

# EFFECTOS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE CONCENTRACIÓN SOBRE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL CONCENTRADO DE JUGO DE CHOLUPA (*PASSIFLORA MALIFORMIS* L.)

## Effects of different concentration methods on the quality attributes of the Cholupa juice concentrate (*Passiflora maliformis* L.)

Mercedes Parra Rodríguez, Jonatan Valencia Payan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aprendiz Technoacademia, semillero de investigación SENABIOTEC, Technoacademia Neiva, Centro de la industria, la Empresa y los servicios, Regional Huila

<sup>2</sup>Instructor SENNOVA, Grupo de Investigación Gidest-H, Technoacademia Neiva, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Regional Huila

### Resumen

La concentración de zumo de frutas es uno de los métodos de conservación más comunes, ya que proporciona una serie de beneficios como fácil manejo, transporte y vida útil más larga. El proceso de concentración al vacío de alimentos líquidos permite, al emplear bajas temperaturas y tiempos cortos, conseguir buena retención de nutrientes. El calentamiento por microondas puede cambiar el sabor y las cualidades nutricionales de los alimentos en menor medida en comparación con el calentamiento convencional durante el proceso de cocción. El objetivo fue evaluar los atributos composicionales y funcionales de pulpa de cholupa concentrado usando diferentes técnicas de concentración. Se emplearon frutas frescas en estado de maduración óptimo. Los zumos de fruta fueron concentrados utilizando evaporador rotatorio al vacío, calentamiento convencional a presión atmosférica y calentamiento con horno microondas realizando análisis de contenido fenólico total y carotenoides totales mediante espectrofotometría UV-VIS. La muestra obtenida con el método de microondas (159.32 mg GAE / g PS) tuvo el mayor contenido fenólico en comparación con el vacío (130.43 mg GAE / g PS) y los métodos convencionales (100.23 mg GAE / g PS) al inicio del almacenamiento. El contenido de antocianina monomérica total CAMT inicial (tiempo de almacenamiento 0 días) del concentrado de cholupa obtenido por el método de microondas (48.84 cyn-3-glu / 100 g PS) fue considerablemente mayor en comparación con los concentrados obtenidos por el vacío (30.07 cyn-3-glu / 100 g PS) y métodos convencionales (27.71 cyn-3-glu / 100 g PS). En comparación con los métodos convencionales y de calentamiento al vacío, el procesamiento por microondas tuvo efectos menos destructivos en los compuestos bioactivos de los concentrados de cholupa.

**Palabras Claves:** Microondas, rotaevaporación, jugo de cholupa, Antocianinas

### Abstract

Fruit juice concentration is one of the most common preservation methods because it provides several benefits such as easier handling, transportation, and longer shelf life. The vacuum concentration process of liquid foods allows, by using low temperatures and short times, to achieve good retention of nutrients. Microwave heating can change the taste and nutritional qualities of foods to a lesser extent compared to conventional heating during the cooking process. The aim of this study was to evaluate the compositional and functional attributes of concentrated cholupa pulp using different concentration techniques. Fresh fruits were used in a state of optimum ripeness. The fruit juices were concentrated using a vacuum rotary evaporator, conventional heating at atmospheric pressure and heating with a microwave oven, performing analysis of total phenolic content and

total carotenoids by uv-vis spectrophotometry. The sample obtained with the microwave method (159.32 mg GAE / g PS) had the highest phenolic content compared to vacuum (130.43 mg GAE / g PS) and conventional methods (100.23 mg GAE / g PS) at the beginning of storage. The initial CAMT (storage time 0 days) of the cholupa concentrate obtained by the microwave method (48.84 cyn-3-glu / 100 g PS) was considerably higher compared to the concentrates obtained by vacuum (30.07 cyn-3-glu / 100 g PS) and conventional methods (27.71 cyn-3-glu / 100 g PS). Compared to conventional and vacuum heating methods, microwave processing had less destructive effects on the bioactive compounds in cholupa concentrates.

**Keywords:** Microwave, vacuum rotary evaporator, Cholupa juice, anthocyanin

## Introducción

En la actualidad, la demanda de alimentos funcionales ha aumentado, como resultado de la creciente conciencia de los consumidores a las interacciones entre alimentos y la relación con su salud. Además, del interés en la protección de compuestos bioactivos con un método alternativo y seguro para la conservación de frutas y jugos procesados [1]. En el procesamiento industrial, los jugos generalmente se concentran para asegurar beneficios como volumen o peso reducidos, una vida de almacenamiento más larga, un transporte más fácil y una mayor resistencia al deterioro microbiano y químico que los jugos originales [2].

La concentración tradicional de zumos de fruta se realiza mediante la técnica de evaporación térmica, lo que resulta en la degradación de las antocianinas, la pérdida de color y la declinación de los compuestos volátiles del producto final [3]. También del proceso de concentración, el tiempo de almacenamiento pueden cambiar la calidad del producto final [1,4]. El color de los productos alimenticios es una característica de calidad importante que influye en la aceptabilidad del consumidor, en el jugo de cholupa las antocianinas son responsables del su color brillante, siendo este uno de los compuestos inestables y altamente sensible a la degradación durante el procesamiento del jugo de fruta [5]. Lo anterior genera una preocupación relevante debido a que afecta tanto el color y como el valor nutricional de los jugos de frutas [6].

La concentración del zumo de fruta utilizando métodos convencionales produce enormes pérdidas de parámetros de calidad y requiere mucho tiempo. Por lo tanto, se han investigado técnicas innovadoras para el proceso de concentración [7]. La aplicación

de microondas para la concentración de jugo podría ser una alternativa a los métodos tradicionales. La concentración de jugo de fruta que usa la irradiación con microondas tiene muchos beneficios en comparación con los medios convencionales, como un tiempo de proceso más corto y mejores propiedades organolépticas [8].

Las técnicas clásicas de concentración térmica conducen a pérdidas posteriores de compuestos aromáticos y vitaminas. Especialmente para las frutas tropicales, que generalmente son valoradas por sus aromas distintivos, estas pérdidas son un grave problema de comercialización.

La cholupa (*Passiflora maliformis*) es una fruta exótica que tiene excelentes características organolépticas, pero muy sensibles a los tratamientos térmicos [9]. Según la revisión de la literatura accesible, no se ha estudiado el efecto de los diferentes métodos de concentración en los compuestos bioactivos y los valores de color del concentrado de fruta de cholupa y sus cambios durante el almacenamiento. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar los efectos de diversos métodos de concentración (microondas, vacío y calentamiento convencional) y los tiempos de almacenamiento seleccionados a 4 ° C sobre el contenido total de antocianinas fenólicas y monoméricas totales, ácidos orgánicos individuales, y los valores de color del concentrado de cholupa.

## Metodología

**Preparación de zumo fresco de Cholupa.** Frutas frescas en estado de maduración óptimo se compraron a un productor local de Neiva y se lavó

con agua para eliminar la suciedad adherida. Para la elaboración del jugo se empleó un tamizador de aluminio para separar la pulpa de las semillas.

**Concentración del zumo de cholupa.** El extracto se concentró a un ° Brix final de 40.5 desde el Brix inicial de 15.3 mediante los siguientes procesos de evaporación:

**Calentamiento por microondas.** Se utilizó un horno doméstico de microondas programable con una potencia máxima de 900 W a 2450 MHz. El horno tiene reguladores de potencia (vataje) y tiempos ajustables y está equipado con un plato giratorio. El calentamiento por encima o por debajo del nivel de potencia de 350 W ocasiona algunos problemas como la formación de espuma, la carbonización del jugo o el tiempo de concentración prolongado. Por lo tanto, el estudio se realizó en cuanto a potencia de 350W. Se pusieron 500 ml de la muestra de extracto en un vaso de precipitados y se colocaron en el horno de microondas.

**Evaporador rotatorio al vacío.** Se concentraron 500 ml de la muestra del extracto al vacío a 40° C usando un evaporador rotatorio (IKA RV10 control, Alemania).

**Evaporación a presión atmosférica** (calentamiento convencional). El zumo de cholupa se concentró utilizando un calentador electromagnético (Thermo Scientific, USA) agitando continuamente. Para este propósito, se calentaron y agitaron continuamente 500 ml de la muestra del extracto durante este proceso.

Se tomaron muestras para la medición de ° Brix periódicamente en todos los procesos. Luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Cada experimento se ejecutó por triplicado.

**Determinación de sólidos solubles totales (SSTs).** Durante cada proceso de concentración, el contenido total de sólidos solubles de las muestras se midió con un refractómetro digital (DR-AIATAGO, Japón) a 20 ° C y se expresó en ° Brix [10]. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

**Determinación del contenido fenólico total (CFT) y contenido de antocianina monomérica total (CAMT).**

El contenido fenólico total (CFT) se determinó empleando un espectrofotómetro (GENESYS 50 UV-Vis, Thermo Fischer, USA) mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Brevemente, primero se mezclaron 20 µl de la muestra con 1.58 ml de agua destilada y luego con 100 µl de reactivo de Folin-Ciocalteu. Luego se agregaron 300 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> saturado (20%). Después de dejar reposar la mezcla durante 30 minutos a 40° C. Luego se midió la absorbancia a 765 nm. Se usó la curva estándar de la absorbancia del ácido gálico, y los resultados se informaron como mg de equivalentes de ácido gálico por gr de peso seco del extracto (mg GAE / g PS).

El contenido total de antocianinas monoméricas (CAMT) se estimó mediante el método de pH diferencial. Se utilizaron dos sistemas de tampón: tampón de cloruro de potasio 0,025 M (pH 1,0) y tampón de acetato de sodio 0,4 M (pH 4,5). Se mezclaron 200 µl de la muestra con 1,8 ml de cloruro de potasio o tampón de acetato de sodio, y se registró la absorbancia de la muestra a 510 y 700 nm de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

Los resultados se presentan como mg de equivalentes de cianidin-3-glucósido por 100 g de peso seco de extracto (mg de cy-3-glu / 100 g PS) de acuerdo con la siguiente ecuación:

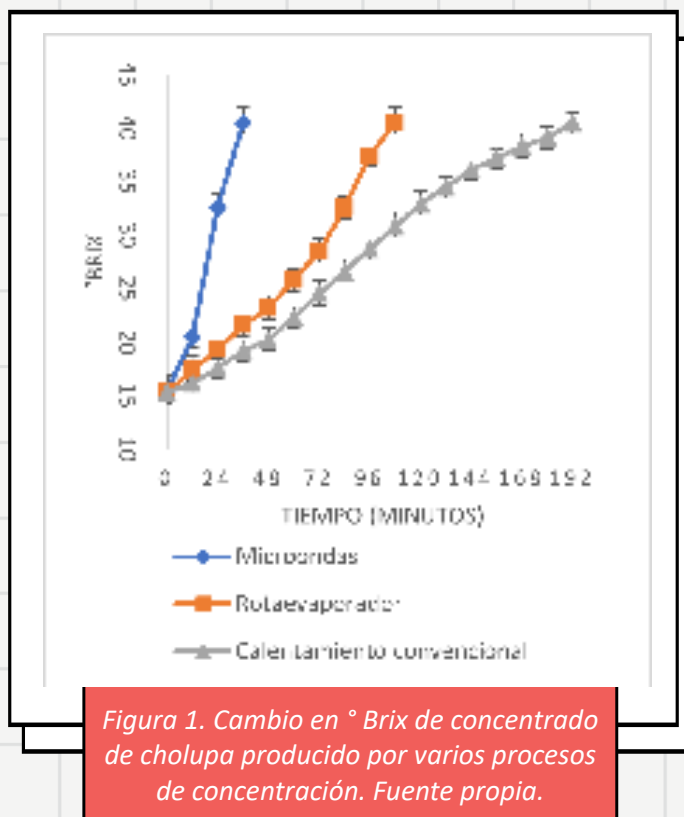
$$\text{Pigmento de antocianina monomérica (mg/l)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{(\epsilon \times L)}$$

Donde A es el valor de absorción, MW es el peso molecular (449.2 g / mol), DF es el factor de dilución, ε es el coeficiente de absorción molar (26,900 l / mol / cm) y L es la longitud de la celda (1 cm).

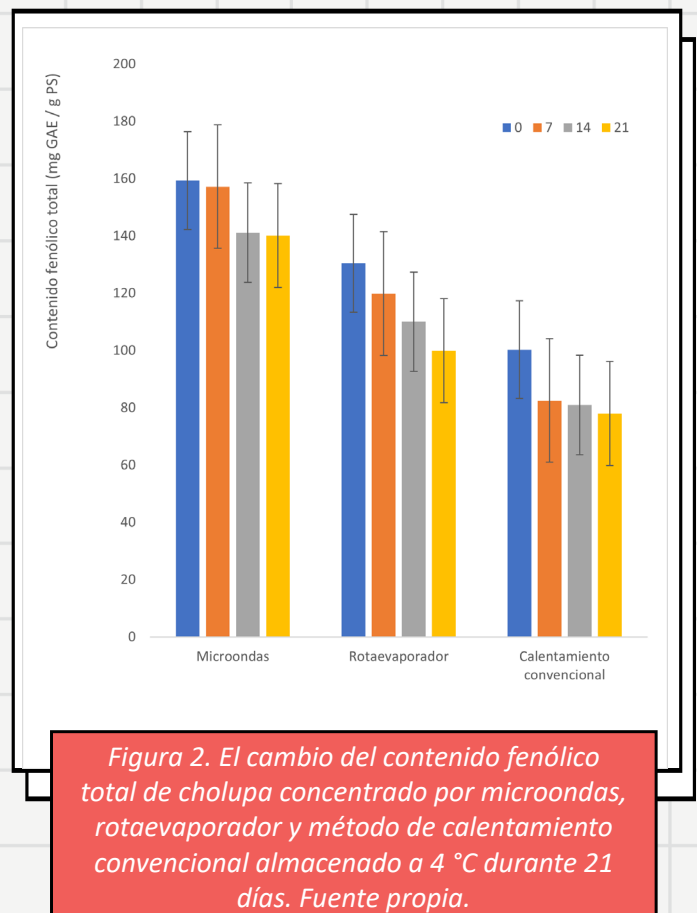
**Análisis estadístico.** Todos los tratamientos se realizaron por triplicado. Los análisis de datos se llevaron a cabo empleando el software SPSS (ver. 20; SPSS Inst., Cary, NC, EE. UU.). Todos los resultados se presentan como la media ± desviación estándar (DE) de tres repeticiones. Las comparaciones de medias se hicieron mediante el análisis de varianza de una vía (ANOVA) seguido por la prueba de Duncan (P <0.05).

## Resultados y Discusión

**Sólidos solubles.** La concentración de sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix) del zumo de cholupa para los tres métodos de concentración se muestra en la Fig. 1. El tiempo requerido para obtener la concentración final deseada ( $40.5^{\circ}$  Brix) fue de 36, 108 y 192 min para los procesos de calentamiento en microondas, vacío y convencional, respectivamente. Los resultados representaron una diferencia significativa entre los tiempos medios de evaporación de las tres técnicas ( $P < 0.05$ )



vacío y métodos convencionales después de un almacenamiento de 21 días a  $4^{\circ}$  C fue de 11.36, 25.94 y 29.71%, respectivamente. Los resultados mostraron que el tiempo de almacenamiento tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en el CFT de los concentrados de cholupa. Similar a los resultados actuales, se ha observado que el contenido fenólico disminuyó en un 20,19–24,49% en jugo de cultivar de manzana durante un almacenamiento de 60 días a  $1^{\circ}$  C [11]. De igual forma, se ha reportado una disminución significativa del 39.6% en el contenido fenólico del jugo de granada durante un almacenamiento de 35 días a  $4^{\circ}$  C [12].



### Contenido fenólico total (CFT)

El CFT de concentrados de cholupa se presenta en la Fig. 2. Como se muestra, las diferentes técnicas de concentración afectaron significativamente CFT de los concentrados de cholupa ( $P < 0.05$ ). La muestra obtenida con el método de microondas (159.32 mg GAE / g PS) tuvo el mayor contenido fenólico en comparación con el vacío (130.43 mg GAE / g PS) y los métodos convencionales (100.23 mg GAE / g PS) al inicio del almacenamiento. Además, la mayor estabilidad fenólica total se observó en el concentrado de cholupa tratado con el método de microondas durante el almacenamiento. La pérdida de CFT de las muestras concentradas por microondas,

En la presente investigación, la tasa de degradación de los compuestos fenólicos en el método de calentamiento por microondas fue menor en comparación con los otros dos métodos. Esto podría explicarse por el hecho de que, en el calentamiento por microondas, el calor controlado se genera en todo el material (calentamiento volumétrico), lo que lleva a velocidades de calentamiento más rápidas, en comparación con los otros métodos en los que el calor generalmente se transfiere de la superficie a las partes interiores.

## Contenido total de antocianinas monoméricas (CAMT)

La Figura 3 ilustra los efectos de diferentes métodos de concentración y el tiempo de almacenamiento en el CAMT (cyn-3-glu / 100 g PS) de concentrados de cholupa durante un almacenamiento de 21 días a 4° C. Los diversos métodos de concentración indicaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los valores CAMT de los concentrados de cholupa. El CAMT inicial (tiempo de almacenamiento 0 días) del concentrado de cholupa obtenido por el método de microondas (48.84 cyn-3-glu / 100 g PS) fue considerablemente mayor en comparación con los concentrados obtenidos por el vacío (30.07 cyn-3-glu / 100 g PS) y métodos convencionales (27.71 cyn-3-glu / 100 g PS). El porcentaje de degradación del CAMT de los concentrados de cholupa que se logró con los métodos convencionales, de vacío y de microondas fue de 15.77, 10.94 y 6.81% después de un almacenamiento de 21 días a 4° C, respectivamente. El concentrado de cholupa tratado con el método convencional tuvo la mayor pérdida de antocianinas en comparación con los otros métodos. Se observó que el tiempo de almacenamiento tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en el CAMT de concentrados de cholupa (Fig. 3).

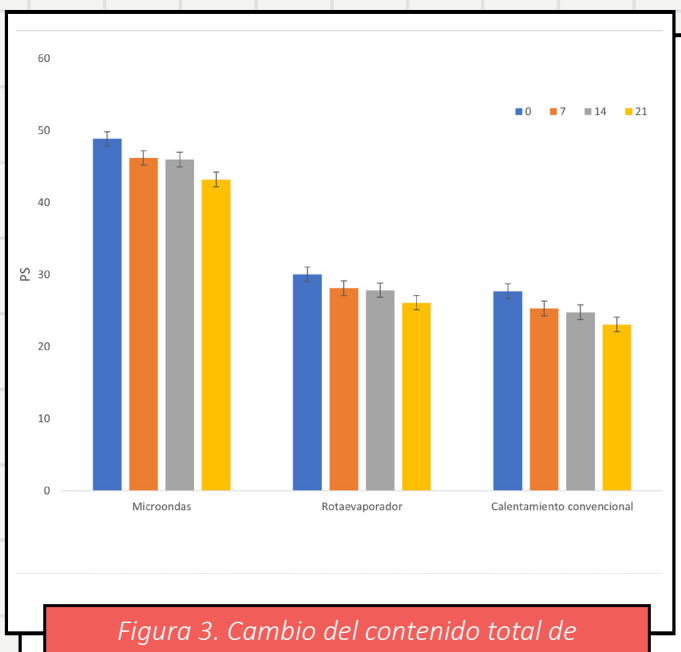


Figura 3. Cambio del contenido total de antocianinas del concentrado de cholupa tratado por microondas, rotaevaporador y método de calentamiento convencional almacenado a 4° C durante 21 días. Fuente propia.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, el concentrado de cholupa es una excelente fuente de compuestos fenólicos y antocianinas. Los resultados mostraron que todos los métodos de concentración, así como el tiempo de almacenamiento, afectaron los compuestos bioactivos del concentrado de cholupa. En comparación con los métodos convencionales y de calentamiento al vacío, el procesamiento por microondas tuvo efectos menos destructivos en los compuestos bioactivos (por ejemplo, contenido fenólico total, antocianinas totales) de los concentrados de cholupa durante el almacenamiento de 21 días.

## Referencias

- [1] Ekici, L. (2014). Effects of concentration methods on bioactivity and color properties of poppy (*Papaver rhoeas* L.) sorbet, a traditional Turkish beverage. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.015>
- [2] Onsekizoglu, P. (2013). Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes. *Journal of Membrane Science*. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.03.061>
- [3] Maskan, M. (2006). Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: Colour degradation and kinetics. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.012>
- [4] Alighourchi, H., & Barzegar, M. (2009). Some physicochemical characteristics and degradation kinetic of anthocyanin of reconstituted pomegranate juice during storage. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.019>
- [5] Barba, F. J., Jäger, H., Meneses, N., Esteve, M. J., Frígola, A., & Knorr, D. (2012). Evaluation of quality changes of blueberry juice during refrigerated storage after high-pressure and pulsed electric fields processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.12.004>
- [6] Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., & Tiwari, B.

K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>

[7] Cassano, A., Jiao, B., & Drioli, E. (2004). Production of concentrated kiwifruit juice by integrated membrane process. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.08.009>

[8] Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S. M. A., & Askari, G. R. (2012). Comparing the effects of microwave and conventional heating methods on the evaporation rate and quality attributes of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice concentrate. *Food and bioprocess technology*, 5(4), 1328-1339. [https://doi: 10.1007/s11947-011-0603-x](https://doi:10.1007/s11947-011-0603-x)

[9] Forero L, F., Vélez P, C. A., & Sandoval A, A. P. (2013). Ultrafiltration and osmotic evaporation applied to the concentration of cholupa (*passiflora maliformis*) juice. *Ingenieria e Investigacion*, 33(1), 35-40. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092013000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000100007)

[10] AOAC (2019) Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 20th ed, pp 1058–1059

[11] Begic-Akagic, A., Spaho, N., Orucevic, S., Drkenda, P., Kurtovic, M., Gaši, F., ... Piližota, V. (2011). Influence of cultivar, storage time, and processing on the phenol content of cloudy apple juice. *Croatian Journal of Food Science and Technology*.

[12] Varela-Santos, E., Ochoa-Martinez, A., Tabilo-Munizaga, G., Reyes, J. E., Pérez-Won, M., Briones-Labarca, V., & Morales-Castro, J. (2012). Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties, bioactive compounds and shelf-life of pomegranate juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.10.009>