



EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIINFLAMATORIA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)

EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF TREE TOMATO (*Solanum betaceum*)

Iván Álvarez; Rubén Vilcacundo; Irvin Tubon.

Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

Email: rd.vilcacundo@uta.edu.ec

<https://doi.org/10.33789/talentos.9.2.175>

Resumen: Se estudió la pulpa liofilizada de tomate de árbol y sus hidrolizados gastrointestinales obtenidos con amilasa, pepsina y pancreatina, en sus respectivas fases, para evaluar la actividad antioxidante y la actividad antiinflamatoria. La capacidad antioxidante estuvo en un rango de $248,94 \pm 12,34$ a $335,22 \pm 34,35$ $\mu\text{mol ET/g}$, los valores más altos corresponden al tomate de árbol en la fase de digestión gástrica. La actividad antiinflamatoria, medida en porcentaje de protección, estuvo en un rango de $8,11 \pm 0,04$ % a $20,36 \pm 0,02$ %, el tomate de árbol al final de la digestión duodenal obtuvo el valor más alto.

Palabras Clave: Tomate de árbol, actividad antioxidante, actividad antiinflamatoria, hidrolizado.

Abstract: The lyophilized tree tomato pulp and its gastrointestinal hydrolysates obtained with amylase, pepsin and pancreatin were studied in their respective phases to evaluate the antioxidant and anti-inflammatory activity. The antioxidant capacity was in a range of 248.94 ± 12.34 to 335.22 ± 34.35 $\mu\text{mol TE/g}$, the highest values correspond to the tree tomato in the gastric digestion phase. The anti-inflammatory activity, measured in percentage of protection, was in a range of 8.11 ± 0.04 % to 20.36 ± 0.02 %, the tree tomato at the end of duodenal digestion obtained the highest value.

Recibido: 13 de octubre de 2022

Online: 19 de diciembre de 2022

Publicado como artículo científico en la Revista de Investigación Talentos 9 (2), 127-135

Aceptado: 16 de diciembre de 2022

Publicación Vol 9 (2): 01 de Julio de 2022

Keywords: *Tree tomato, antioxidant activity, anti-inflammatory activity, hydrolyzate.*

I. INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*.) es una planta nativa de América del Sur, siendo una fruta climatérica por lo que se cosecha cerca de la madurez de consumo (Grandes, 2008). El fruto de tomate de árbol crece solo o en racimos, su forma es ovoide a elipsoide, esta baya es carnosa, jugosa y agridulce. Se diferencian algunas variedades según el color del fruto: rojo, naranja, amarillo y morado. El tamaño de los frutos maduros oscila entre 4 y 10 cm de longitud, 3 y 6 cm de sección transversal con un peso promedio de 45 y 80 g (Isla et al., 2022). La pulpa presenta una textura firme con diferentes tonalidades amarillas, naranjas, rojas y cremas. Las semillas están recubiertas de un arilo gelatinoso de diferentes colores según la variedad (Meza et al., 2009).

Espín et al (2016) mencionan en su artículo que se han realizado importantes esfuerzos para el desarrollo del cultivo en Colombia, Ecuador y Nueva Zelanda, donde la producción y exportación han aumentado notablemente en las últimas décadas. Ha habido un interés creciente en el uso del tomate de árbol para el consumo y formulaciones de productos alimenticios y no alimenticios. En general, el tomate de árbol es un cultivo frutícola sostenible subutilizado con un gran potencial para productos de valor agregado (Wang & Zhu, 2020).

El tomate de árbol constituye una fuente

rica en minerales, vitaminas (A, B₆, C), fibra dietética, fenoles, carotenoides y antocianinas que se consideran los principales componentes bioactivos que proporcionan propiedades nutraceuticas para el organismo humano (Diep et al., 2020). Los consumidores demandan una gran cantidad de fruta fresca por su valor nutricional, calidad y propiedades saludables. Los estudios muestran que el consumo regular de frutas puede prevenir diversas enfermedades y trastornos debido a la presencia de compuestos bioactivos con propiedades farmacológicas y nutricionales (Llerena et al., 2020; Viera et al., 2022). Debido a los diversos componentes que posee el tomate de árbol y estudios realizados *in vitro* e *in vivo* se ha podido determinar actividades biológicas como antioxidante, antiinflamatorio, anticancerígeno y anti-obesidad (Wang & Zhu, 2020).

Diep et al (2020) en su estudio de compuestos fenólicos y antioxidantes del (*Solanum betaceum*) determinaron alto contenido de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en cáscara y pulpa. El perfil fenólico estuvo dominado por el ácido clorogénico y delphinidin-3-rutinósido. En una investigación realizada por Orqueda et al (2016) acerca de la caracterización química y funcional de las semillas, pulpa y piel de tomate de árbol determinaron que la capacidad antioxidante exhibió valores relativamente altos y se correlacionó fuertemente con un alto contenido de fenoles totales. Las tres partes del fruto de *S. betaceum* pueden ser un alimento funcional potencial y el extracto de

las semillas y piel pueden tener propiedades nutraceuticas.

Estudios realizados sobre la actividad antiinflamatoria y citotoxicidad de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el 2021, han identificado que tanto la piel como la pulpa de esta fruta no tiene ningún efecto tóxico en las líneas celulares de macrófagos y tiene un potencial antiinflamatorio demostrado por su capacidad para reducir la producción de mediadores proinflamatorios (Li & Li, 2021).

Por otra parte, existen métodos de digestibilidad gastrointestinal que permiten simular las condiciones fisiológicas de hidrólisis de proteínas alimentarias. Durante el proceso de hidrólisis, las secuencias peptídicas son liberadas por la acción de enzimas que pueden mejorar las propiedades funcionales y biológicas de las macromoléculas. Los hidrolizados suelen potenciar las actividades biológicas de la proteína de origen, por ejemplo, pueden aumentar la capacidad antibacteriana, antioxidante y antiinflamatoria que la proteína intacta ofrece (Zhu et al., 2016; Vilcacundo et al., 2022).

El objetivo de esta investigación fue obtener hidrolizados a partir de la pulpa del tomate de árbol y evaluar la actividad antioxidante y antiinflamatoria *in vitro*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la Materia Prima

Se adquirió tomate de árbol cultivado en la región Sierra del Ecuador, aproximadamente 2000 g de pulpa de tomate se liofilizó para ser pulverizada en un molino marca Retsch, modelo Cyclone Twister. La pulpa liofilizada fue conservada en fundas con cierre hermético a temperatura de refrigeración.

Obtención de Hidrolizados de Tomate Mediante Digestión Gastrointestinal *In Vitro*

La digestibilidad gastrointestinal *in vitro* fue realizada mediante la metodología propuesta por Vilcacundo et al (2018) con modificaciones. En la fase oral se disolvieron 10 g de muestra con 10 ml de fluido salival simulado (SSF) que contenía enzima α -amilasa en una concentración de 75 U/ml, ajustado a pH 7.0, la reacción duró 2 min. En la fase gástrica se utilizó la muestra simulada en la fase oral, se añadió fluido gástrico simulado (SGF) y enzima pepsina liofilizada de origen porcino en una concentración de 2000 U/ml, la relación enzima: sustrato fue 1:1 (v/v), el digerido gástrico fue ajustado a pH 2.0 e incubado a 37 °C durante 2 horas. Finalmente, el hidrolizado gástrico obtenido fue combinado con fluido intestinal simulado (SIF) y mezclado con solución de enzima pancreatina (100 U/ml) y bilis a una concentración de 10 mM, la mezcla se llevó a 37 °C durante 120 min, se desactivó la reacción sometiendo las muestras a 90 °C por 10 min. Los hidrolizados obtenidos se

lío filizaron y se conservaron – 20°C.

Determinación de la Actividad Antioxidante *In Vitro* por el Método ABTS (2,2-Azinobis, 3-Ethyl-Benzothiazoline-6-Sulfonic Acid)

Obtención de los Extractos

Se mezclaron 300 mg de muestra liofilizada con 5000 µl de solución extractora de metanol: agua: ácido fórmico (70:30:01 v/v/v) en tubos de centrífuga. La mezcla se agitó durante 10 min y seguidamente se sonificó por 10 min en un baño ultrasónico marca Fisher Scientific. La muestra sonificada se centrifugó a 6500 RPM, 7 °C durante 10 min utilizando una centrífuga marca Eppendorf, el sobrenadante se colocó en un balón de aforo color ámbar de 25 mL. Al precipitado obtenido se le añadieron 5000 µl de solución extractora y se repitió el proceso 4 veces. Finalmente, se aforó a 25 ml la solución final y se almacenó a 4 °C para su posterior análisis (Samaniego et al., 2020).

Método ABTS

La solución de trabajo ABTS se preparó mediante la mezcla de buffer tampón fosfato de sodio a pH 7.0, reactivo ABTS a una concentración 7 mM y persulfato de potasio 2,45 mM. Se mezclaron 400 µl de extracto de muestra con 7600 µl de solución de trabajo ABTS. Se agitaron las muestras utilizando un vórtex y se incubaron a temperatura ambiente durante 45 min en un lugar oscuro. Empleando un espectrofotómetro marca Thermo Scientific se midieron las

absorbancias de las muestras a una longitud de onda de 734 nm, Se usó como blanco el buffer tampón fosfato (Rosero et al., 2022). La curva estándar de Trolox fue lineal entre 0 µM/ml a 600 µM/ml. Los resultados se expresaron como µmol TE/g muestra.

Determinación de la Actividad Antiinflamatoria *In Vitro* por el Método del Potencial de Estabilización de la Membrana

La actividad antiinflamatoria *in vitro* se determinó siguiendo el método propuesto por Quinteros et al (2022) con modificaciones. Se preparó una solución anticoagulante estéril con ácido cítrico al 0.05 %, cloruro de sodio al 0,42 %, citrato de sodio al 0,80 % y dextrosa al 2 %. Se mezclaron 4 ml de solución anticoagulante y 4 ml de sangre humana, obtenida de individuos sanos que no utilizaron AINES quince días antes de la toma de la muestra de sangre. La mezcla fue centrifugada a 5000 RPM durante 30 min a temperatura ambiente. El sobrenadante se desechó y el sedimento celular se lavó con solución salina isotónica al 9 %, la suspensión de sangre finalmente quedó al 10 %.

Para la reacción se mezclaron 1000 µl de tampón fosfato, 1000 µl de muestra a una concentración de 40 mg/ml, 500 µl de suspensión de sangre (10 %) y 2000 µl de solución salina hipotónica al 3.6 %. Las muestras se incubaron a 37 °C por 30 min para ser centrifugadas a 9000 RPM por 15 min. El contenido de hemoglobina del sobrenadante se midió en un NANODROP UV-vis a una longitud de onda de 560 nm. Los resultados

se obtuvieron mediante cálculo matemático y se expresaron como porcentaje de protección (% PP).

Ec. 1

$$\% PP = 100 - \frac{\text{Absorbancia muestra}}{\text{Absorbancia control}} * 100$$

Análisis Estadístico

Todos los experimentos fueron realizados por triplicado y se calculó la desviación estándar. Los datos se reportan como promedios \pm desviación estándar. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey a $p < 0,05$, en el software estadístico Statgraphics Centurion XVI.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados de la actividad antioxidante, las muestras analizadas fueron tomate de árbol liofilizado, tomate de árbol al inicio de la digestión gastrointestinal in vitro, tomate de árbol a los 60 minutos de digestión gástrica, tomate de árbol a los 120 minutos de digestión gástrica y tomate de árbol después de la digestión duodenal. Las muestras presentaron valores de 248,94 \pm 12,34 a 335,22 \pm 34,35 $\mu\text{mol ET/g}$ de muestra, el valor más alto corresponde al tomate de árbol al inicio de la digestión gastrointestinal, sin embargo, no presenta diferencia significativa con relación a los digeridos gástricos de 60 y 120 minutos, es

decir que, los digeridos gástricos presentamos valores más altos que la muestra liofilizada y que el digerido duodenal. Valores similares (202 \pm 1,4 a 325 \pm 3,8 $\mu\text{mol ET/g}$) fueron encontrados por Espín et al (2016), en un estudio realizado en cuatro variedades de tomate de árbol. El tomate de árbol posee mayor actividad antioxidante que otras frutas que se consumen comúnmente como el aguacate (1 $\mu\text{mol ET/g}$), el higo (4 $\mu\text{mol ET/g}$) o la pera (3 $\mu\text{mol ET/g}$) (García-Alonso et al, 2002).

La actividad antioxidante antes y después de la hidrólisis no ha sido reportado antes en tomate de árbol, sin embargo, el aumento significativo de la actividad antioxidante después de la digestión también ha sido reportada en un estudio realizado en hojas de moringa por Avilés-Gaxiola et al (2021), y se aduce que esto puede ser debido a la liberación de péptidos con propiedades bioactivas, durante la hidrólisis.

Tabla I.

Actividad antioxidante ABTS

| Muestras | $\mu\text{mol ET/g}$ |
|----------|-----------------------------------|
| T | 253,52 \pm 19,92 ^{a,c} |
| T0 | 335,22 \pm 34,35 ^b |
| T 60 | 294,80 \pm 23,82 ^{b,c} |
| T 120 | 309,47 \pm 16,81 ^b |
| DD | 248,94 \pm 12,34 ^a |

Fuente. Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación, UEB.

Nota. T: Tomate, T0: tiempo 0, inicio de la digestión, T60:60 min de la digestión gástrica, T120: 120 min de la digestión gástrica, DD: Digestión duodenal. Cada valor representa la media \pm DE (n=3). Los valores seguidos de letras diferentes son significativamente

diferentes mediante la prueba ANOVA ($p < 0,05$).

En la Tabla II se muestran los resultados de la actividad antiinflamatoria expresada como porcentaje de protección de la membrana de los glóbulos rojos. Se analizó la muestra en las mismas condiciones que en la actividad antioxidante y presentaron valores de $08,11 \pm 0,04\%$ a $20,36 \pm 0,02\%$. Siendo el valor más alto para el tomate de árbol después de la digestión duodenal, sin embargo, no presenta diferencia significativa con la muestra de tomate de árbol liofilizado antes del proceso de digestión.

Las muestras de tomate sometidas a la digestión gástrica presentan valores significativamente más bajos, pero puede ser debido a la dilución que sufre la muestra por la presencia de los fluidos gástricos simulados.

No se han realizado estudios sobre la actividad antiinflamatoria en tomate ni en sus hidrolizados, sin embargo, en un estudio realizado por Morais et al (2022) encuentra que los frutos maduros de *Solanum lycocarpum* presentan actividad antioxidante y antiinflamatoria y atribuyen estas bioactividades a la presencia de los polifenoles encontrados e identificados en la fruta mediante GC-MS y LC-DAD-MS.

Porcentaje de protección

| Muestras | %Protección |
|-------------|------------------------|
| T | $17,48 \pm 0,03^a$ |
| T0 | $11,55 \pm 0,03^b$ |
| T 60 | $11,09 \pm 0,01^{b,c}$ |
| T 120 | $08,11 \pm 0,04^c$ |
| DD | $20,36 \pm 0,02^a$ |
| Diclofenaco | $91,19 \pm 0,01^d$ |

Fuente. Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación, UEB.

Nota. T: Tomate, T0: tiempo 0, inicio de la digestión, T60:60 min de la digestión gástrica, T120: 120 min de la digestión gástrica, DD: Digestión duodenal. Cada valor representa la media \pm DE ($n=3$). Los valores seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes mediante la prueba ANOVA ($p < 0,05$).

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio de muestran que el tomate de árbol y sus hidrolizados producidos por la simulación de la digestión gastrointestinal in vitro presentan actividad antioxidante y actividad antiinflamatoria. La pulpa liofilizada y sus hidrolizados podrían ser utilizados como ingredientes funcionales en la industria alimentaria. Se debe estudiar el efecto de la digestión en la actividad antioxidante y antiinflamatoria de las frutas e identificar las secuencias de péptidos con bioactividades.

V. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato a través del proyecto de investigación aprobado mediante Resolución Nro. UTA-CONIN-2021-0232-R, el mismo que dio soporte a este estudio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés-Gaxiola, S., León-Félix, J., Jiménez-Nevárez, Y. B., Angulo-Escalante, M. A., Ramos-Payán, R., Colado-Velázquez, J., & Heredia, J. B. (2021). Antioxidant and anti-inflammatory properties of novel peptides from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *South African Journal of Botany*, 141, 466–473. <https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2021.05.033>
- Brito Grandes, B., Espín, S., Villacrés, E., Vaillant, F., Torres, N., y Sanaicela, D. (2008). Tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Características físicas y nutricionales de la fruta importantes en la investigación y desarrollo de pulpas y chips. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. (Plegable no. 293).
- Diep, T., Elaine, C., Ji Yeon Yoo, M. Tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*): A Review of Physicochemical and Bioactive Properties and Potential Applications. *Food Reviews International*. 2020; 7(38):1-25
- Diep, T., Pook, C., Yoo, M. Phenolic and Anthocyanin Compounds and Antioxidant Activity of Tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*). *Antioxidants*. 2020; 9(2):1-21
- Espín, S., Gonzalez-Manzano, S., Taco, V., Poveda, C., Ayuda-Durán, B., Gonzalez-Paramas, A., Santos-Buelga, C. Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*). *Food Chemistry*. 2016:1073–1080
- García-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84(1), 13–18. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00160-2)
- Isla, MI., Orqueda, ME., Moreno, MA., Torres, S., Zampini, IC. *Solanum betaceum* Fruits Waste: A Valuable Source of Bioactive Compounds to Be Used in Foods and Non-Foods Applications. *Foods*. 2022; 11(21):3363.
- Li, N., Li, W. Cytotoxicity and Anti-Inflammatory Activity of Tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*) Peel Extract in Lipopolysaccharide Stimulated RAW 264.7 Cells. *e-GiGi*. 2021;9(1):92-98
- Llerena, W., Samaniego, I., Navarro, M., Ortíz, J., Angós, I., Carrillo, W. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) in the antioxidant capacity of arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.), and tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*) fruits from Ecuador. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020;

- 44(10):1-26
- Meza, N.; Manzano Mendez, J. Características de los frutos de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Cav. Sendtn) en base a la coloración arilica, en la Zona Andina de Venezuela. *UDO Agríc.* 2009; 9:289–294.
- Morais, M. G., Saldanha, A. A., Azevedo, L. S., Mendes, I. C., Rodrigues, J. P. C., Amado, P. A., Farias, K. de S., Zanuncio, V. S. S., Cassemiro, N. S., Silva, D. B. da, Soares, A. C., & Lima, L. A. R. dos S. (2022). Antioxidant and anti-inflammatory effects of fractions from ripe fruits of *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) and putative identification of bioactive compounds by GC–MS and LC-DAD-MS. *Food Research International*, 156, 111145. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.111145>
- Orqueda. M., Rivas, M., Zampini, I., Alberto, M., Torres, S., Cuello, S., Sayago, J., Thomas-Valdes, S., Jiménez-Aspee, F., Schmeda-Hirschmann, G. Chemical and functional characterization of seed, pulp and skin powder from chilito (*Solanum betaceum*), an Argentine native fruit. Phenolic fractions affect key enzymes involved in metabolic syndrome and oxidative stress. *Food Chemistry*. 2017; 216:1-43
- Quinteros, MF., Martínez, J., Barrionuevo, A., Rojas, M., Carrillo, W. Functional, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Properties of Cricket Protein Concentrate (*Gryllus assimilis*). *Biology*. 2022; 11:1-15
- Rosero, D., Del Pozo, F., Simbaña, W., Álvarez, M., Quinteros, MF., Carrillo, W., Morales, D. Polyphenols and Flavonoids Composition, Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Andean *Baccharis macrantha* Extracts. *Plants*. 2022; 11:1555
- Samaniego, I., Brito, B., Viera, W., Cabrera, A., Llerena, W., Kannangara, T., Vilcacundo, R., Angós, I., Carrillo, W. Influence of the Maturity Stage on the Phytochemical Composition and the Antioxidant Activity of Four Andean Blackberry Cultivars (*Rubus glaucus* Benth) from Ecuador. *Plants*. 2020; 9(8): 1027
- Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L., Sediqui, N., Álvarez, J., Viteri, P., Sotomayor, A., Merino, J., Vásquez-Castillo, W., Brito, B. Phytochemical Characterization of a Tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) Breeding Population Grown in the Inter-Andean Valley of Ecuador. *Plants*. 2022; 11(3):1-16
- Vilcacundo, E., Moltalvo, V., Sanaguano, H., Moran, R., Carrillo, W., García, A. Identification of Phytochemical Compounds, Functional Properties and Antioxidant Activity of Germinated Purple Corn Protein Concentrate and Its Gastrointestinal

Hydrolysates. *Agronomy*. 2022;
12:2217

Vilcacundo R, Miralles B, Carrillo W, Hernández-Ledesma B. In vitro chemopreventive properties of peptides released from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein under simulated gastrointestinal digestion. *International Food Research Journal*. 2018; 105:403-411

Wang, S., Zhu, F. Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 1-57

Zhu, D., Cai, G., Li, X., Lu, J., & Zhang, L. (2016). Enhancing the antimicrobial activity of *Sus scrofa* lysozyme by N-terminal fusion of a sextuple unique homologous peptide. *Journal of Biotechnology*.