



## Deshidratación osmótica de mashua amarilla (*Tropaleum tuberosa*) con jarabe invertido de sacarosa y jugo de maracuyá

### Osmotic dehydration of yellow mashua (*Tropaleum tuberosa*) with inverted sucrose syrup and passion fruit juice

Edgar Rafael Acosta López<sup>1</sup>, Ángélica Castro Garay<sup>2</sup>

E-mail: eacosta1981@uncp.edu.pe / acastrogaray@uncp.edu.pe

#### Cómo citar

Acosta López, E. R. & Castro Garay, A. (2020). *Deshidratación osmótica de mashua amarilla (Tropaleum tuberosa) con jarabe invertido de sacarosa y jugo de maracuyá*. *Prospectiva Universitaria, Revista de la UNCP*. 17(1), 41-47. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1389>

#### Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de incorporación del jugo de maracuyá en el jarabe invertido de sacarosa y temperaturas de inmersión (30 °C y 40 °C) en los parámetros cinéticos, polifenoles totales y capacidad antioxidante en el deshidratado osmótico (DO) de mashua amarilla (*Tropaleum tuberosa*). La materia prima fue cortado en láminas de 4 mm de espesor, escaldado en ebullición a 89 °C por 15 minutos, inmersión en solución osmótica (jarabe invertido de sacarosa a 60 °Brix y jugo de maracuyá) proporciones (65:35, 70:30 y 75:25) concentraciones de 37,5 °Brix, 41,5 °Brix y 40,5 °Brix respectivamente, drenado, secado con aire caliente a 50 °C con una velocidad de aire de 1,4 ± 0,1 m/s y envasado. El (DO) se realizó durante 4,5 horas, los parámetros cinéticos que se evaluaron fueron: pérdida de peso porcentual (PP%), tasa de ganancia de sólidos (GS) y tasa de pérdida de agua (WL). Los polifenoles totales se midieron por el método Follin Ciocalteu y la capacidad antioxidante por el método ABTS; obteniéndose los siguientes resultados: los valores de (PP%) oscilaron entre 19.24 % ± 0.02 y 23.56 % ± 0.07; el tratamiento a 37,5 °Brix y 40 °C presentó la mayor (PP%) 23.56 % ± 0.07, mayor tasa de (GS) 0,715 ± 0.003 g de sólido/g fruta y mayor tasa de (WL) 0.388 ± 0.006 g de agua/g fruta. El contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante disminuye en los tratamientos, a 41,5 °Brix y 30 °C se presentó la menor pérdida 7,57 ± 0,21 mg EAG/g MS y 21,12 ± 0,16 μmol TE/g MS 17 % y 11,78 % respectivamente. La interacción de concentración y temperatura tiene efectos significativos (P < 0,05) en los parámetros cinéticos y en los polifenoles totales y capacidad antioxidante por el método ABTS.

**Palabras clave:** cinética osmótica, fenoles, capacidad antioxidante, tubérculo andino, deshidratación osmótica

#### Abstract

The objective was to evaluate the effect of incorporation of passion fruit juice in the sucrose invert syrup and immersion (30 °C and 40 °C) on the kinetic parameters, total polyphenols and antioxidant capacity in the osmotic dehydrated (DO) of yellow mashua (*Tuberous tropaleum*). The raw material was cut into 4 mm thick sheets, blanching at 89 °C boiling for 15 minutes, immersion in osmotic solution (invert syrup of sucrose at 60 °Brix and passion fruit juice) proportions (65:35, 70:30 and 75:25) concentrations of 37.5 °Brix, 41.5 °Brix and 40.5 °Brix respectively, draining, hot air drying at 50 °C with 1.4 ± 0.1 m/s air velocity and packaging. The DO was carried out for 4.5 hours, the evaluated kinetic parameters were: weight loss percentage (WLP%), solid gain rate (GS) and water loss rate (WL), the total polyphenols were measured by the Follin Ciocalteu method and the antioxidant capacity by the ABTS method. Obtaining the following results: (WLP%) ranged between 19.24 % ± 0.02 and 23.56 % ± 0.07; the treatment at 37.5 ° Brix and 40 °C had the highest (WLP%) 23.56 % ± 0.07, the highest rate of (GS) 0.715 ± 0.003 g of solid/g fruit and the highest rate of (WL) 0.388 ± 0.006 g of water/g fruit. The total polyphenol content and antioxidant capacity decrease in treatments, the lowest loss at 41.5 °Brix and 30 °C determined 7.57 ± 0.21 mg EAG/g MS and 21.12 ± 0.16 μmol TE/g MS 17 % and 11.78 % respectively. The interaction of concentration and temperature has significant effects (P < 0.05) on the kinetic parameters and on the total polyphenols and antioxidant capacity by the ABTS method.

**Keywords:** osmotic kinetics, phenols, antioxidant capacity, Andean tuber, osmotic dehydration

<sup>1</sup>Docente de la Fac. de Ingeniería en Industrias Alimentarias / <sup>2</sup>Docente de la Fac. de Ciencias Agrarias - UNCP

## Introducción

La mashua es un tubérculo andino, cuya demanda, con el paso del tiempo, ha disminuido, no obstante de las propiedades beneficiosas para la salud y las virtudes nutritivas que posee. Para consumirlas, se aselean para que se endulcen y la forma tradicional es sancochada.

Los cultivos de raíces y tubérculos son considerados especies desatendidas e infrautilizadas, a pesar que son fuentes de energía tradicional básica para la seguridad alimentaria en la región, consideradas como fuentes de alimentos funcionales; especies como la ahípa, arracacha, mashua y yacón son evaluadas en el proyecto LATINCROP (Leidi et al., 2018). El consumo popular de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) está relacionado con beneficios para la salud, alivia dolores renales, hepáticos, trastornos de próstata, enfermedades de la piel. Estas propiedades podrían estar relacionados con los glucosinolatos y polifenoles que el tubérculo posee (Chirinos, Rogez, Campos, Pedreschi, & Larondele, 2007). En el estudio de propiedades antioxidantes de extractos fenólicos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) contra el daño oxidativo mediante ensayos biológicos in vitro, recomiendan que los compuestos fenólicos de la mashua, es una buena fuente de antioxidantes dietéticos que podrían ofrecer efectos protectores potenciales contra la oxidación de lípidos y pueden ser utilizados por la industria alimentaria o cosmética (Chirinos et al., 2008). No existe evidencia científica sobre la cinética de deshidratación osmótica de mashua con solución osmótica que incorpora jugo de maracuyá para mejorar el sabor y propiedades funcionales.

El consumo de la mashua generalmente es sancochado y durante la cocción presenta un olor poco agradable que no es aceptado con facilidad por el consumidor, a pesar de sus propiedades funcionales; por lo que, es necesario diversificar el consumo con nuevos productos y una de ellas es la deshidratación osmótica, utilizando un edulcorante y saborizado con jugo de maracuyá que sería una alternativa para diversificar su consumo, mejorar las propiedades funcionales y de aceptabilidad.

La deshidratación osmótica (DO) es un proceso de eliminación de agua que se emplea para obtener alimentos mínimamente procesados con una vida útil y valor nutricional mejorado, la humedad se reduce aproximadamente en un 50 %, disminuye la pérdida de aroma y pardeamiento enzimático; mejora atributos sensoriales y la retención de nutrientes (Silva, Fernandes & Mauro, 2014; Yadav & Singh, 2014), el producto presenta humedad intermedia, baja actividad de agua, por la ganancia de sólidos y pérdida de agua, reduce actividades que

deterioran los alimentos, consume menos energía. Está influenciada por La concentración, temperatura, tiempo, agente osmótico, relación (solución: muestra), agitación y geometría de los materiales (Ahmed, Qazi & Jamal, 2016). La impregnación de algunos nutrientes en matrices vegetales, se realiza por inmersión, a presión normal o al vacío, la transferencia del soluto es de la solución hacia la fruta debido al potencial que presentan (Mascheroni, Scientific & Ramallo, 2016).

Existen investigaciones que incorporan sustancias en la (DO) con la finalidad mejorar las características nutritivas. En el DO del mango 'Tommy Atkins', se añadió, en la solución osmótica de sacarosa, cloruro de calcio y ácido ascórbico, el pre tratamiento osmótico, reduce el tiempo de secado, evitó el cambio de color en el mango seco, la adición de calcio mejoró significativamente la retención de vitamina C, la adición de ácido ascórbico aumentó considerablemente la retención de vitamina C en el mango (Guiamba, Ahrné, Khan & Svanberg, 2016), en mangos cv. Palmer, evaluaron la influencia de la solución de sacarosa con ácido ascórbico (AA) en los compuestos fenólicos (CF) en la (DO). La concentración de sacarosa no afectó el contenido de vitamina C, pero la concentración de (AA) en la solución y el tiempo de proceso ejercieron influencia positiva en esta respuesta. La adición de (AA) presentó un efecto positivo significativo en los (CF), se demostró que la impregnación con vitamina C durante la DO es eficaz para obtener mangos mínimamente procesados con alto valor nutricional (Nagai, Santos, Faria, Boscolo & Mauro, 2015).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de incorporación del jugo de maracuyá en el jarabe invertido de sacarosa y temperatura de inmersión en los parámetros cinéticos, polifenoles totales y capacidad antioxidante en el deshidratado osmótico de mashua amarilla.

## Materiales y métodos

### Materiales

Mashua amarilla cortado en láminas de 4 mm de espesor ( $7,4 \pm 0,1^{\circ}\text{Brix}$ ), jugo de maracuyá ( $11,6 \pm 0,02^{\circ}\text{Brix}$ ) y sacarosa.

### Acondicionamiento

Las láminas, se sometieron a un escaldado en ebullición  $89^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos para disminuir la picanter (Manrique et al., 2013).

### Solución osmótica

Esta compuesta por jarabe invertido de sacarosa a  $60^{\circ}\text{Brix}$  y jugo de maracuyá.

**Tabla 1**

Concentraciones de la solución osmótica.

	Solución osmótica	°Brix
SO1	65 % jarabe invertido + 35 % jugo maracuyá	37.5
SO2	70 % jarabe invertido + 30 % jugo maracuyá	41,5
SO3	75 % jarabe invertido + 25 % jugo maracuyá	48.5

### Tratamiento osmótico

Las láminas de mashua amarilla acondicionadas, fueron sometidas en la solución osmótica de sacarosa con jugo de maracuyá, la relación producto/solución p/p fue de 1:4, durante 270 minutos (4,5 horas) a temperaturas de 30 °C (T1) y 40 °C (T2), secado con aire caliente a 50 °C por 4 horas, enfriado, envasado y almacenado.

### Métodos de análisis

- Humedad: Método 925.10 AOAC (2004)
- Fenoles totales: Método de Singleton y Rossi (1965) citado por (Betalleluz-Pallardel, Chirinos, Rogez, Pedreschi & Campos (2012), utilizando ácido gálico, absorbancia 755 nm, los resultados se expresan en equivalentes de ácido gálico/ g de muestra (mg EAG/g).
- Capacidad antioxidante por el método ABTS (ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolina 6-sulfónico) procedimiento descrito por Campos et al. (2006) citado por Betalleluz-Pallardel et al. (2012), la absorbancia se midió a 734 nm, el resultado se expresa en micromol de equivalentes de Trolox/ml.

### Parámetros de transferencia de masa

Se utilizó los modelos propuestos por Liu, Feng & Peng (2019); Assis, Manuel, Costa, Maria, & Bernardo (2018); Tortoe, (2010); Vega-gálvez et al., (2007) para pérdida de peso (PP), pérdida de agua (WL) (g agua/g de fruta) y ganancia de sólidos (GS) (g de sólido/g de fruta).

$$PP\% = \frac{m_i - m_o}{m_o} \times 100 \quad (1) \quad WL = \frac{m_i X_{wt} - m_o X_{wo}}{m_o} \quad (2)$$

$$GS = \frac{m_i X_{st} - m_o X_{so}}{m_o} \quad (3)$$

$m_o$ , masa inicial en (g) de láminas,  $m_t$ , masa (g) láminas DO osmóticamente en un tiempo  $t$ ,  $X_{wt}$ , contenido de humedad al tiempo ( $t$ ),  $X_{wo}$  contenido de humedad inicial,  $X_{so}$  sólidos solubles iniciales en la lámina (°Brix) y  $X_{st}$  sólidos solubles en el tiempo ( $t$ ).

### Análisis de datos

El efecto de la concentración y la temperatura en el DO, se evaluó a las 4,5 horas, se utilizó el diseño

factorial de 2 factores: concentración con 3 niveles y temperatura con 2 niveles, con una ( $p < 0.05$ ), para el análisis de datos se empleó el software Mintitab v16.

## Resultados

**Tabla 2**

Características fisicoquímicas de la mashua amarilla y jugo de maracuyá.

Características fisicoquímicas	Mashua amarilla	Jugo de maracuyá
Humedad (%)	88,14± 0,11	83,7± 0,1
pH	6,12 ± 0,4	2,92 ± 0,03
Sólidos solubles (°Brix)	7,4 ± 0,1	11,6 ± 0,2
Acidez (expresado %) (% ácido oxálico) (% ácido cítrico)	1,88 ± 0,02	3,62 ± 0,02

### Polifenoles totales y capacidad antioxidante de la mashua amarilla y jugo de maracuyá

La mashua amarilla presentó  $9,12 \pm 0,18$  mg EA-G/g materia seca (MS) y el jugo de maracuyá  $6,18 \pm 0,3$  mg EAG/g de materia fresca (FM) de polifenoles totales y capacidad antioxidante ABTS ●+de  $2,84 \pm 0,14$   $\mu\text{molTE/g}$  (FM) o  $23,94 \pm 0,14$   $\mu\text{molTE/g}$  (MS) y  $5,26 \pm 0,13$   $\mu\text{molTE/g}$  (FM) respectivamente.

Los fenoles totales en la mashua amarilla se encuentran por debajo de lo reportado por Chirinos et al. (2007) para mashua morada; mientras que, los polifenoles totales para el jugo de maracuyá son ligeramente superiores a lo reportado por Domínguez-Rodríguez, García, Plaza & Marina (2019).

### Pérdida de peso (PP), ganancia de sólidos (GS) y pérdida de agua (WL) en el deshidratado osmótico de mashua amarilla.

En la Tabla 3, se muestran los resultados de la pérdida de peso (PP), ganancia de sólidos (GS) y pérdida de agua (WL) a las 4,5 horas de deshidratación osmótica de la mashua.

**Tabla 3**

Pérdida de peso (PP), ganancia de sólidos (GS) y pérdida de agua (WL) en el deshidratado osmótico de mashua amarilla.

Conc. (°Brix)	T (°C)	PP%	GS	WL
37.5	30	22.20 ± 0.04	0.698 ± 0.004	0.368±0.005
	40	23.56 ± 0.07	0.715±0.003	0.388±0.006
41.5	30	22.66 ± 0.05	0.631±0.003	0.375±0.004
	40	23.10 ± 0.03	0.615±0.003	0.381±0.003
48.5	30	19.24 ± 0.02	0.640±0.006	0.325±0.004
	40	21.42 ± 0.04	0.592±0.005	0.357±0.006

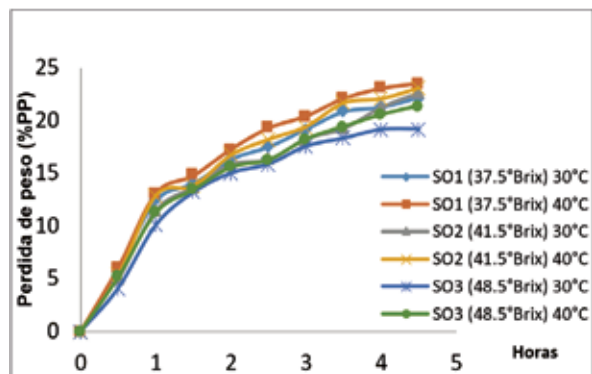
**Nota:** Valores promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

**Pérdida de peso (PP%)**

En la Figura 1, se muestra el comportamiento de la pérdida de peso durante la deshidratación osmótica.

**Figura 1**

Pérdida de peso (PP%) para las soluciones osmóticas durante el DO de mashua.

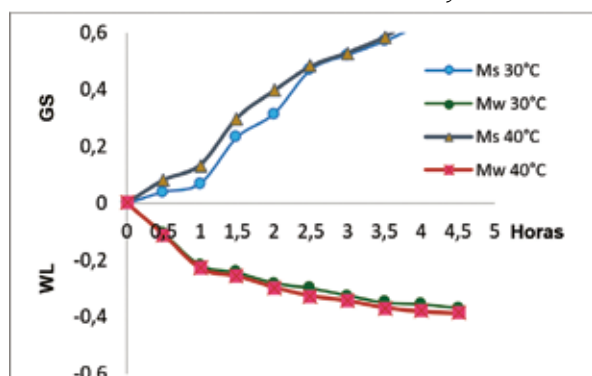


**Ganancia de sólidos (GS) y pérdida de agua (WL)**

En las figuras 2, 3 y 4, se muestran el comportamiento de la tasa de ganancia de sólidos y tasa de pérdida de agua durante la deshidratación osmótica.

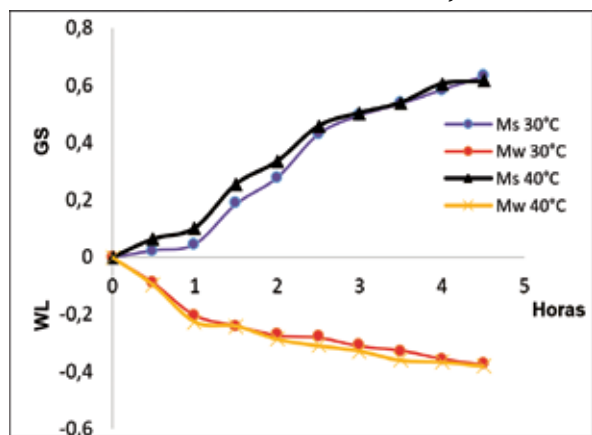
**Figura 2**

GS (ganancia de sólidos) y WL (pérdida de agua) en el deshidratado osmótico de mashua amarilla a 37,5 °Brix (30 °C y 40 °C).



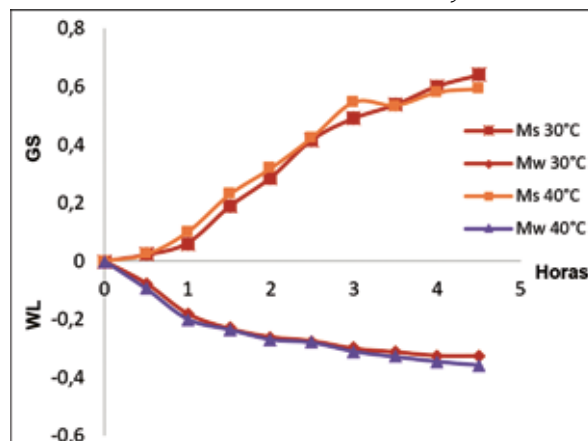
**Figura 3**

GS (ganancia de sólidos) y WL (pérdida de agua) en el deshidratado osmótico de Mashua amarilla a 41,5 °Brix (30 °C y 40 °C).



**Figura 4**

GS (ganancia de sólidos) y WL (pérdida de agua) en el deshidratado osmótico de Mashua amarilla a 48,5 °Brix (30 °C y 40 °C).



**Polifenoles totales y capacidad antioxidante de la mashua amarilla deshidratada osmoticamente**

En la Tabla 4, se muestra los polifenoles totales y capacidad antioxidante en la mashua amarilla deshidratada osmoticamente a las 4,5 horas.

**Tabla 4**

Polifenoles totales y capacidad antioxidante de la mashua amarilla deshidratada osmoticamente.

Tratamientos	Polifenoles totales mg EAG/g MS	Capacidad antioxidante
		ABTS ●+ µmol TE/g MS
Fresca	9,12 ± 0,18	23,94 ± 0,14
SO1,T1	7,13 ± 0,14	20,49 ± 0,15
SO1,T2	6,29 ± 0,12	18,75 ± 0,14
SO2,T1	7,57 ± 0,21	21,12 ± 0,16
SO2,T2	7,15 ± 0,16	20,65 ± 0,11
SO3,T1	6,47 ± 0,1	19,72 ± 0,1
SO3,T2	6,04 ± 0,21	17,68 ± 0,12

*Nota:* EAG = Equivalente de ácido gálico, MS = materia seca  
Valores promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar

**Discusión**

El contenido de humedad de la mashua amarilla fresca fue 88,14 % ± 0,11, valor que se encuentra en el rango reportado por Chirinos et al. (2008), las diferencias son por la variedad o procedencia. En el acondicionamiento, la acidez disminuye a 0,76 ± 0,04 % (expresado en ácido oxálico) y el pH se aumenta ligeramente a 6,7; la picantez que presenta en estado fresco es por los glucosinolatos y por el escaldado se hidrolizan y se transforman en isotiocianatos disminuyendo la picantez (Manrique et al., 2013).

**Efecto de la concentración y temperatura en la pérdida de peso, ganancia de sólidos y pérdida de agua en la DO de la mashua**

### Pérdida de peso porcentual (PP%)

En la Tabla 3, se observa que los valores de (PP%) oscilaron entre  $19.24 \pm 0.02$  y  $23.56 \pm 0.07$  para las 4,5 horas de (DO). En la Figura 1, se observa que a medida que se incrementa la concentración en el rango de 37,5 °Brix y 48,5 °Brix, la pérdida de peso en la fruta disminuye, se incrementa ligeramente al aumentar la temperatura de 30 °C a 40 °C, comportamiento similar describe Garzón (2014) y Della (2010), las temperaturas altas favorecerán los movimientos moleculares como resultado de una mayor energía cinética y un mayor grado de libertad (Alakali, Ariahu & Nkpa, 2006).

En el ANVA, el factor concentración, factor temperatura y la interacción (concentración y temperatura) tienen efecto significativo con una ( $p < 0,05$ ) sobre la (PP%), las concentraciones y temperaturas actúan dependientemente, se aprecia en los valores de los tratamientos en donde el tratamiento con una concentración de 37,5 °Brix y temperatura 40 °C presenta el mayor (PP%)  $23.56 \% \pm 0.07$ .

### Ganancia de sólidos (GS)

En la Tabla 3, se observa que cuando se incrementa la concentración de 41,5 y 48,5 °brix, la tasa de (GS) disminuye ligeramente, al aumentar la temperatura de 30 a 40 °C. A la concentración de 37,5 °Brix, la tasa de (GS) aumenta ligeramente con la temperatura. El tratamiento (37,5 °Brix y 40 °C) presentó la mayor tasa de (GS)  $0.715 \pm 0.003$  g de sólido/g fruta. Una solución menos concentrada penetra fácilmente en los tejidos, mientras que la de mayor concentración tiene mayor viscosidad e impide el ingreso de solutos que se encuentran en la solución al formar una película de un espesor mayor (Rocca & Mascheroni, 2011), la (GS) aumenta la gradiente osmótica y, por lo tanto, la fuerza impulsora y la velocidad de difusión (Alakali et al., 2006). En las figuras 2, 3 y 4 se puede observar que las tasa de variación de masa de sólidos (GS) al ser positiva y creciente en el tiempo, indica que presenta una ganancia de sólidos para los tres tratamientos.

En el ANVA, el factor concentración, factor temperatura y la interacción (concentración y temperatura) tienen efecto significativo con una ( $p < 0,05$ ) sobre la tasa de ganancia de sólidos (GS) es decir las concentraciones y las temperaturas actúan dependientemente, resultado similar presentó Liu et al. (2019).

### Pérdida de agua (WL)

En la Tabla 3, se observa que los valores de la tasa de (WL) oscilaron entre  $0,325 \pm 0.004$  y  $0,388 \pm 0.006$  g de agua/g de fruta, para las 4,5 horas de (DO). A medida que se incrementa la concentración en el rango de 37,5 °Brix y 48,5 °Brix, la tasa de (WL) aumenta ligeramente con la temperatura de 30 °C a 40 °C.

En las figuras 2, 3 y 4, se observa que la tasa de (WL) es negativa y decreciente con el tiempo, lo que indica que éstas representan pérdida de masa en la fruta. Comportamiento similar reportó Sacchetti, Gianotti & Dalla Rosa (2001) y Liu et al. (2019).

La mayor tasa de (WL) se presentó en el tratamiento a 37,5 °Brix y 40 °C. En todos los tratamientos, en la primera hora del (DO) disminuye considerablemente la (WL) después de este tiempo disminuye la velocidad de salida de agua.

En el ANVA, el factor concentración, factor temperatura y la interacción (concentración y temperatura) tienen efecto significativo con una ( $p < 0,05$ ) sobre la tasa de pérdida de agua (WL).

La concentración y temperatura de la solución osmótica son factores importantes que afecta la transferencia de masa osmótica (Liu et al., 2019), en la DO de trozos de sandía con tres concentraciones de solución de sacarosa (40, 50 y 60 ° Brix), la pérdida de agua y la ganancia sólidos es mayor a concentración es mayores de solución osmótica (Falade, Igbeka & Ayanwuyi, 2007).

### Efecto de la concentración y la temperatura en los polifenoles totales y la capacidad antioxidante en la DO de la mashua

En la Tabla 4, se muestra el contenido de polifenoles totales en el DO de mashua amarilla que varía desde  $6,04 \pm 0,21$  mg EAG/g MS a  $7,57 \pm 0,21$  mg EAG/g MS, en el que se puede observar que hay pérdidas del 17 al 37,77 % con respecto a la mashua fresca, la pérdida de polifenoles totales es porque en el DO, se produce transferencia de masa simultánea de salida de agua e ingreso de sólidos, lixiviación de polifenoles, vitaminas y otros minerales de la fruta a la solución osmótica en una magnitud insignificante en comparación con las otras (Akharume, Singh & Sivanandan, 2019; Liu et al., 2019); en el secado con aire caliente se produce disminución de polifenoles por oxidación enzimática (Kyi et al., 2005); el escaldado realizado en el acondicionamiento disminuye los polifenoles por que son termolábiles y comienzan a degradarse a temperaturas mayores a 40 °C (Kuskoski et al. 2005).

La capacidad antioxidante hidrofílica por ABTS en el DO de mashua amarilla tiene valores desde  $17,68 \pm 0,12$   $\mu\text{mol TE/g MS}$  a  $21,12 \pm 0,16$   $\mu\text{mol TE/g MS}$ ; en todos los tratamientos presentó disminución, que puede ser por diferentes factores. Los métodos de cocción ocasionan pérdidas en los valores de la capacidad antioxidante total (Pellegrini et al., 2010), por el corte realizado previo a la escaldado (Agostini, Morón, Ramón & Ayala, 2004); la pérdida también es por las acciones enzimáticas por el estrés por cortes, pelado y rebanado (Nicoli et al., 1999). La mayor retención de actividad antioxidante hidrofílica corresponde al tratamiento 41,5 °Brix y 30 °C.

La interacción del factor concentración y temperatura ejercieron influencia significativa ( $P < 0,05$ ) en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante por el método ABTS.

## Conclusiones

- La interacción de concentración de la solución osmótica (jarabe invertido de sacarosa y jugo de maracuyá) y temperatura tienen efectos estadísticamente significativos en la pérdida porcentual de peso (PP%), tasa de ganancia de sólidos (GS), tasa de pérdida de agua (WL), contenido de polifenoles y capacidad antioxidante.
- El tratamiento a 37,5 °Brix y 40 °C presentó la mayor (PP%)  $23.56\% \pm 0.07$ , mayor tasa de (GS)  $0,715 \pm 0.003$  g de sólido/g fruta y mayor tasa de (WL)  $0.388 \pm 0.006$  g de agua/g fruta.
- El tratamiento a 41,5 °Brix y 30 °C presentó la menor pérdida polifenoles totales y capacidad antioxidante  $7,57 \pm 0,21$  mg EAG/g MS y  $21,12 \pm 0,16$   $\mu\text{molTE/g}$  MS respectivamente.

## Recomendaciones

- Desarrollar la cinética en la deshidratación osmótica referida a la ganancia o pérdida de vitamina A y C y evaluar sensorialmente.
- Realizar la cinética en el DO con soluciones osmóticas de extracto yacón, jugo de caña de maíz, miel de abeja betacaroteno.

## Referencias bibliográficas

- Agostini, L. R.; Morón Jiménez, M. J.; Ramón, A. N. & Ayala Gómez, A. (2004). *Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(1), 89–92.
- Ahmed, I.; Qazi, I. M. & Jamal, S. (2016). *Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 34, 29–43. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.003>
- Akharume, F.; Singh, K. & Sivanandan, L. (2019). *Effects of liquid smoke infusion on osmotic dehydration kinetics and microstructural characteristics of apple cubes*. Journal of Food Engineering, 246, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.030>
- Alakali, J. S.; Ariaahu, C. C. & Nkpa, N. N. (2006). *Kinetics of osmotic dehydration of mango*. Journal of Food Processing and Preservation, 30(5), 597–607. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2006.00080.x>
- Assis, F. R.; Manuel, R.; Costa, S.; María, A. & Bernardo, M. (2018). *Case study mathematical modeling of the osmotic dehydration of physalis*. Modelagem matemática da desidratação osmótica da physalis. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10217>
- Betalalleluz-Pallardel, I.; Chirinos, R.; Rogez, H.; Pedreschi, R. & Campos, D. (2012). *Phenolic compounds from Andean mashua (Tropaeolum tuberosum) tubers display protection against soybean oil oxidation*. Food Science and Technology International, 18(3), 271–280. <https://doi.org/10.1177/1082013211427794>
- Chirinos, R.; Campos, D.; Warnier, M.; Pedreschi, R.; Rees, J. F. & Larondelle, Y. (2008). *Antioxidant properties of mashua (Tropaeolum tuberosum) phenolic extracts against oxidative damage using biological in vitro assays*. Food Chemistry, 111(1), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.038>
- Chirinos, R.; Rogez, H.; Campos, D.; Pedreschi, R. & Larondelle, Y. (2007). *Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón) tubers*. Separation and Purification Technology, 55(2), 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.12.005>
- Domínguez-Rodríguez, G.; García, M. C.; Plaza, M. & Marina, M. L. (2019). *Revalorization of Passiflora species peels as a sustainable source of antioxidant phenolic compounds*. Science of the Total Environment, 696, 134030. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134030>
- Falade, K. O.; Igbeka, J. C. & Ayanwuyi, F. A. (2007). *Kinetics of mass transfer and colour changes during osmotic dehydration of watermelon*. Journal of Food Engineering, 80(3), 979–985. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.06.033>
- Guiamba, I.; Ahrné, L.; Khan, M. A. M. & Svanberg, U. (2016). *Retention of  $\beta$ -carotene and vitamin C in dried mango osmotically pretreated with osmotic solutions containing calcium or ascorbic acid*. Food and Bioprocess Technology, 98, 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.010>
- Kyi, T. M.; Daud, W. R. W.; Mohamad, A. B.; Samudin, M. W.; Kadhun, A. A. H. & Talib, M. Z. M. (2005). *The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans*. International Journal of Food Science and Technology, 40(3), 323–331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00959.x>
- Leidi, E. O.; Altamirano, A. M.; Mercado, G.; Rodríguez, J. P.; Ramos, A.; Alandia, G.; ... Jacobsen, S. E. (2018). *Andean roots and tubers crops*

- as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51(August), 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.007>
- Liu, B.; Feng, W. & Peng, B. (2019). *Modeling and optimization of process parameters for improving osmotic dehydration of kiwifruit*. *Italian Journal of Food Science*, 31(1), 75–86.
- Manrique, I.; Arbizu, C.; Vivanco, F.; Gonzáles, R.; Ramírez, C.; Chávez, O.; ... Ellis, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mascheroni, R. H.; Scientific, N. & Ramallo, L. A. (2016). *Incorporación de vitamina C y calcio durante el proceso de deshidratación osmótica de ananá*. (November).
- Nagai, L. Y.; Santos, A. B.; Faria, F. A.; Boscolo, M. & Mauro, M. A. (2015). *Osmotic Dehydration of Mango with Ascorbic Acid Impregnation: Influence of Process Variables*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(4), 384–393. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12243>
- Pellegrini, N.; Chiavaro, E.; Gardana, C.; Mazzeo, T.; Contino, D.; Gallo, M.; ... Porrini, M. (2010). *Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4310–4321. <https://doi.org/10.1021/jf904306r>
- Rocca, P. Della & Mascheroni, R. (2011). *Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente I*. *Proyecciones*, 9(2), 11–26. Retrieved from file:///D:/INV2019/ART ESPAÑOL DO/della2011 do papa.pdf
- Sacchetti, G.; Gianotti, A. & Dalla Rosa, M. (2001). *Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on apple osmotic treatments*. *Journal of Food Engineering*, 49(2–3), 163–173. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00206-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00206-5)
- Silva, K. S.; Fernández, M. A. & Mauro, M. A. (2014). *Effect of calcium on the osmotic dehydration kinetics and quality of pineapple*. *Journal of Food Engineering*, 134, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.02.020>
- Tortoe, C. (2010). *A review of osmodehydration for food industry*. *African Journal of Food Science*, 4(6), 303–324. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/ajfs>
- Vega-Gálvez, A.; Palacios, M.; Boglio, F.; Pássaro, C.; Jeréz, C. & Lemus-mondaca, R. (2007). *Influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia*. *Ciência Tecnologia Alimentos Campinas*, 27(3), 470–477.
- Yadav, A. K. & Singh, S. V. (2014). *Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review*. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1654–1673. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0659-2>