

Artículo Original

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE PAPAYA: CARACTERIZACIÓN Y MODELACIÓN DE LA CINÉTICA DE LA TRANSFERENCIA DE MASA

OSMOTIC DEHYDRATION OF PAPAYA: CHARACTERIZATION AND MODELLING OF MASS TRANSFER KINETICS

Beatriz Castañeda de la Cruz¹ <https://orcid.org/0009-0002-4926-5416>

Anabel Frías Chirino¹ <https://orcid.org/0000-0002-6432-3795>

Sheyla Abreu Saiz² <https://orcid.org/0009-0007-6282-0994>

Yanet Sariego Toledo¹ <https://orcid.org/0000-0001-5360-624X>

Luis Cruz Viera^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-2802-0703>

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, La Habana, Cuba.

² Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba.

Recibido: Junio 26, 2026; Revisado: Julio 13, 2026; Aceptado: Julio 30, 2026

RESUMEN

Introducción:

Las frutas y los vegetales se caracterizan por su rápido deterioro; su deshidratación es una opción para disminuir estas pérdidas. La deshidratación osmótica y los ultrasonidos de potencia pueden emplearse como pretratamiento del secado convectivo.

Objetivo:

Caracterizar la deshidratación osmótica de papaya a partir del efecto de las variables de operación, así como modelar las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos.

Materiales y Métodos:

Se investigó el efecto de las variables de operación, concentración de una disolución de azúcar (30, 40 y 50 °Brix) y el tiempo de inmersión (2, 4 y 6 h) en la deshidratación osmótica de cubos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad Maradol Roja, con y sin asistencia de ultrasonidos de potencia. Se ajustaron modelos empíricos para describir las cinéticas de la transferencia de masa en los frutos.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Luis Cruz Viera, Email: luisacruzviera@gmail.com



asistencia de ultrasonidos de potencia. Se ajustaron modelos empíricos para describir las cinéticas de la transferencia de masa en los frutos.

Resultados y Discusión:

El tiempo constituyó el factor más influyente sobre la pérdida de agua y ganancia de sólidos. La deshidratación osmótica asistida por ultrasonidos redujo marcadamente el tiempo de tratamiento. La ganancia de sólidos resultó inferior a la pérdida de agua. Los modelos considerados describen la cinética de la transferencia de masa en la fruta.

Conclusiones:

Las mejores condiciones para la deshidratación osmótica fueron 50 °Brix y 6 h. El empleo de ultrasonidos redujo el tiempo de tratamiento a 60 minutos. El modelo de Peleg reportó el mejor ajuste a los datos experimentales.

Palabras clave: cinética de la transferencia de masa; conservación; deshidratación osmótica; modelación; papaya; ultrasonidos de potencia.

ABSTRACT

Introduction:

Fruits and vegetables are characterized by their rapid deterioration; dehydration is an option to reduce these losses. Osmotic dehydration and power ultrasound can be used as pretreatment for convective drying.

Objective:

To characterize the osmotic dehydration of papaya based on the effect of the operating variables, as well as model the kinetics of water loss and solid gain.

Material and methods:

The effect of the operating variables, concentration of a sugar solution (30, 40 and 50 °Brix) and treatment time (2, 4 and 6 h), on the osmotic dehydration of papaya cubes (*Carica papaya* L.) Maradol Roja variety with and without power ultrasound assistance was investigated. Empirical models were fitted to describe the mass transfer kinetics in the fruits.

Results and discussion:

Time was the most influential variable factor on water loss and solid gain. Ultrasound-assisted osmotic dehydration markedly reduced treatment time. The solids gain was lower than the water loss. The models considered describe the kinetics of mass transfer in the fruit.

Conclusions:

The best conditions for osmotic dehydration were 50 °Brix and 6 h. The use of ultrasound reduced treatment time to 60 minutes. The Peleg model reported the best fit to the experimental data.

Keywords: mass transfer kinetics; preservation; osmotic dehydration; modelling; papaya; power ultrasound.

1. INTRODUCCIÓN

El elevado contenido de agua de las frutas y los vegetales favorece su rápido deterioro. La reducción de la actividad de agua es una opción común para superar tales pérdidas. Entre los métodos empleados está la deshidratación osmótica (DO), caracterizada por retener las propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales del producto (Huang et al., 2023; Asghari et al., 2024). La DO es un proceso complejo de transferencia de masa, en el que, de manera simultánea, moléculas de agua y del soluto de la disolución osmoactiva se difunden a través de las membranas semipermeables del producto (González et al., 2021). La aplicación de ultrasonidos de potencia (US) a la DO puede efectuarse antes o durante esta última. El US provoca la formación de canales microscópicos en los tejidos vegetales que favorecen el transporte de masa (Nowacka et al., 2021). La DO y el US, aplicados como pretratamiento para el secado convectivo, reportan resultados favorables para los frutos deshidratados (Chandra et al., 2023; Salehi, 2023). El empleo de correlaciones para describir las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos en la DO ha sido reportado en la literatura (Fernandes et al., 2006; Assis et al., 2017; Mari et al., 2024).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la deshidratación osmótica de papaya a partir del efecto de las variables de operación, así como modelar las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material experimental

El material experimental, papaya (*Carica papaya* L.) variedad Maradol Roja, fue adquirido en el mercado minorista. Para la selección de los frutos se tuvo en cuenta la similitud de tamaño y color como indicativos de un estado de madurez similar, con el objetivo de lograr la mayor homogeneidad posible. Se consideró, además, la ausencia de defectos superficiales. La fruta se almacenó a temperatura ambiente hasta su procesamiento.

Como agente osmótico se empleó una disolución azucarada, elaborada a partir de azúcar refinada de calidad comercial, disuelta en agua destilada. Para la realización de los experimentos los frutos fueron pelados y cortados manualmente en forma de cubos de 1 cm de lado, aproximadamente. A la fruta se le realizaron determinaciones del contenido de sólidos solubles mediante refractometría (Atago, PAL – 1, España), expresado en °Brix, y del contenido de agua mediante balanza de humedad (Denver Instrument, IR35, Reino Unido), expresado en g agua/g muestra, con precisiones de 0,2 °Brix y 0,001 g, respectivamente.

2.2 Descripción de los experimentos

2.2.1 Deshidratación osmótica

En cada experimento se colocaron 20 g de papaya troceada en frascos de 100 mL, agregando la disolución azucarada (30, 40 y 50 °Brix) en una relación fruta-disolución de 1:4 (p/v). Se tomaron muestras a las 2, 4 y 6 h de tratamiento, las que fueron escurridas por 10 minutos en papel de filtro. Los experimentos se realizaron según un diseño de superficie de respuesta basado en un D-óptimo, donde los factores

investigados fueron la concentración de la disolución osmótica y el tiempo de inmersión de la fruta en esta. En la tabla 1 se muestran los experimentos realizados según el diseño considerado.

Tabla 1. Experimentos realizados

<i>Experimento</i>	<i>Concentración (°Brix)</i>	<i>Tiempo (h)</i>	<i>Experimento</i>	<i>Concentración (°Brix)</i>	<i>Tiempo (h)</i>
1	30	2	6	50	4
2	40	4	6	50	6
3	50	6	7	30	2
4	30	2	8	40	4
5	40	4	8	40	6
5	40	6	9	50	4
6	50	4	9	50	6

2.2.2 Deshidratación osmótica asistida por ultrasonidos

El procedimiento experimental realizado en la DO asistida por ultrasonidos de potencia (DO-US) fue similar al descrito anteriormente, fijándose la concentración más favorable obtenida en la DO. Los tiempos considerados fueron 20, 40 y 60 minutos, tomando en cuenta los efectos del US sobre los tiempos de tratamiento requeridos (Nowacka et al., 2021; Salehi, 2023). Se empleó un baño ultrasónico con control de temperatura (SB-120DT, R. P. China) operado a una frecuencia de 40 Hz y 120 W, valores estos contemplados en la literatura (40 kHz y 75 - 150 W) (Salehi et al., 2023). Para evitar el incremento de la temperatura por el efecto ultrasónico, se incluyó en el sistema un criostato (Ningbo Scientz Biotechnology Co, LTDDC-3006, R. P. China), para garantizar una variación de temperatura en el baño de ± 1 °C. Los experimentos en ambos casos, DO y DO-US, se realizaron a la temperatura ambiente siendo el valor promedio de esta (31 ± 1) °C.

2.2.3 Determinaciones realizadas

A la fruta sometida a DO y DO-US se le realizaron las determinaciones físico-químicas descritas con antelación por triplicado. Se calcularon, además, la pérdida de peso (ΔM), la pérdida de agua (ΔM_w) y la ganancia de sólidos (ΔM_{ss}), según las ecuaciones (1 – 3):

$$\Delta M = \frac{M_t - M_o}{M_o} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\Delta M_w = \frac{(M_t \cdot X_{wt}) - (M_o \cdot X_{wo})}{M_o} \cdot 100 \quad (2)$$

$$\Delta M_{ss} = \frac{(M_t \cdot X_{sst}) - (M_o \cdot X_{sso})}{M_o} \cdot 100 \quad (3)$$

Donde:

Mo: peso inicial de la muestra, kg

Mt: peso de la muestra en un tiempo t, kg

X_{WT} : fracción másica de agua en un tiempo t

X_{WO} : fracción másica de agua inicial.

X_{sst} : fracción másica de sólidos solubles de la muestra para un tiempo (t) determinado.

X_{sso} : fracción másica de sólidos solubles inicial de la muestra.

2.3 Modelación de cinética de deshidratación osmótica

Se emplearon cuatro modelos empíricos, tabla 2, reportados en la literatura para describir la cinética de la pérdida de agua, ecuaciones (4 – 7), y ganancia de sólidos, ecuaciones (8 – 11) (Salehi et al., 2023; Mari et al., 2024).

Tabla 2. Modelos empíricos empleados para describir la pérdida de agua y ganancia de sólidos en la fruta

Modelo	Pérdida de humedad		Ganancia de sólidos	
Peleg	$W = W_o - \left(\frac{t}{k_1 + k_2 \cdot t} \right)$	(4)	$S = S_o + \frac{t}{k_1 + k_2 \cdot t}$	(8)
Page	$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \exp(-k \cdot t^n)$	(5)	$\frac{S - S_e}{S_o - S_e} = \exp(-k \cdot t^n)$	(9)
Page modificado	$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \exp(-k \cdot t)^n$	(6)	$\frac{S - S_e}{S_o - S_e} = \exp(-k \cdot t)^n$	(10)
Herderson y Pabis	$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = a \cdot \exp(-kt)$	(7)	$\frac{S - S_e}{S_o - S_e} = a \cdot \exp(-kt)$	(11)

W_o : contenido inicial de humedad, kg agua/kg de sólido seco

W : contenido de humedad en un tiempo t , kg agua/kg de sólido seco

W_e : contenido de humedad de equilibrio, kg agua/kg de sólido seco

S_o : contenido inicial de sólidos solubles en la disolución, °Brix

S : contenido de sólidos solubles en la disolución en un tiempo t , °Brix

S_e : contenido de sólidos solubles en el equilibrio, °Brix

2.4 Procesamiento de los datos experimentales

Los resultados experimentales se reportaron como valores medios con sus desviaciones estándar. Se realizaron análisis de varianza de clasificación doble y simple ($p \leq 0,05$), así como pruebas de comparación de medias basada en la mínima diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Para determinar el efecto de las variables investigadas en la DO, se ajustó el modelo estadístico dado por la ecuación (12). Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Statgraphics Centurion XVII (Statistical Graphics, Rockville, MD, EE.UU.). La bondad de los ajustes de los modelos empíricos se evaluó a partir del porcentaje de varianza explicada (% var) y el error medio relativo (EMR). Los parámetros de los modelos se determinaron por el método de optimización del gradiente reducido generalizado (GRG) de la herramienta Solver de Microsoft Office Excel 2016. La función objetivo fue el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores experimentales y los calculados. La optimización se realizó con una precisión de 10^{-10} y un criterio de convergencia de 10^{-6} .

$$y = b_0 + b_1c + b_2t + b_3c^2 + b_4t^2 + b_5c \cdot t \quad (12)$$

Donde:

y: contenido de agua o contenido de sólidos solubles en la fruta

c: concentración de la disolución

t: tiempo

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Comportamiento de la fruta sometida a DO y DO-US

En la tabla 3 se reporta la composición de la fruta fresca empleada en los experimentos.

En la tabla 4 se muestra la caracterización de la fruta sometida a DO en cada uno de los experimentos realizados.

Tabla 3. Composición de la fruta fresca empleada en los experimentos

Parámetro	DO	DO – US
Humedad (%)	90,20 (0,25)	89,43 (0,32)
Sólidos solubles (°Brix)	8,2 (0,7)	7,9 (0,5)

(): desviación estándar

Tabla 4. Caracterización de la fruta sometida a DO

Tiempo	Contenido de sólidos solubles en la disolución (°Brix)	Peso (g)	Humedad (%)	Contenido de sólidos solubles en la fruta (°Brix)
2 h	30	19,02 (0,15) ^{aA}	81,80 (0,09) ^{aA}	14,20 (0,02) ^{aA}
	40	17,64 (0,23) ^{aB}	78,15 (0,13) ^{aA}	16,60 (0,11) ^{aA}
	50	16,00 (0,03) ^{aC}	74,03 (0,02) ^{aA}	18,00 (0,21) ^{aA}
4 h	30	18,48 (0,13) ^{aA}	78,81 (0,14) ^{abA}	19,20 (0,08) ^{bAB}
	40	17,49 (0,01) ^{aB}	75,17 (0,01) ^{abA}	20,30 (0,42) ^{bAB}
	50	15,51 (0,24) ^{aC}	65,85 (0,24) ^{abA}	23,20 (1,41) ^{bAB}
6 h	30	18,01 (0,02) ^{aA}	72,86 (0,31) ^{bB}	17,00 (0,62) ^{bB}
	40	17,12 (0,11) ^{aB}	69,30 (0,02) ^{bB}	20,60 (0,84) ^{bB}
	50	14,94 (0,01) ^{aC}	66,41 (0,08) ^{bB}	24,60 (0,84) ^{bB}

Letras minúsculas: diferencias significativas entre tiempos

Letras mayúsculas: diferencias significativas entre concentraciones

(): desviación estándar

Las mayores pérdidas de agua y las mayores ganancias de sólidos se obtuvieron en la fruta sometida a 50 °Brix, dado por los mayores gradientes para la transferencia de masa. Asimismo, los mayores tiempos de inmersión favorecieron este efecto. Estos resultados están determinados por las propias características del tejido vegetal del fruto, el doble mecanismo de transferencia de masa, así como la baja temperatura (temperatura ambiente), los que inciden sobre los resultados obtenidos (González et al., 2021). Jain et al. (2010) reportaron un tiempo de 4,25 h con una concentración de 60 °Brix y una temperatura de 37 °C, ambas superiores a las consideradas en este trabajo, factores estos reportados con incidencia en el tiempo de tratamiento requerido (González et al., 2021).

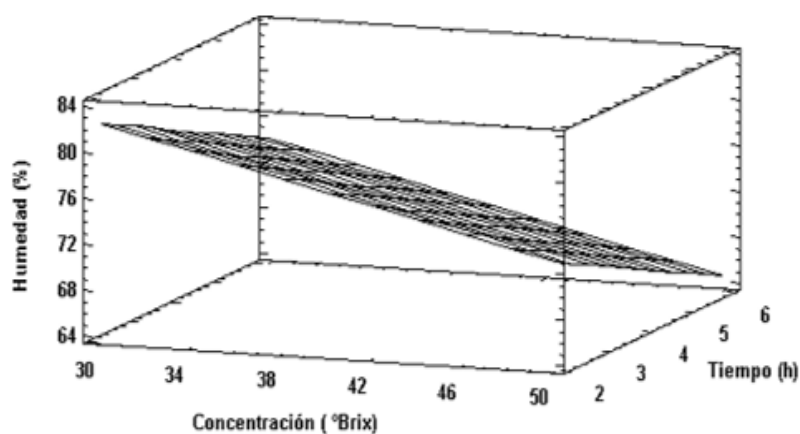
Los modelos que describen el comportamiento de los contenidos de agua y sólidos solubles en la fruta ($p \leq 0,05$) sometida a DO se muestran en la tabla 5. En las figuras 1a y 1b se representan las superficies de respuesta correspondientes. El tiempo de inmersión constituyó la variable de mayor incidencia. La DO efectuada con una disolución de 50 °Brix durante 6 h reportó las mayores pérdidas de agua y ganancia de sólidos.

Tabla 5. Coeficientes y estadígrafos de los modelos del comportamiento de los contenidos de humedad y sólidos solubles en la DO

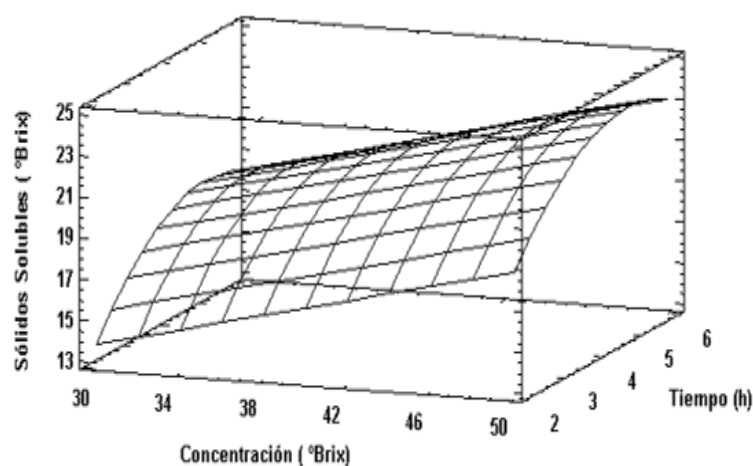
<i>Términos</i>	<i>Contenido de humedad (%)</i>	<i>Contenido de sólidos solubles (°Brix)</i>
b ₀	100,65	2,78
b ₁	- 0,48	0,02
b ₂	- 2,01	5,72
b ₃	-	-
b ₄	-	-0,58
b ₅	-	-
R ² (%)	90,95	93,14
EAM	1,79	0,91
DW	1,92 (p = 0,3689)	2,75 (p = 0,8502)

EAM: error absoluto medio

DW: valor Durbin-Watson



a)



b)

Figura 1. Superficies de respuesta, a) Contenido de humedad, b) Contenido de sólidos solubles

En la tabla 6 se muestra la caracterización de la fruta sometida a DO-US. La marcada disminución del tiempo de tratamiento con respecto a la DO, está basada en el incremento de la difusividad por la formación de canales microscópicos en los tejidos, los que ofrecen una menor resistencia a la difusión (Nowacka et al., 2021; Chandra et al., 2023; Salehi, 2023).

Tabla 6. Caracterización de la fruta sometida a DO-US

Tiempo (min)	Contenido de sólidos solubles en la disolución (°Brix)	Peso (g)	Humedad (%)	Contenido de sólidos solubles en la fruta (°Brix)
20	50	19,46 (0,56) ^a	80,79 (0,27) ^a	23,30 (0,30) ^a
40		19,04 (0,58) ^a	73,42 (0,70) ^b	24,20 (0,20) ^{ab}
60		18,61 (0,47) ^a	68,65 (0,48) ^c	24,60 (0,00) ^b

Letras minúsculas: diferencias significativas entre tiempos

(): desviación estándar

3.2 Pérdida de peso, pérdida de humedad y ganancia de sólidos

Las pérdidas de peso y agua, así como la ganancia de sólidos en las frutas sometidas a DO y a DO-US se resumen en la tabla 7. La ganancia de sólidos resultó en todos los casos inferior a la pérdida de agua, dado por las características de la transferencia de masa (González et al., 2021). La ganancia de sólidos en la fruta sometida a DO-US resultó mayor que en la DO por los efectos del US (Masztalerz et al., 2021; Salehi, 2023). Los intervalos reportados por Kaur et al. (2024) en la DO de cubos de papaya empleando endulzantes naturales fueron de 4,92 – 5 h, para una concentración de la disolución osmótica de 40 – 60 °Brix a 39,64 – 49,46 °C.

Tabla 7. Pérdidas de peso y humedad y ganancia de sólidos en frutas sometidas a DO y DO-US

<i>Tiempo</i>	<i>Contenido de sólidos solubles en la disolución (°Brix)</i>	<i>%ΔM</i>	<i>%ΔM_w</i>	<i>%ΔM_{ss}</i>
DO				
2 h	30	7,60 (0,26) ^{aA}	14,6 (0,05) ^{aA}	4,92 (0,22) ^{aA}
	40	11,8 (0,43) ^{aB}	21,2 (0,12) ^{aA}	6,44 (0,16) ^{aA}
	50	20,0 (0,24) ^{aC}	30,9 (0,41) ^{aB}	6,20 (0,23) ^{aA}
4 h	30	4,00 (0,03) ^{aA}	14,5 (0,65) ^{aA}	10,2 (0,43) ^{bA}
	40	12,3 (0,35) ^{aB}	24,3 (0,25) ^{aA}	9,59 (0,30) ^{bA}
	50	22,4 (0,20) ^{aC}	39,1 (0,10) ^{aB}	9,78 (0,81) ^{bA}
6 h	30	9,95 (0,32) ^{aA}	24,5 (0,80) ^{aA}	7,10 (0,35) ^{bA}
	40	14,4 (0,56) ^{aB}	30,9 (0,41) ^{aA}	9,43 (0,60) ^{bA}
	50	25,3 (0,07) ^{aC}	40,6 (0,02) ^{aB}	9,43 (0,61) ^{bA}
DO-US				
20 min	50	4,07 (4,31) ^a	11,93 (3,11) ^a	14,54 (0,59) ^a
40 min		5,56 (3,60) ^a	20,12 (1,21) ^b	15,04 (0,60) ^a
60 min		7,63 (2,03) ^a	26,02 (0,76) ^b	14,92 (0,50) ^a

Letras diferentes: diferencias significativas

Letras minúsculas (DO): diferencias significativas entre tiempos

Letras mayúsculas: diferencias significativas por concentraciones

(): desviación estándar

3.3 Modelación de la cinética de deshidratación osmótica

En la tabla 8 se resumen los parámetros de los modelos seleccionados para describir las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos para las mejores condiciones correspondientes a la DO-US, así como los estadígrafos correspondientes. Las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos resultaron adecuadamente descritas por los modelos considerados, siendo el modelo de Peleg el de mejores resultados, lo que se corresponde con reportes de la literatura en la DO de papaya (Fernandes et al., 2006), manzana (Assis et al., 2017) y kiwi (Bialik et al., 2018).

Tabla 8. Parámetros de los modelos empleados para describir las cinéticas de pérdida de agua y ganancia de sólidos y sus respectivos estadígrafos

Modelo de Peleg				
	<i>k₁</i>	<i>k₂</i>	<i>%var</i>	<i>EMR (%)</i>
Pérdida de agua	1343,84	0,00203	99,76	0,33
Ganancia de sólidos	88,98	0,678	99,99	0,88
Modelo de Page				
	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>%var</i>	<i>EMR (%)</i>
Pérdida de agua	3,11.10 ⁻⁵	1,49	99,96	0,003
Ganancia de sólidos	1,056	0,972	96,08	2,25
Modelo de Page modificado				
	<i>k·10⁵</i>	<i>n</i>	<i>%var</i>	<i>EMR (%)</i>
Pérdida de agua	8,31	1,23	98,97	0,19

Ganancia de sólidos	5,35	0,298	97,38	2,53
Modelo de Henderson y Pabis				
	k	a	%var	EMR (%)
Pérdida de agua	$10,5 \cdot 10^{-5}$	1,007	99,21	0,80
Ganancia de sólidos	0,88	0,99	97,39	2,65

4. CONCLUSIONES

1. La pérdida de agua y la ganancia de sólidos de los cubos de papaya resultaron dependientes de la concentración de la disolución y el tiempo de tratamiento, siendo este último la variable de mayor influencia. Las mejores condiciones para la DO correspondieron a 50 °Brix y 6 h.
2. La DO-US redujo el tiempo de tratamiento de manera marcada, lográndose en 60 minutos resultados equivalentes a 6 h de tratamiento con DO solo. Ello representa solo el 16,6 % del tiempo correspondiente al empleo de DO, lo que demuestra las ventajas de esta alternativa.
3. La modelación de la cinética de la transferencia de masa en la fruta sometida a DO-US es descrita por los modelos empíricos considerados y en especial por el modelo de Peleg.

REFERENCIAS

- Asghari, A., Zongo, P.A., Osse, E.F., Aghajanzadeh, S., Ragharan, V., & Khalloufi, S. (2024). Review of osmotic dehydration: Promising technologies for enhancing products attributes, opportunities and challenges for the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(3), e13346. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13346>
- Assis, F. R., Morais, R.M.S.C., & Morais, A.M.M.B. (2017). Mathematical modelling of osmotic dehydration kinetics of apple cubes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12895. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12895>
- Bialik, M., Wiktor, A., Latocha, P., & Gondek, E. (2018). Mass transfer in osmotic dehydration of kiwiberry: Experimental and mathematical modelling studies. *Molecules*, 23(5), 1236. <https://doi.org/10.3390/molecules23051236>
- Chandra, A., Kumar, S., Kumar, S., & Nema, P.K. (2023). Ultrasound-assisted osmotic dehydration followed by convective drying of papaya: effect on physicochemical and functional quality parameters. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 3, 615 – 626. <https://doi.org/10.1007/s43393-022-00151-2>
- Fernandes, F.A.N., Rodrigues, S., Gaspareto, O.C.P., & Oliveira E.L. (2006). Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. *Food Research International*, 39(4), 492 – 498. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.10.004>
- González, J. E., Ramírez, N., & López, A. (2021). Mass transfer during osmotic dehydration of fruits and vegetables: process factors and non-thermal methods. *Food Engineering Reviews*, 13(2), 344 – 374. <http://doi.org/10.1007/s12393-020-09276-3>

- Huang, Y., Zhang, M., Mujumdar, A. S., Luo, Z., & Fang, Z. (2023). Dehydrated fruits and vegetables using low temperatures drying technologies and their application in functional beverages: a review. *Drying Technology*, 41(6), 868 – 889. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2117184>
- Jain, S.K., Verma, R.C., Murdia, L.K., Jain, H.K., & Sharma, G.P. (2010). Optimization of process parameters for osmotic dehydration of papaya cubes. *Journal of Food Science and Technology*, 48(2), 211–217. <http://doi.org/10.1007/s13197-010-0161-7>
- Kaur, D., Singh, M., Zalpouri, R., Kaur, P., & Singh, R. (2024). Enhancing physicochemical properties of papaya through osmotic dehydration with various natural sweeteners. *Scientific Reports*, 14, 23797. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-74605-z>
- Mari, A., Parisouli, D.N., & Krokida, M. (2024). Exploring osmotic dehydration for food preservation: Methods, modelling and modern applications. *Foods*, 13(17), 2783. <https://doi.org/10.3390/foods13172783>
- Masztalerz, K., Lech, K., Wojdylo, A., Nowicka, P., Michalsa-Ciechanowska, A., & Figiel, A. (2021). The impact of the osmotic dehydration process and its parameters on the mass transfer and quality of dried apples. *Drying Technology*, 39(8), 1074 – 1086. <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1741607>
- Nowacka, M., Dadan, M., & Tylewicz (2021). Current application of ultrasounds in fruits and vegetables osmotic dehydration processes. *Applied Science*, 11(3), 1269. <https://doi.org/10.3390/app11031269>
- Salehi, F. (2023). Recent advances in the ultrasound assisted osmotic dehydration of agricultural products: A review. *Food Biosciences*, 51, 102307. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.10.102307>
- Salehi, F., Cheragi, R., & Rassouli, M. (2023). Mass transfer analysis and kinetic modelling of ultrasound-assisted osmotic dehydration of kiwifruit slices. *Scientific Reports*, 13, 11859. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39146-x>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Ing. Beatriz Castañeda de la Cruz. Metodología, investigación, redacción-primera redacción.
 - M.Sc. Yanet Sario Toledo. Conservación de datos.
 - Ing. Sheyla Abreu Saiz. Conceptualización, recursos.
 - Dr.C. Anabel Frías Chirino. Conceptualización, supervisión, investigación, redacción- revisión y edición.
 - Dr.C Luis Cruz Viera. Conceptualización, supervisión, investigación, redacción-revisión y edición.
-