunos cambios en su textura, color, sabor y calidad nutricional, que mejoran su aceptación por el consumidor. Sus efectos deseables son: destrucción enzimática, ablandamiento de los tejidos y mejora de la digestibilidad, mientras que sus efectos indeseables son: destrucción de nutrientes y pérdida de cualidades organolépticas [12]. Aunque el consumo de vegetales frescos es ampliamente defendido, existe evidencia de que la biodisponibilidad de muchos compuestos bioactivos mejora cuando los vegetales se someten a cocción [13,14]; por ejemplo, Miglio *et al.* [14] mencionan que la capacidad antioxidante de zanahorias cocidas en agua a ebullición se incrementó en un 108 % y lo relaciona con el ablandamiento de los tejidos, lo que incrementa la biodisponibilidad de los antioxidantes. Sin embargo, la cocción también puede provocar la destrucción de compuestos sensibles al calor como las vitaminas A, C, B₁, B₂ y ácido fólico [15]; por ejemplo, Lee *et al.* [16] mencionan que el contenido de vitamina C de brócoli, disminuyó en un 47 % después de cocerlo en agua a ebullición por 5 minutos. Además, otras vitaminas y nutrientes pueden resistir al calor durante la cocción, pero se escurren con el agua.

Generalmente, se tiene la noción que los vegetales y frutos cocidos tienen una menor capacidad antioxidante que los frutos frescos. Esto se debe principalmente a que sólo se mide la cantidad de ácido ascórbico y no la capacidad antioxidante total. Por lo tanto, el conocer los cambios que se producen en los alimentos desde la preparación hasta la mesa es fundamental, no sólo para la investigación científica, sino también para que el consumidor pueda tomar decisiones sobre cómo preparar los vegetales y los frutos [17]. Con estos antecedentes, el presente estudio pretende determinar la capacidad antioxidante en frutos de tomate de árbol de las variedades anaranjado puntón y rojo mora que se cocieron en agua a ebullición por varios periodos de tiempo. Se espera que los datos obtenidos contribuyan a la valorización de este fruto como fuente valiosa de antioxidantes con beneficios potenciales para la salud, ya que a pesar que sus propiedades organolépticas y nutritivas son muy apreciadas, su consumo es mayoritariamente local y su industrialización ha sido mínima. Además, se espera que el estudio permita al consumidor tomar decisiones sobre cómo maximizar la capacidad antioxidante del tomate de árbol.

2. Materiales y métodos

2.1 Caracterización de la materia prima

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Los frutos de tomate de árbol se adquirieron en un mercado importante de la ciudad de Ambato, Ecuador, y con base en la norma NTE INEN 1909 [18], se seleccionaron frutos de tamaño grande (diámetro ≥ 55 mm) y de estado de madurez maduro (color 5, ver figura 1).

Las propiedades físicas del tomate de árbol: diámetro, longitud y masa, se analizaron con base en la norma NTE INEN 1909, mientras que las propiedades fisicoquímicas: pH, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez, se analizaron con base en las normas: NTE INEN 389, NTE INEN 380, NTE INEN 381 y NTE INEN 1909, respectivamente.

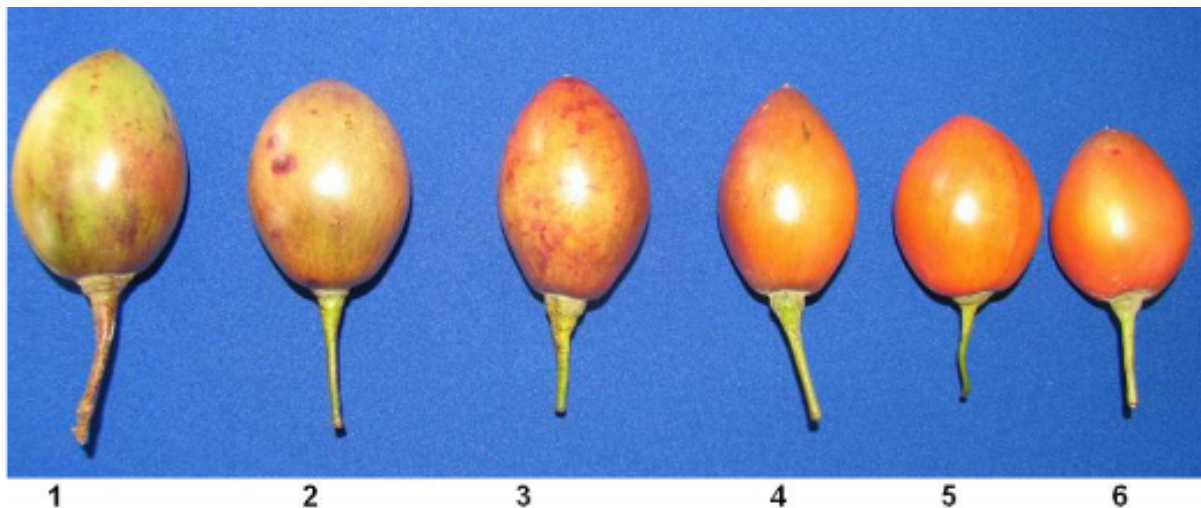


Figura 1. Escala de madurez del tomate de árbol. 1 a 2: verde, 3 a 4: pintón, 5 a 6: maduro [18] .

2.2 Análisis de la capacidad antioxidante

El análisis de la capacidad antioxidante se realizó por el método ABTS de acuerdo a la metodología desarrollada por Re *et al.* [19] y descrita por Kuskoski *et al.* [8]. Se utilizó un diseño factorial 2×5 con 3 repeticiones para evaluar los efectos de la variedad de tomate de árbol (anaranjado puntón y rojo mora) y del tiempo de cocción (0, 5, 10, 15 y 20 minutos) sobre la capacidad antioxidante del fruto.

Para la preparación de las muestras, tres frutos de cada variedad se cocieron en agua a ebullición por: 0, 5, 10, 15 y 20 minutos, luego se enfriaron, pelaron y licuaron dos minutos, después la pulpa se tamizó para retirar las semillas. Kuskoski *et al.* [8] mencionan que un extracto de pulpa de una concentración 0.04 g mL^{-1} es adecuado para la determinación de la capacidad antioxidante en frutas; por lo tanto, se pesó 2 g de pulpa en una balanza analítica Mettler AC y se transfirió a un matraz aforado de 50 mL, luego se añadió etanol al 96 % hasta la línea de aforo. Posteriormente, la mezcla se centrifugó en un equipo MLW-T52 a 4000 rpm durante 15 minutos y se recuperó el sobrenadante.

Para obtener el radical catión $\text{ABTS}^{\bullet+}$, se preparó una disolución madre de ABTS ($\geq 98 \%$, Sigma-Aldrich) 7 mM en agua destilada, luego se disolvió persulfato de potasio en la disolución madre de modo que su concentración final fue 2.45 mM y se mantuvo en la oscuridad a temperatura ambiente durante 16 horas. El radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ se mantuvo estable por más de 48 horas almacenado en la oscuridad. La disolución del radical se diluyó cien veces con etanol para obtener una absorbancia cercana a 0.7 a una longitud de onda de 734 nm en un espectrofotómetro Genesys 10UV. Para la elaboración de los estándares de referencia, se preparó una disolución madre de Trolox (97 %, Sigma-Aldrich) 2.5 mM en etanol, y cada día se prepararon 10 mL de estándares de concentraciones entre 0 y 15 μM .

Para la medición del blanco, se añadió 20 μL de etanol a 980 μL de la disolución del radical y se midió la absorbancia después de 4 minutos, tal como lo recomienda Re *et al.* [19] para el análisis de pulpas de frutas. El mismo procedimiento se realizó para el análisis de las muestras y estándares. Todas las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como actividad antioxidante equivalente a Trolox. Finalmente, con el programa InfoStat 2020, se realizó un análisis de varianza de 2 factores a un nivel de confianza del 95 % para determinar si los efectos de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción eran significativos.

3. Resultados

3.1. Caracterización de la materia prima

En la tabla 1, se muestran los resultados del análisis de los frutos de tomate de árbol. De acuerdo a la norma NTE INEN 1909, los frutos son de tamaño grande, ya que el diámetro y la masa son mayores a 55 mm y 120 g, respectivamente. Además, los frutos cumplen con los requisitos de madurez de consumo que establecen un valor de sólidos solubles totales mínimo de 9 ° Brix, una acidez titulable máxima de 2 % y un índice de madurez mínimo de 4.5.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los frutos de tomate de árbol.

Propiedad	Tomate anaranjado puntón		Tomate rojo mora	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Diámetro (mm)	56.0	0.8	56.2	0.8
Longitud (mm)	75.3	1.3	75.7	0.9
Masa (g)	124.9	0.5	124.7	0.6
pH	3.69	0.05	3.66	0.02
Sólidos solubles totales (° Brix)	11.1	0.2	9.9	0.3
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1.75	0.01	1.83	0.01
Índice de madurez	6.34	0.14	5.41	0.11

3.2. Análisis de la capacidad antioxidante

Las medias y desviaciones estándar de la capacidad antioxidante en función del tiempo de cocción del fruto se muestran en la tabla 2. Se observa que en las dos variedades de tomate de árbol, la mayor capacidad antioxidante se obtiene a los 10 minutos de cocción, con valores más altos en la variedad rojo mora (ver figura 2).

Tabla 2. Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/g}$) del tomate de árbol en función del tiempo de cocción.

Tiempo de cocción (minutos)	Tomate anaranjado puntón			Tomate rojo mora		
	\bar{x}	SD	CV (%)	\bar{x}	SD	CV (%)
0	3.46	0.48	14.0	6.97	1.01	14.4
5	6.25	0.64	10.3	10.28	0.85	8.2
10	7.91	0.67	8.4	12.92	0.72	5.6
15	7.71	0.62	8.1	11.69	0.70	6.0
20	5.02	0.69	13.8	9.75	1.24	12.7

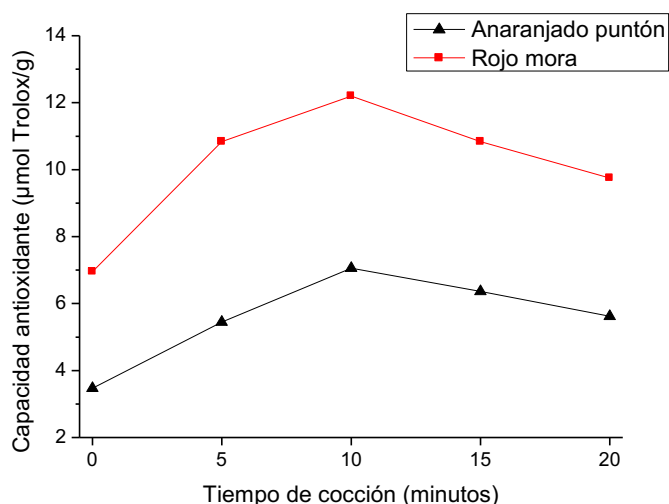


Figura 2. Capacidad antioxidante del tomate de árbol en función del tiempo de cocción.

El análisis de varianza mostró que los efectos principales de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción fueron significativos ($p < 0.05$), mientras que el efecto de la interacción no fue significativo ($p > 0.05$); por lo tanto, el efecto de un factor, no depende de los niveles del otro factor [20].

Con base en lo anterior, existe suficiente evidencia estadística para concluir que las medias de la capacidad antioxidante de las dos variedades de tomate de árbol son significativamente diferentes, independientemente del tiempo de cocción del fruto. Además, se concluye que al menos una media de la capacidad antioxidante a los diversos tiempos de cocción es significativamente diferente del resto de medias, independientemente de la variedad de tomate de árbol; por lo tanto, para determinar las medias específicas que son significativamente diferentes se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (ver tabla 3).

Tabla 3. Prueba de comparación múltiple de Duncan.

Tiempo de cocción (minutos)	\bar{x} capacidad antioxidante (µmol Trolox/g)	Prueba de Duncan
0	5.21	A
20	7.69	B
5	8.15	B
15	8.60	B
10	9.63	C

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes

Se observó que la media de la capacidad antioxidante a los 10 minutos de cocción es significativamente diferente del resto de medias y que además presenta el valor más alto; por lo tanto, se concluye que, para las dos variedades de tomate de árbol, la mayor capacidad antioxidante se alcanza a los 10 minutos de cocción del fruto. El cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0.05$) y la prueba de Levene ($p > 0.05$), respectivamente [20].

El valor de la capacidad antioxidante en la variedad anaranjado puntón es menor al reportado por Rojas *et al.* [21] (3.46 contra 3.98 µmol Trolox g⁻¹, método ABTS). En cambio, los valores superiores de la capacidad antioxidante en la variedad rojo mora son similares a los obtenidos por otras investigaciones; por ejemplo, Mertz *et al.* [7] mencionan que la variedad rojo mora tiene mayor capacidad antioxidante que la variedad anaranjado puntón (10.0 contra 6.5 µmol Trolox g⁻¹, método

ORAC) y lo relaciona con la presencia de antocianinas en el mucílago que rodea las semillas de la variedad rojo mora. Vasco *et al.* [3] mencionan que la variedad rojo mora tiene mayor capacidad antioxidante que la variedad anaranjado puntón en todas sus partes, por ejemplo: en la pulpa (3 contra 2.3 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$, método DPPH), en el mucílago (9.3 contra 3.8 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$, método DPPH) y en la cáscara (40 contra 22 $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$, método DPPH) y lo relaciona con la presencia de antocianinas en el mucílago de la variedad rojo mora y a su mayor contenido de compuestos fenólicos (1.87 contra 1.25 mg ácido gálico g^{-1}).

El incremento de la capacidad antioxidante en los frutos sometidos a cocción puede estar relacionado con el ablandamiento de los tejidos (debido a la degradación de la pectina, ruptura de la pared celular y separación de las células), lo que cambia el microambiente donde se encuentran los antioxidantes, permitiendo que interactúen entre ellos y se produzca un efecto sinérgico [8]. Además, Nicoli *et al.* [13] mencionan que la cocción aumenta la biodisponibilidad de sustancias muy estables al calor como el β -caroteno (debido a la ruptura de la pared celular) y también provoca la oxidación de los compuestos fenólicos a especies que tienen una mayor capacidad de capturar radicales; además, previene reacciones enzimáticas que degradan los antioxidantes. Lee *et al.* [16] mencionan que la extractabilidad de los carotenoides puede ser influenciada por la cocción, debido a que en los vegetales, los carotenoides incluyendo el β -caroteno, se encuentran en los cloroplastos formando complejos con las proteínas; estos complejos tienen un efecto inhibitorio sobre la extractabilidad del β -caroteno de la matriz vegetal. Bernhardt y Schlich [22] mencionan que la cocción puede incrementar la extractabilidad de los carotenoides por la ruptura de la pared celular y por la liberación de los β -carotenos de los complejos que forman con las proteínas.

El incremento de la capacidad antioxidante también puede estar relacionado con la difusión de compuestos fenólicos desde la cáscara hacia la pulpa, debido a que se observó que la pulpa adquirió tonos rojizos después de la cocción. Vasco *et al.* [3] mencionan que la cáscara contiene una cantidad muy superior de compuestos fenólicos que la pulpa (relación 5:1). De hecho, en la medicina tradicional ecuatoriana se cree que la cáscara tiene propiedades bioactivas; por lo que, el fruto incluyendo la cáscara, se utiliza como tratamiento antimicrobiano y antiinflamatorio para dolores de garganta y encías inflamadas, así como para reducir el colesterol en la sangre y controlar la glucosa en las personas que tienen diabetes [23].

Finalmente, la mayor capacidad antioxidante en los frutos cocidos puede deberse a la desactivación de las enzimas oxidantes que degradan los tocoferoles que forman la vitamina E. Murillo *et al.* [24] mencionan que los tratamientos térmicos pueden abolir la actividad de la enzima tocoferol oxidasa que se encuentra en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos. El daño al tejido vegetal causado por el corte o la mezcla durante el procesamiento de alimentos, podría activar las enzimas oxidantes involucradas en la pérdida de vitamina E debido al colapso de los compartimentos celulares [25].

4. Conclusiones

El tomate de árbol es una fruta muy apreciada por su gran cantidad de compuestos antioxidantes, por lo que su consumo puede brindar beneficios potenciales para la salud, como reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas e incluso el cáncer.

Los efectos principales de la variedad de tomate de árbol y del tiempo de cocción sobre la capacidad antioxidante fueron significativos ($p < 0.05$), mientras que el efecto de la interacción no fue significativo ($p > 0.05$); por lo tanto, el efecto de un factor, no depende de los niveles del otro factor. Se concluye que las capacidades antioxidantes de las dos variedades son significativamente diferentes, con valores muy superiores en la variedad rojo mora. Además, la capacidad antioxidante

a los diez minutos de cocción es significativamente diferente del resto y es el valor más alto; por lo tanto, en ambas variedades, la mayor capacidad antioxidante se obtiene a los diez minutos de cocción del fruto.

Los resultados de este estudio desafían la noción que los vegetales y frutos cocidos tienen una menor calidad nutricional que los frescos, además, permiten al consumidor tomar decisiones sobre cómo maximizar la capacidad antioxidante de los frutos de tomate de árbol. Sin embargo, la cocción también puede afectar la retención de algunas vitaminas que son sensibles al calor y que son solubles en agua. Estas limitaciones, motivan y hacen necesario el continuar con los estudios de los efectos de la cocción sobre el contenido de otros nutrientes. Como perspectiva adicional, está el extender el estudio a diferentes tipos de frutas y vegetales que son ricos en antioxidantes.

Contribución de autores: Los autores contribuyeron en todos los apartados investigativos.

Financiamiento: Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador y a sus docentes Consuelo Andrade, Ronny Flores y Pablo Bonilla, por las facilidades prestadas para la realización de esta investigación.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Feicán-Mejía, C.G.; Encalada-Alvarado, C.R.; Becerril-Román, A.E. Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.). *Agroproductividad* **2016**, *9*, 78–86.
2. Carrera, P. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) preparado a diferentes tiempos de cocción del fruto [Tesis de grado]. *Univ. Cent. del Ecuador* **2013**.
3. Vasco, C.; Avila, J.; Ruales, J.; Svanberg, U.; Kamal-Eldin, A. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2009**, *60 Suppl 7*, 278–288, doi:10.1080/09637480903099618.
4. Ordóñez, R.M.; Vattuone, M.A.; Isla, M.I. Changes in carbohydrate content and related enzyme activity during *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. fruit maturation. *Postharvest Biol. Technol.* **2005**, *35*, 293–301, doi:10.1016/J.POSTHARVBIO.2004.09.006.
5. Velioglu, Y.S.; Mazza, G.; Gao, L.; Oomah, B.D. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *J. Agric. Food Chem.* **1998**, *46*, 4113–4117, doi:10.1021/JF9801973.
6. Rodríguez-Mateos, A.; Vauzour, D.; Krueger, C.G.; Shanmuganayagam, D.; Reed, J.; Calani, L.; Mena, P.; Del Rio, D.; Crozier, A. Bioavailability, bioactivity and impact on health of dietary flavonoids and related compounds: an update. *Arch. Toxicol.* **2014**, *88*, 1803–1853, doi:10.1007/S00204-014-1330-7.
7. Mertz, C.; Gancel, A.L.; Gunata, Z.; Alter, P.; Dhuique-Mayer, C.; Vaillant, F.; Perez, A.M.; Ruales, J.; Brat, P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. *J. Food Compos. Anal.* **2009**, *22*, 381–387, doi:10.1016/J.JFCA.2008.06.008.
8. Kuskoski, E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Mancini-Filho, J.; Fett, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Sci. Technol.* **2005**, *25*, 726–732, doi:10.1590/S0101-20612005000400016.
9. Espin, S.; Gonzalez-Manzano, S.; Taco, V.; Poveda, C.; Ayuda-Durán, B.; Gonzalez-Paramas, A.M.; Santos-Buelga, C. Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chem.* **2016**, *194*, 1073–1080, doi:10.1016/J.FOODCHEM.2015.07.131.
10. Zhong, Y.; Shahidi, F. Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. *Handb. Antioxidants Food Preserv.* **2015**, 287–333, doi:10.1016/B978-1-78242-089-7.00012-9.
11. Sharma, P.; Singh, R.P. Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference to TEAC method. *Am. J. Food Technol.* **2013**, *8*, 83–101, doi:10.3923/AJFT.2013.83.101.
12. Casp, A.; Abril, J. *Procesos de conservación de alimentos*; 2.^a ed.; Ediciones Mundi-Prensa: Madrid,

- España, 2003;
13. Nicoli, M.C.; Anese, M.; Parpinel, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* **1999**, *10*, 94–100, doi:10.1016/S0924-2244(99)00023-0.
 14. Miglio, C.; Chiavaro, E.; Visconti, A.; Fogliano, V.; Pellegrini, N. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 139–147, doi:10.1021/JF072304B.
 15. BBC News ¿Qué nutrientes pierden las verduras cuando se hierven? Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610_salud_alimentos_verduras_coccion_perdida_nutrientes_il (accedido ene 18, 2022).
 16. Lee, S.; Choi, Y.; Jeong, H.S.; Lee, J.; Sung, J. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci. Biotechnol.* **2017**, *27*, 333–342, doi:10.1007/S10068-017-0281-1.
 17. Fabbri, A.D.T.; Crosby, G.A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *Int. J. Gastron. Food Sci.* **2016**, *3*, 2–11, doi:10.1016/J.IJGFS.2015.11.001.
 18. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN NTE INEN 1909 Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1909-2.pdf.
 19. Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **1999**, *26*, 1231–1237, doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
 20. Gutiérrez, H.; De la Vara, R. *Análisis y diseño de experimentos*; 2.^a ed.; Mc Graw-Hill: México D.F., 2008;
 21. Rojas Benites, D.S.; Repo de Carrasco, R.; Encina Zelada, C.R. Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Zelada 174 Rev Soc Quím Perú* **2017**, *83*, 12–12.
 22. Bernhardt, S.; Schlich, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *J. Food Eng.* **2006**, *77*, 327–333, doi:10.1016/J.JFOODENG.2005.06.040.
 23. Eroski Consumer Guía práctica de frutas – Tamarillo Disponible en: <https://frutas.consumer.es/tamarillo/propiedades> (accedido ene 10, 2022).
 24. Murillo, E.; Plumpton, S.E.; Gaunt, J.K. The Properties and Distribution of α -Tocopherol Oxidase in Plants. *Biochem. Soc. Trans.* **1976**, *4*, 486–487, doi:10.1042/BST0040486.
 25. Lee, T.; Ho, C. *Bioactive compounds in foods: Effects of processing and storage*; 1.^a ed.; American Chemical Society: Washington DC, USA, 2002;

Author's review:



Pablo Danilo Carrera Oscullo Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Magíster en Ciencias Químicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Docente de la Universidad Estatal Amazónica, Sede Lago Agrio.



Fernando Augusto Novillo Logroño Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Docente titular de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador