



Evaluación de la capacidad antioxidante en el escaldado de carambola (*Averrhoa Carambola* L.)

Evaluation of the antioxidant capacity in blanching star fruit (*Averrhoa Carambola* L.)

Rosel Quispe-Herrera ^{1*} ; Yolanda Paredes-Valverde ² ; Darwin Rosell Quispe-Paredes ³ ;
Magnolia Zúñiga-Olaguibel ⁴ ; José Carlos Belizario-Ferrel ⁵ ; Adán Arapa-Puma ⁶

¹ Departamento Académico de Ciencias Básicas, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Av. Jorge Chávez 1160. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

² Departamento Académico de Contabilidad y Administración, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Av. Jorge Chávez 1160. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

³ Área de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel 15088. Lima, Perú.

⁴ Facultad de Ingeniería Civil y Ciencias Básicas, Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, Jr. Kumpirushiato, Quillabamba 08741. Cusco, Perú.

⁵ Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Av. Jorge Chávez 1160. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

⁶ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Av. Jorge Chávez 1160. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

*Autor de correspondencia: rherrera@unamad.edu.pe

Recibido: 21/04/2022 Aceptado: 26/06/2022 Publicado: 25/07/2022

Resumen: El escaldado es una tecnología térmica utilizada en el procesamiento de alimentos, que disminuyen el contenido de componentes bioactivos (antioxidantes), que varía según la especie, dimensión, madurez, el tiempo y temperatura a que se realice el mismo. El objetivo es evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado sobre la capacidad antioxidante de pulpa de la carambola (*Averrhoa carambola* L.). La pulpa de carambola se ha obtenido de frutos colectados entre abril y mayo de 2019, del sector Centro Pastora comunidad de Tres Islas, distrito y provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios, Perú, sometiendo la materia prima a temperaturas de 80, 85 y 90 °C y tiempos de 5, 10 y 15 minutos. El análisis fitoquímico cualitativo de la fruta y pulpa, se realizó aplicando las reacciones generales de caracterización, la determinación de la capacidad antioxidante consistió en la formación del complejo azul del Fósforo-Molibdeno (V). La fruta de carambola presentó abundante cantidad de compuestos fenólicos y azúcares reductores, que luego de ser sometido al proceso de escaldado presentó una disminución en la cantidad de compuestos fenólicos y azúcares reductores, respecto a la capacidad antioxidante, esta pérdida de capacidad antioxidante está relacionada a la temperatura y el tiempo, a medida que aumenta la temperatura y tiempo de escaldado se produce un descenso de la capacidad antioxidante además de la variación sensorial del atributo sabor de la pulpa.

Palabras clave: análisis fitoquímico; capacidad antioxidante; carambola; escaldado; pulpa

Abstract: Blanching is a thermal technology used in food processing, which reduces the content of bioactive components (antioxidants), which varies according to the species, dimension, maturity, time and temperature at which it is carried out. The objective is to evaluate the effect of temperature and blanching time on the antioxidant capacity of carambola pulp (*Averrhoa carambola* L.). The carambola pulp has been obtained from fruits collected between April and May 2019, from the Centro Pastora community of Tres Islas, district and province of Tambopata, Department of Madre de Dios, Peru, subjecting the raw material to temperatures of 80, 85 and 90 °C and times of 5, 10 and 15 minutes. The qualitative phytochemical analysis of the fruit and pulp was carried out applying the general characterization reactions, the determination of the antioxidant capacity consisted in the formation of the blue complex of Phosphorus-Molybdenum (V). The carambola fruit presented an abundant amount of phenolic compounds and reducing sugars, which after being subjected to the blanching process presented a decrease in the amount of phenolic compounds and reducing sugars, with respect to antioxidant capacity, this loss of antioxidant capacity is related to temperature and time, as the scalding temperature and time increases, there is a decrease in the antioxidant capacity in addition to the sensory variation of the flavor attribute of the pulp.

Keywords: phytochemical analysis; starfruit; antioxidant capacity; scalding; pulp



1. Introducción

En la selva amazónica del Perú encontramos una gran cantidad de frutales nativos, dentro de ellos se encuentra la carambola (*Averrhoa carambola L.*) que pertenece a la familia Oxalidaceae, y es un fruto considerado como exótico por su distintiva forma de estrella en la sección transversal, su particular sabor y color (Castillo et al., 2013), es cultivada ampliamente en el sur de China, el sudeste de Asia, India y el norte de América del Sur, de sabor dulce y jugoso y se utiliza frecuentemente en ensaladas de frutas, cócteles y bebidas (Luan et al., 2021) contiene compuestos fenólicos de con actividad antifúngica (Xoca-Orozco et al., 2018), como taninos y vitamina C, (Salguero, 2014) , flavonoides (Jia et al., 2018), carotenoides y polifenoxidasas, haciendo que la fruta obtenga una alta capacidad antioxidante (González et al., 2017).

Cuando esta fruta es consumida permite bloquear y eliminar los radicales libres, evitando el infarto, colesterol, cáncer al colon, enfermedades hepáticas, problemas prostáticos y enfermedades de la piel (Martinez, 2011), características que le proporcionan un mercado potencial considerable para combinarse en ensaladas y bebidas, además de su consumo como fruto fresco y procesado (Siller-Cepeda et al., 2004). Sin embargo, uno de los problemas al comercializar e industrializar, es el pardeamiento enzimático por a la acción de la enzima polifenoloxidasa confiriéndole un aspecto indeseable para el consumidor, constituyéndose un problema en la industria alimentaria y se reconoce como una de las principales causas de pérdida de calidad y valor comercial (González et al., 2017).

En la actualidad los tratamientos que reciben ciertos alimentos como las frutas, se enfocan principalmente en obtener productos con una mayor vida comercial, pero que ante todo sean seguros para los consumidores. Las tecnologías térmicas son las que más se han utilizado para conseguir estos fines; sin embargo, este tipo de tratamientos inciden negativamente sobre ciertos componentes del alimento, disminuyendo su contenido de vitaminas y otros nutrientes, (Gavilánez, 2012). La duración del escaldado varía según el método empleado, la especie y variedad del producto, sus dimensiones, estado de madurez y principalmente la temperatura a que se realice el mismo (Fernández, 2008).

Las bebidas tipo néctar de frutas, representan una de las alternativas para la promoción del consumo de frutas tropicales, al considerar su aporte en capacidad antioxidante. Este tipo de alimentos representan un ingrediente base para la industria alimentaria, por ejemplo: *S. sessiliflorum* Dunal es utilizada para la preparación de jaleas, mermeladas, pastas, encurtidos, dulces, agua saborizada, bebidas energizantes, complementos vitamínicos, (Argote et al., 2013) y vinos (Rodríguez-Velasquez et al., 2021).

El objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de escaldado sobre la capacidad antioxidante de pulpa de la carambola (*Averrhoa carambola L.*).

2. Materiales y métodos

2.1. Selección y preparación de la muestra

Las muestras de frutos maduros y aparentemente sanos, se tomaron mediante un muestreo no probabilístico e intencionado, colectadas del sector denominado Centro Pastora carretera a la comunidad de Tres Islas, distrito y provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

Los frutos colectados se seleccionaron de acuerdo al tamaño, forma y peso de cada fruta, según su grado de maduración y estado fitosanitario, se lavó, y por medio de una mezcladora se obtuvo la pulpa de la fruta, la cual fue sometida a los respectivos análisis: determinación de humedad, análisis fitoquímico y determinación de la capacidad antioxidante.

Dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura, como etapas preliminares para la obtención de la pulpa se realizó el lavado con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 100 ppm de los equipos, materiales y áreas de trabajo, esta etapa es esencial para la obtención de un producto inocuo (Moncayo et al., 2017).



Figura 1. Fruto de Averhoa carambola "Carambola", utilizado en el análisis fitoquímico.

2.2. Determinación de humedad

La determinación de la humedad se realizó por el método gravimétrico, por triplicado de los respectivos frutos.

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \right) * 100$$

En placas petri previamente taradas, se pesó aproximadamente 5 g de muestra fresca, las que fueron secadas en una estufa hasta peso constante a una temperatura de 75 °C, una vez enfriadas en un desecador se pesó y con los datos obtenidos se determinó el porcentaje de humedad.

Dónde:

P1= Peso placa petri Vacía (g)

P2= Peso placa petri + muestra antes de secado (g)

P3= Peso placa petri + muestra después de secado (g)

2.3. Obtención de la pulpa de carambola

La obtención de la pulpa empieza con la recepción de la muestra (frutos de carambola), que luego de seleccionarlos de acuerdo a su tamaño, forma, color, aspecto y peso haciendo que sean lo más uniforme posible, además son eliminados los objetos no deseados, son lavados y desinfectados por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (50ppm por 5 minutos), para someterlos al proceso de escaldado por inmersión en 5 litros de agua a temperaturas de: 85, 90 y 95 °C y tiempos: 15, 20 y 25 min. con el objeto de ablandar la fruta, reducir la carga microbiana e inactivar enzimas, el despulpado de las muestras tratadas en diferentes tiempos y temperaturas se efectuó en una mezcladora por un minuto separándose a través de un tamiz las cascaras y semillas obteniéndose la pulpa de la carambola. El envasado se realizó en caliente para evitar la contaminación y luego fueron pasteurizados con el objeto de eliminar los microorganismos termoresistentes residuales, como se describe en la Figura 2.

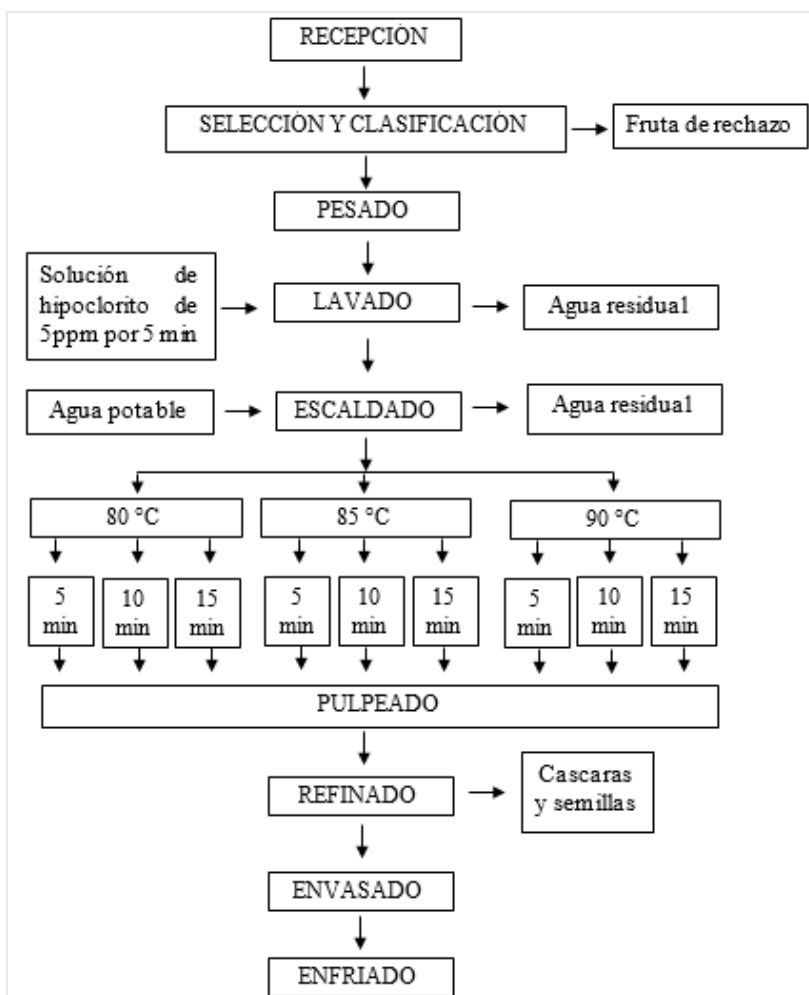


Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención de pulpa.

Una de las etapas claves en la obtención de la pulpa es el escaldado debido a que evita el pardeamiento enzimático inactivando la enzima polifenoloxidasas que provoca un aspecto indeseable, la pérdida de calidad y valor comercial (González et al., 2017).

Como se muestra en la figura 1 el escaldado se efectuó a 80°C, 85°C y 90°C en tiempos de 5, 10 y 15 minutos para cada una de temperaturas.

2.4. Análisis Fitoquímico

El análisis fitoquímico, son los métodos de identificación de un compuesto puro o de los tipos de compuestos presentes en la mezcla o extracto crudo. Muchas veces la caracterización incluye necesariamente procesos de separación de algunos compuestos.

Se han desarrollado una serie de métodos para la detección preliminar de los diferentes constituyentes químicos en las plantas, basados en la extracción de estos con solventes apropiados y en aplicación de pruebas de coloración. (Valencia, 1995). Antes de aplicar los métodos de identificación se realizó pruebas de solubilidad en el extracto con el objeto de obtener una solución, los solventes utilizados fueron de menor a mayor polaridad, como: Hexano, tetracloruro de carbono, benceno, éter, cloroformo, acetona, acetato de etilo, etanol, metanol, agua, ácidos y bases.

Los métodos de identificación que se utilizaron se detallan en la Tabla 1.

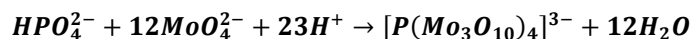
Tabla 1. Métodos de fitoquímicos de identificación.

| Prueba química | Componente | Resultado positivo |
|------------------------|----------------------|---|
| Shinoda | Flavonoides | Coloraciones rojisas, amarillentas o azuladas |
| FeCl ₃ | Compuestos fenólicos | Formación de precipitados o coloración azul o verde |
| Reactivo de Dragendorf | Alcaloides | Formación de precipitados |
| Prueba de Benedict | Azúcares reductores | Precipitado color rojo |

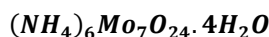
Fuente: Valencia (1995) y Lock de Ugaz (1988).

2.5. Capacidad antioxidante

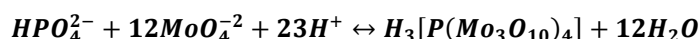
La actividad antioxidante se evaluó por el método colorimétrico basado en la formación de un complejo azul de Fósforo-Molibdeno (V), este complejo se produce por la reacción del tetraoxofosfato (3-) o formas protonadas del mismo (HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$, H_3PO_4) con molibdato en solución ácida y la consiguiente reducción hasta la formación de un compuesto heteropolio azul. La reacción sucede en dos etapas. En la primera etapa se forma el ácido 12-molibdofosfórico (12-(MPA)) y en la segunda etapa se reduce el ácido 12-molibdofosfórico al heteropolio azul. La estequiometría de esta reacción, está representada por la siguiente ecuación iónica:



(Donde MoO_4^{2-} es una abreviación utilizada para el heptamolibdato (6-) [$\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$], derivado de la sal comercial heptamolibdato (6-) de amonio de fórmula.



En medio fuertemente ácido, se forma el ácido 12-(MPA). Una ecuación simplificada podría ser,



El complejo formado de 12-(MPA) es reducido al complejo azul PMB, mediante la siguiente reacción.



Donde "n", es la cantidad de moles del agente reductor (Red), requerido para reducir un mol de 12-(MPA) a azul de fosfomolibdato, (PMB) de "fosfomolibdateblue". Al utilizar el ácido ascórbico como agente reductor la reacción es:

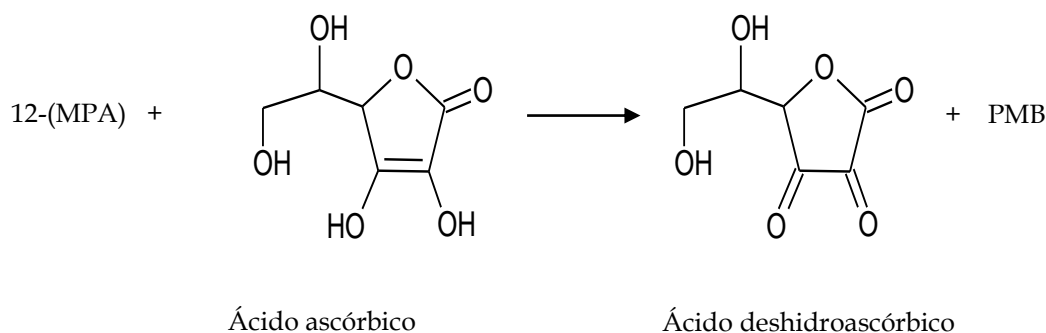


Figura 3. Fórmula del Ácido ascórbico como agente reductor

La fórmula del heteropolio PMB no es bien conocida, pero puede envolver al molibdeno en estados de oxidación de 3+ y 5+ (Murphy & Ripley, 1962).

2.6. Preparación de la curva patrón

En 8 tubos de ensayo se colocó diferentes concentraciones de la solución estándar (0,1 mg/mL de ácido ascórbico) completándose con agua a 1 mL luego se adicionó un mL del reactivo fosfomolibdato, que luego de ser calentados en baño maría por 45 min. y diluidos con 5 mL de agua destilada, se determinaron su absorbancia a 695 nm en un espectrofotómetro UV-Visible, procedimiento que se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Procedimiento para obtener la curva patrón.

| N° tubo | Solución estándar (mL) | Agua (mL) | Reactivo de fosfomolibdato* (mL) |
|---------|------------------------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0,1 | 0,9 | 1 |
| 3 | 0,2 | 0,8 | 1 |
| 4 | 0,3 | 0,7 | 1 |
| 5 | 0,4 | 0,6 | 1 |
| 6 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| 7 | 0,7 | 0,3 | 1 |
| 8 | 0,9 | 0,1 | 1 |

Nota: *0,466 g de molibdato de amonio 0,1064 g fosfato de sodio dodecahidratado y 0,3 mL de ácido sulfúrico concentrado aforado a 100mL.

Para determinar el efecto antioxidante en la muestra, se pesó aproximadamente 5g del fruto y pulpa obtenida, se agitó con 10 mL con etanol al 70% por 10 minutos y se centrifugó a 4500 rpm por 5 min. luego se tomó 1 mL de muestra añadiéndose 1 mL del reactivo fosfomolibdato, que luego de ser calentados en baño maría por 45 min. y diluidos con 5 mL de agua se determinaron su absorbancia a 695 nm en un espectrofotómetro UV-Visible (SPECTROPHOTOMETER EVOLUTION 300). y en función a la curva patrón obtenida se determinó la capacidad antioxidante.

2.7. Análisis de datos

El análisis estadístico (Análisis de Varianza de dos factores) se utilizó el Software SPSS versión 28 mediante la prueba paramétrica ANOVA, y las comparaciones de los tratamientos por la prueba TUKEY (IBM, 2021).

3. Resultados

La fruta presenta una abundante proporción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante evaluado en función del tratamiento térmico y el tiempo sobre el proceso de escaldado, muestra un descenso de 268 a 224,3 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g. A mayor temperatura y tiempo de escaldado el efecto es mayor sobre la capacidad antioxidante disminuyendo significativamente, tal como se muestra en la Figura 4.

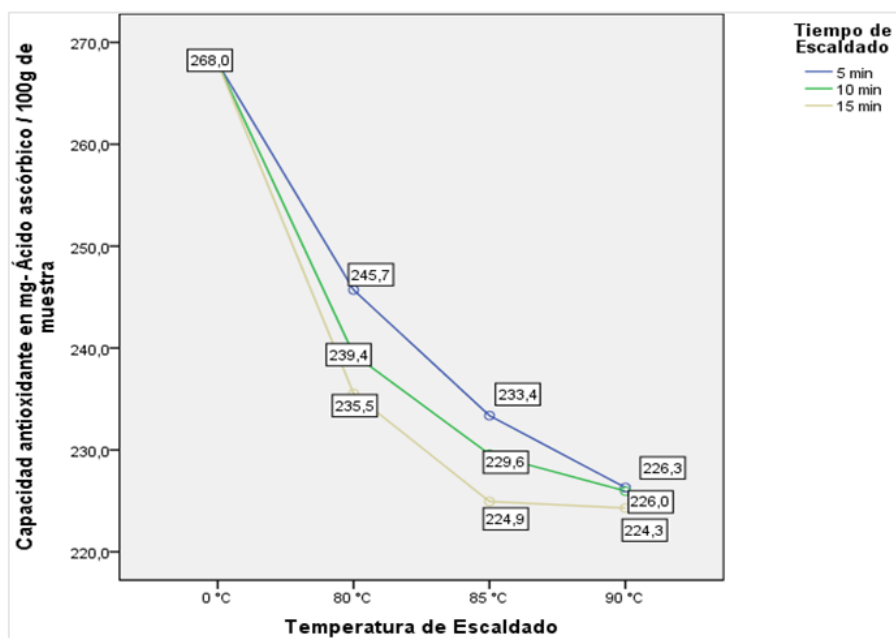


Figura 4. Variación de la capacidad antioxidante de la fruta y pulpa obtenida de carambola.

La medición del grado de satisfacción del atributo sabor en las muestras de pulpa de carambola elaboradas a temperaturas de 80, 85 y 90°C y tiempos de 5, 10 y 15 minutos fueron evaluadas a través de una prueba de satisfacción mediante una escala hedónica.

4. Discusión

La obtención de la pulpa se realizó en base al diagrama de la figura 1, aplicándose diferentes temperaturas (80°C, 85°C y 90°C) y tiempos de 5, 10 y 15 minutos para cada una de temperaturas, tratamiento térmico que se utiliza para inactivar las enzimas comprometidas con las reacciones de deterioro que contribuyen al sabor, olor y color desagradables, así mismo, ocasionan una textura indeseable y contribuyen a la desintegración de los nutrientes, en un escaldado típico, los productos se sumergen en agua caliente (70 a 100 °C) durante varios minutos (Tigreros et al., 2021), el escaldado óptimo depende del tiempo y temperatura que se requiere de acuerdo al producto o proceso, generalmente se usan temperaturas altas y tiempos cortos (Yaranga O, 2019).

Los compuestos fenólicos, son componentes que intervienen en la estabilidad, aceptabilidad y calidad de un alimento, formando parte de colorantes, antioxidantes y dan el sabor. (Gimeno, 2004), los resultados fitoquímicos de la pulpa reportan una abundante proporción de azúcares reductores y compuestos fenólicos, que según Morillas y Delgado (2012), Aristizabal (2012) y Martínez (2011), los compuestos fenólicos, los

taninos, vitamina C y polifenoles contribuyen a la actividad antioxidante de manera determinante en una fruta, haciendo que la fruta presente una alta capacidad antioxidante.

La capacidad antioxidante en diferentes tiempos y temperaturas, que inicialmente tiene 268 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g, es debido a la presencia de los polifenoles, la vitamina C, los carotenoides y las proantocianidinas, entre otros (Salguero, 2014) luego de los tratamientos tiene 224.3 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g esta pérdida de capacidad antioxidante está relacionada a la temperatura y el tiempo, a medida que aumenta la temperatura y tiempo de escaldado se produce un descenso de la capacidad antioxidante esto probablemente se deba: a) La naturaleza y distribución de los compuestos polifenólicos es diferente en cada una de las partes de la fruta y depende de la variedad. (Valero et al., 2012), b) A la degradación como polifenoloxidasas, peroxidasa y ascorbato reductasa, no debieron ser inactivadas completamente. Por lo que, al transcurrir el tiempo, la degradación de los polifenoles y ácido ascórbico continúe siendo cada vez mayor. (Millán et al., 2007), c) Desde el punto de vista de la calidad nutricional, como consecuencia del tratamiento térmico aplicado, se pierden vitaminas termolábiles, como la vitamina C, además de otros compuestos como antocianinas y compuestos fenólicos. Estos autores reportan una disminución en la capacidad antioxidante total de la fruta como consecuencia de su procesado. (Osorio M, 2008).

El resultado obtenido es inferior a lo reportado por (Aristizabla et al., (2012) quien obtuvo que el estadio verde da la mejor respuesta reductora (60.6 mgEAA/g), seguido por el estadio intermedio (26.9 mgEAA/g) y el maduro (21.4 mgEAA/g), mostrando una posible correlación directa entre la habilidad reductora y el contenido de fenoles. Al respecto Muñoz et al., (2009) al evaluar el contenido de compuestos actividad antioxidante por el método del radical DPPH, en la cáscara de carambola resulta ser una buena fuente de antioxidantes sobre todo de compuestos fenólicos, cuyo uso podría ser adecuado en la formulación de alimentos funcionales. Así mismo se encontró diferencias significativas en la interacción temperatura y tiempo con un 99% de certeza a través de la prueba paramétrica ANOVA.

5. Conclusiones

Los frutos muestran la presencia de azúcares reductores y compuestos fenólicos. En la pulpa obtenida se verifica la variación de los compuestos fenólicos ya que estos son los que presentan propiedades antioxidantes, con una capacidad antioxidante de 268.0 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g

A un nivel de confianza del 99%, existe diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, los factores temperatura y tiempo de escaldado producen efectos en la capacidad antioxidante, donde se muestra un descenso de 268 a 224.3 mg equivalentes de Ácido Ascórbico/100g, por consiguiente, a mayor temperatura y tiempo de escaldado el efecto es mayor sobre la capacidad antioxidante disminuyendo significativamente.

Agradecimientos

Agradecer a Rony Roque Huamán y Delia Cahuana Mamani por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Financiamiento

El presente trabajo no tuvo financiamiento alguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de ninguna índole durante el desarrollo del estudio y su publicación.

Contribución de autores

Quispe-Herrera: Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, curación de datos, escritura (preparación del borrador final) y supervisión.

Quispe-Paredes: Investigación y recopilación de datos.

Zúñiga-Olaguibel: Investigación y tratamiento de datos

Belizario-Ferrel: Tratamiento de datos.

Arapa-Puma: Investigación y recopilación de datos.

Referencias bibliográficas

- Argote, F. E., Vargas, D. P., & Villada, H. S. (2013). Investigación de mercado sobre el grado de aceptación de mermelada de cocona en Sibundoy, Putumayo. *Revista Guillermo de Ockham*, 11(2), 197. <https://doi.org/10.21500/22563202.2349>
- Aristizábal S., J. G., Murillo P., E., Méndez, J. J., Murillo A., W., & Daza, D. (2012). Composición química y cinética enzimática del polifenol oxidasa de averrhoa carambola l. en diferentes estados de maduración. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 19(1), S406-S408. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914127>
- Castro Escorcía, Y., & Altamar Pérez, T. D. J. (2019). Néctar de carambolo (averrrhoa carambola) y limonaria (*cymbopogon citratus*) como alternativa de transformación de recursos agrícolas en la Región. *Revista Teinnova*, 4(1), 23-31. <https://doi.org/10.23850/25007211.2944>
- Dávila Rodríguez, A. T., & Paredes Panduro, D. J. (2014). *Análisis bromatológico de la carambola "Averrhoa carambola L", camu camu "Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh" y su capacidad como antioxidante* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2898>
- Fernández Fraguas, C. (2009). *Caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados: efectos del proceso y adición de crioprotectores* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9160/>
- Gavilanez Monge, F. D. (2013). *Influencia de la radiación ultravioleta (UV-C) sobre el contenido de vitaminas de frutas ecuatorianas, carambola, uvilla, tomate de naranjilla, mortiño y mora de castilla* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5058>
- Gimeno Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Compuestos Fenólicos*, 23(6), 80-84. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13063508>
- González-Palomo, J.-P., Hernández-Ortiz, M., González-Cortés, N., Maldonado-Enríquez, E.-J., & Jiménez-Vera, R. (2017). Averrhoa carambola: recomendaciones de consumo y contraindicaciones. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4(5), 29-38. www.reibci.org
- IBM. (2021). *IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk*. International Business Machines Corporation. <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
- Lock Sing de Ugaz, O. (1988). *Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales* (1st ed.). PUCP.
- Millán, E., Restrepo, L. P., & Narváez, C. E. (2007). Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 333-338. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14138/14893>
- Minaya Castillo, Y. K., Minaya Castillo, E. H., & Huamán Saavedra, J. J. (2013). Efecto de la Averrhoa carambola L. o "carambola" vs. gemfibrozilo sobre el perfil lipídico en *Rattus rattus* var *albinus*. *Acta Médica Peruana*, 30(3136-141). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96629461006>
- Moncayo, D., Casas, N., Cote, S., Delgado, C., Tocora, G., Martínez, J., & Santamaría, J. (2017). Manual práctico de BPM y procesamiento de frutas. En Fundación agraria de Colombia. Programa de Ingeniería de Alimentos (Número December). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17855.97446>
- Muñoz Jáuregui, A. M., Ramos-Escudero, F., Alvarado-Ortiz Ureta, C., Castañeda Castañeda, B., & Lizaraso Aparó, 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). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2009000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Murphy, J., & Riley, J. P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 31-36. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5)
- Osorio Mora, O. (2008). *Influencia de tratamientos térmicos en la calidad y estabilidad del puré de fresa (Fragaria x ananassa, cv Camarosa)* [Universitat Politècnica de València].

<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/3041>

- Salguero Herrera, M. A. (2014). *Evaluación del aprovechamiento de la fracción soluble en agua del fruto del árbol de carambola (averrhoa carambola L.), para la elaboración de un producto de consumo humano* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1469_Q.pdf
- Siller Cepeda, J., Muy Rangel, D., Báez Sañudo, M., García Estrada, R., & Araiza Lizarde, E. (2004). Calidad en frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L.) cosechada en cuatro estados de madurez. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 10(1), 23–29. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-chapingo-serie-horticultura/articulo/calidad-en-frutos-de-carambola-averrhoa-carambola-l-cosechada-en-cuatro-estados-de-madurez>
- Tigreros, J. A., Parra Londoño, S., Martínez Girón, J., & Ordoñez Santos, L. E. (2021). Diferentes métodos de escaldado y su aplicación en frutas y verduras. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 8(1), 50–63. <https://doi.org/10.23850/24220582.3710>
- Valencia Ortiz, C. (1995). *Fundamentos de fitoquímica* (1st ed.). Trillas.
- Valero, Y., Colina, J., & Ineichen, E. (2012). Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2012/4/art-7/>
- Yaranga Oncihuay, R. I. (2019). *Efecto de la temperatura de escaldado y frito en el contenido de acrilamida de papa nativa, oca y mashua amarilla* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5052>