

ESTUDIO DE CRIOCONCENTRACIÓN EN BLOQUE ASISTIDA POR VACÍO PARA ZUMO DE GRANADA

F. Vázquez¹, I. Achaerandio¹, F. Hernández², M. Ureña³, E. Hernandez¹

¹Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech, España.

²Departamento de Producción Vegetal y Microbiología, Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO), Universidad Miguel Hernández. Orihuela, España.

³Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

e-mail de autor de contacto: flor.de.maria.vasquez.castillo@upc.edu

INTRODUCCIÓN

La crioconcentración es una técnica de concentrar soluciones conservando sus propiedades nutritivas y compuestos bioactivos, debido al uso de bajas temperaturas. Existen varios métodos de crioconcentración entre los que se encuentra el sistema en bloque (BFC) asistido por vacío como una alternativa para mejorar el rendimiento y la eficiencia del producto concentrado. Se ha realizado este estudio con el zumo de granada ya que es una de las frutas que contiene mayor capacidad antioxidante, compuestos fenólicos entre ellos la punicalagina con propiedades preventivas contra el cáncer de mama y de próstata. Por esto, el propósito de este trabajo es presentar al sistema BFC asistida por vacío como alternativa para crioconcentrar el zumo de granada

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención del zumo de granada se empleó la variedad Wonderful proveniente de Israel mediante un extractor de jugo y filtrado con una tela, se colocó en tubos centrifuga de 15 mL con aislante de espuma de poliestireno de aproximadamente 8 mm de espesor y se congeló a -20 °C. Luego se llevó al sistema de vacío (Figura 1) [1]. Se realizó un diseño experimental de Metodología de Superficie de Respuesta para estudiar el efecto de los factores tiempo y presión de vacío sobre las variables respuesta: Índice de Concentración (CI), Eficiencia (Eff) y rendimiento de soluto (SY) (Tabla 1).

Tabla 1. Factores y niveles analizados para el Diseño de Superficie de Respuesta

FACTORES	LÍMITE INFERIOR (-1)	CENTRAL (0)	LÍMITE SUPERIOR (+1)
Presión absoluta (kPa)	2	26	50
Tiempo (min)	4	8	12

Posteriormente se buscó optimizar el sistema en función de cada una de las variables y considerando todas las variables en conjunto. Se usó el software Statgraphics Centurion Versión 19.3.03, p<0,05. Finalmente se analizaron los compuestos bioactivos: Capacidad antioxidante por DPPH, contenido de compuestos fenólicos totales (Folin-Ciocalteu), Punicalagina alfa y beta, ácido elágico (por HPLC) y contenido de antocianinas totales [2], además del color (CIELab).

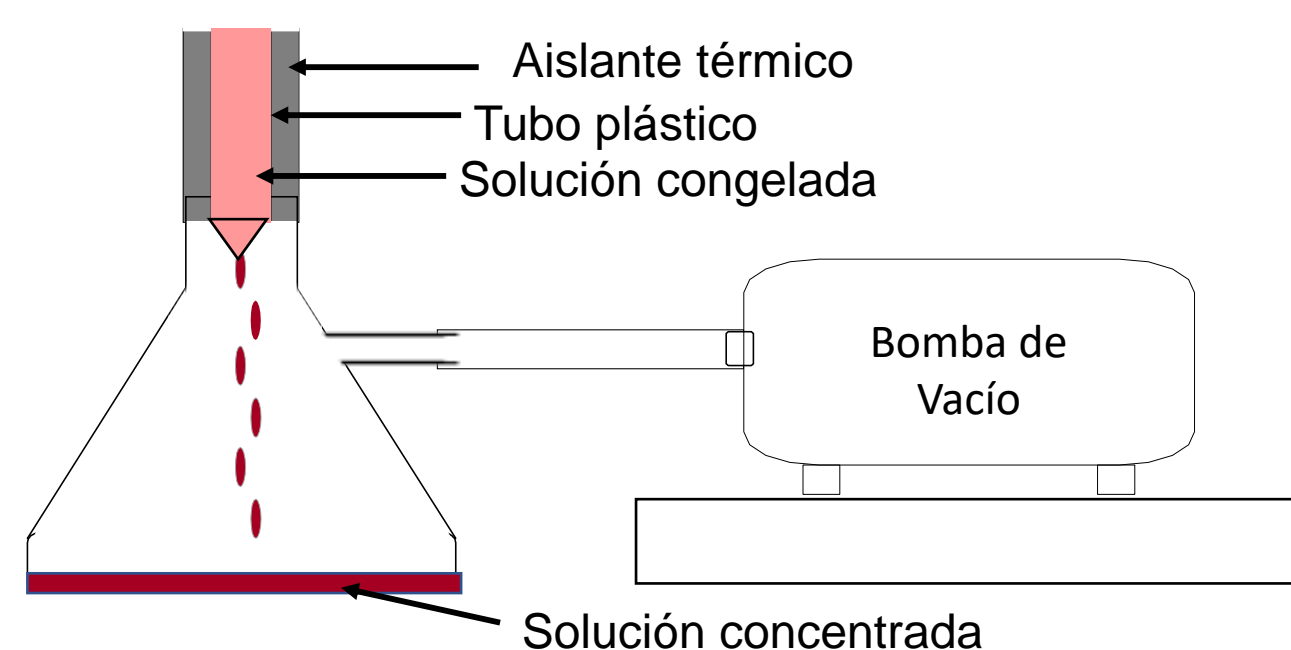


Figura 1. Sistema de Crioconcentración en Bloque asistido por vacío

La diferencia del color entre la muestra crioconcentrada y la inicial del jugo de granada fue calculado usando los valores de L, a y b de acuerdo con la ecuación [3].

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

Donde:

L_0 , a_0 y b_0 se refieren a los valores del color del jugo de granada inicial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 el CI óptimo alcanzado es de 3,24 con 2 kPa de presión de vacío por 12 min, además se obtuvo un SY óptimo de 68,2 con 35,9 kPa por 12 min y una Eff óptima de 86% con 22,9 kPa durante 12 min, en la Figura 2d se obtiene la Superficie de respuesta considerando las 3 variables respuestas.

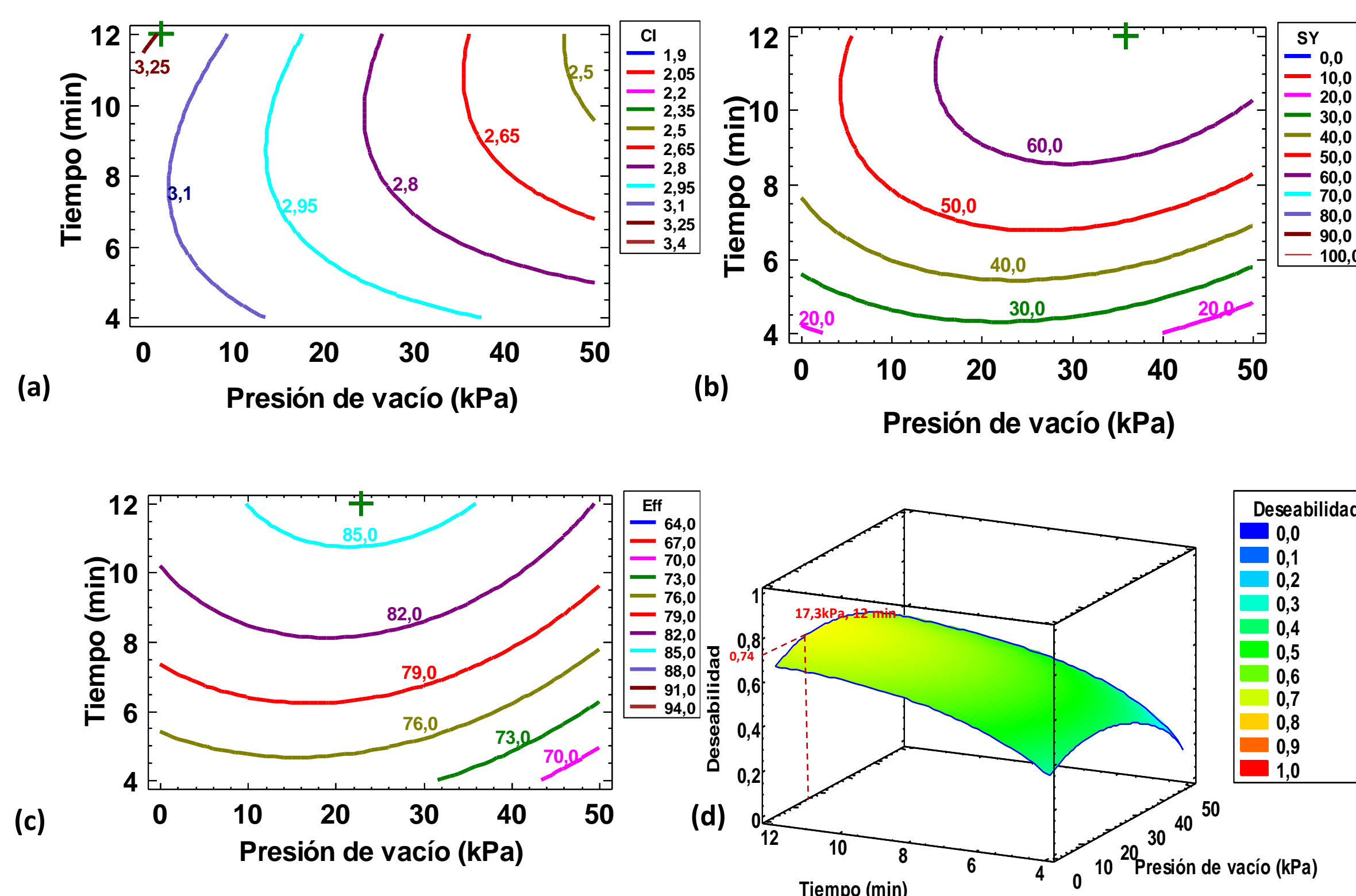


Figura 2. Gráfico de Contorno de Superficie de Respuesta Estimada para (a) CI, (b) SY, (c) Eff, (d) Superficie de Respuesta Estimada Deseabilidad optimizada=0.74.

En la Tabla 2 se presentan los valores óptimos hallado de cada variable respuesta individualmente, con sus respectivas ecuaciones de modelo ajustado.

Tabla 2. Valores óptimos y Ecuación de modelo ajustado para CI, SY y Eff

Variables Respuestas	Valores óptimos		Ecuación de modelo ajustado
	Presión de vacío (kPa)	Tiempo (min)	
CI	2	12	$CI = 3,5 - 0,00462 * P - 0,1 * T + 0,00007 * P^2 - 0,0013 * P * T + 0,007 * T^2$
SY	36	12	$SY = -26,43 + 0,54 * P + 13,85 * T - 0,0197 * P^2 + 0,073 * P * T - 0,674 * T^2$
Eff	23	12	$Eff = 63,59 + 0,121 * P + 2,85 * T - 0,0056 * P^2 + 0,0113 * P * T - 0,10 * T^2$

Donde: P= Presión de vacío; T= Tiempo

En la Tabla 3 se adjuntan los resultados de los compuestos bioactivos del zumo inicial y el crioconcentrado, en la cual la Actividad Antioxidante por DPPH, punicalaginas y ácido elágico tiene valores muy cercanos. Sin embargo, en trabajos previos [4] en el primer ciclo de crioconcentración en bloque asistida por centrifugación, la actividad antioxidante fue 2,5 veces más en el zumo crioconcentrado con respecto al zumo inicial. En cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales, el zumo crioconcentrado contiene el doble y el contenido de antocianinas totales se incrementó más de 3.4 veces (Tabla 3), mientras que en [4] los polifenoles totales y antocianinas en el crioconcentrado fue 2,23 y 1,8 veces mas con respecto al zumo inicial respectivamente.

Tabla 3. Compuestos bioactivos del zumo de granada inicial y crioconcentrado por BFC asistido por vacío

MUESTRA	PROMEDIO ± DE					
	DPPH ^(a)	Compuestos fenólicos totales ^(b)	Punicalaginas Alfa ^(c)	Punicalaginas Beta ^(c)	Ácido elágico ^(c)	Antocianinas ^(d)
Zumo de granada	8,62 ± 0,83	186,06 ± 21,86	0,37 ± 0,001	0,415 ± 0,001	0,041 ± 0,001	25,1 ± 15,83
Zumo de granada crioconcentrada	8,15 ± 0,47	374,55 ± 13,09	0,42 ± 0,015	0,467 ± 0,017	0,043 ± 0,001	84,8 ± 17,29

a) mmol/g, b) mg eq. de Ac. Gálico/100 g, c) mg/g, d) mg cianidina-3-glucósido/100 g

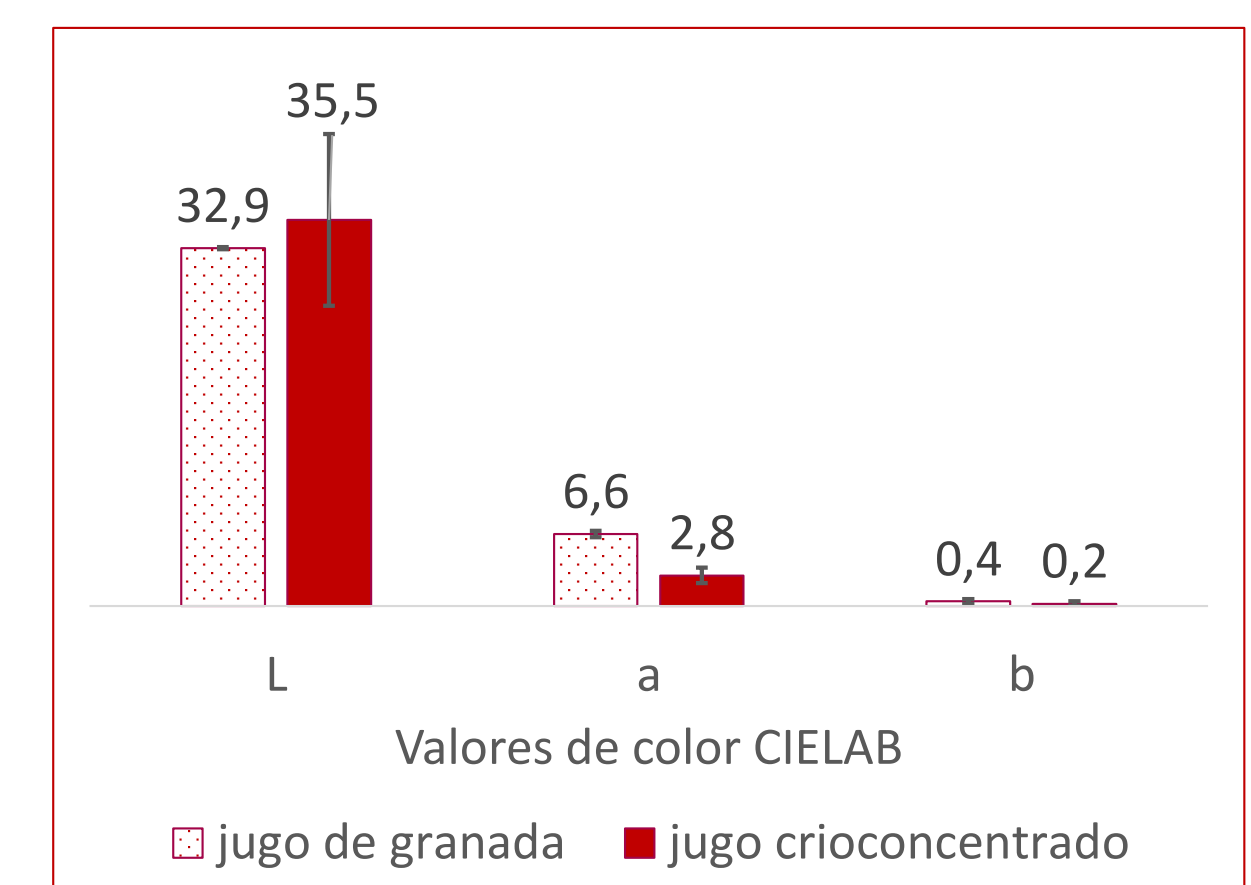


Figura 3. Medición del color en el jugo inicial y el crioconcentrado

Respecto al color (Figura 3), no hay una diferencia remarcable entre el jugo inicial y el crioconcentrado. Sólo el valor de L aumenta ligeramente, es decir, es más luminoso, probablemente debido a que algunos compuestos que causan esta opacidad como pectinas, gomas, fibras se quedan en el hielo. En este trabajo el valor de a disminuye durante el proceso de crioconcentración, contrario a lo reportado por [5], sin embargo en los concentrados por métodos térmicos el valor de a sufre una reducción mayor cerca del 71-74% en promedio comparado con el jugo inicial.

La diferencia de color total (ΔE) resultó 4,6, nos indica una leve diferencia con respecto al zumo inicial, comparando con otras investigaciones que resultó 15,8 y 25 para jugo crioconcentrado en 4 etapas y los concentrados por procesamientos térmicos respectivamente [2].

CONCLUSIONES

La Presión de vacío tiene un efecto significativo en el CI, el tiempo tiene efecto significativo en el SY y ambos factores tienen efecto significativo en la Eff.

Se logró concentrar el zumo de granada partiendo de 15,3 °Brix mas de 3 veces alcanzando una concentración máxima de 52,2 °Brix con 2 kPa de Presión absoluta de vacío por 12 min.

Con una deseabilidad de 0,74 se obtuvo los valores de CI de 2.96, SY de 61,4% y Eff de 85,8%, con los valores de Presión de vacío absoluta de 17,3 kPa y 12 min de tiempo.

El zumo crioconcentrado contenía el doble en compuestos fenólicos totales y mas de 3 veces en antocianinas que el zumo inicial y en el color no hubo mucha diferencia con el zumo inicial en cuanto a la luminosidad

AGRADECIMIENTOS



REFERENCIAS

- [1] Petzold, G., Aguilera, J.M., 2013. Centrifugal freeze concentration. Innovative Food Science and Emerging Technologies 20, 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.05.010>
- [2] Meyers, K. J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., Liu, R.H. (2003) Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51 (23), 6887-6892.
- [3] Maskan, M., 2006. Production of pomegranate (Punica granatum L.) juice concentrate by various heating methods: Colour degradation and kinetics. Journal of Food Engineering 72, 218–224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.012>
- [4] Orellana-Palma, P., Guerra-Valle, M., Gianelli, M.P., Petzold, G., 2021. Evaluation of freeze crystallization on pomegranate juice quality in comparison with conventional thermal processing. Food Bioscience 41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101106>
- [5] Khajehei, F., Niakousari, M., Eskandari, M.H., Sarshar, M., 2015. Production of Pomegranate Juice Concentrate by Complete Block Cryoconcentration Process. Journal of Food Process Engineering 38, 488–498. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12179>

