

Deshidratación osmótica y secado por aire caliente de ciruela negra (*Prunus salicina*) midiendo capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y color.

Mena-Barbosa M.G.¹, Pérez-Reza E.¹, Reza-Vargas M.C.¹, Meza-Velázquez J.A.¹ y Aguilera-Ortíz M.¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas.

Artículo 123 s/n. Col. Filadelfia. C.P. 35010. Gómez Palacio, Dgo. México. mgpe_menab@hotmail.com, salus-reza@hotmail.com

RESUMEN:

La deshidratación es uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas, ya que gracias a dicho proceso se logra extender la vida de anaquel de los productos conservando la calidad de los mismos. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de los fitoquímicos presentes en la ciruela como lo son antioxidantes y fenoles, así como el color, luego de someterlos a un proceso de deshidratación osmótica con tres distintos agentes edulcorantes seguidos de un secado por aire caliente. La fruta se cortó en rebanadas de aproximadamente 1 cm de espesor y se deshidrató osmóticamente durante 24 horas, para seguir con el proceso de deshidratación por aire caliente realizado a 60°C por 6 horas, finalizado el proceso se realizaron las mediciones de color, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. Como resultado se encontró que el agente edulcorante que mejor conserva los fitoquímicos de la fruta es la sacarosa..

ABSTRACT:

Dehydration is one of the most used methods for the conservation of fruits, since thanks to this process it is possible to extend the shelf life of the products while preserving the quality of the same. The objective of this work is to evaluate the behavior of the photochemicals present in the plum, such as antioxidants and phenols, as well as the color, after subjecting them to an osmotic dehydration process with three different sweetening agents followed by a hot air drying. The fruit was cut into slices approximately 1 cm thick and dehydrated osmotically for 24 hours, to continue with the process of dehydration by hot air made at 60°C for 6 hours, after the process were made color measurements, antioxidant capacity and total phenolic compounds. As a result, it was found that the sweetening agent that best conserves the photochemicals of the fruit is sucrose..

Palabras clave: ciruela, deshidratación osmótica, deshidratación por aire caliente, fitoquímicos,

Keywords: plum, osmotic dehydration, dehydration by hot air, photochemical,

AREA: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN:

El ciruelo (*Prunus salicina* L.) es un cultivo importante y ampliamente cultivado de frutales templados que tiene un color y sabor atractivo. Es una fruta altamente perecedera con una vida útil de 3-4 días a temperatura ambiente y 1-2 semanas en el almacenamiento en frío (Jindal y Chandel, 2002). Las ciruelas son una excelente fuente de nutrientes y contribuyen ampliamente a la nutrición humana, que fomentan la salud humana y previenen la incidencia de diversas enfermedades (Stacewicz-Sapuntzakis y *et al.*, 2001; Hooshmand y Arjmani, 2009). Contiene ácidos orgánicos (ácido málico y cítrico), carbohidratos (glucosa, sacarosa y fructosa), fibras (pectinas), sustancias aromáticas, taninos y enzimas. Cada una de estas sustancias es un componente vital para el sabor y el valor nutritivo de los frutos (Ertekin y *et al.*, 2006). Aparte de estos contenidos básicos de alimentos, los frutos de ciruela son fuente rica de compuestos fenólicos, caracterizados por una actividad antocianina y antioxidante relativamente alta que es superior a las manzanas, las naranjas y las fresas (Kayano y *et al.*, 2002.). Se puede utilizar para la preparación de mermeladas, jaleas, etc., pero para acomodar las grandes cantidades de fruta producidas durante los períodos de exceso, se requieren métodos alternativos para su utilización diversificada (Amerine y *et al.*, 1980). Con respecto a lo anterior el secado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para su conservación y también se han utilizado con el propósito de disminuir el peso y el volumen de los mismos, lo que resulta en ahorros en costos de envase y transporte, requerimientos mínimos de almacenamiento y además los costos de distribución se reducen (Desrosier, 1975). La deshidratación osmótica consiste en eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución hipertónica, sin dañar el alimento y afectar desfavorablemente su calidad (Rastogi y *et al.*, 2002). y que permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos como el secado por aire caliente; la deshidratación por flujo de aire caliente es una técnica en donde por medio

del calor se elimina el agua que contienen los alimentos mediante la evaporación, lo que impide el crecimiento de algunas bacterias que no pueden vivir en medios secos (Vega y Fito, 2005). Por lo anterior se optó como solución someter los frutos de ciruela a una deshidratación osmótica y aun secado por aire caliente como proceso complementario con el fin de poder mantener sus propiedades de color, capacidad antioxidante y contenido total fenólico.

MATERIALES Y METODOS:

Este estudio se realizó en los laboratorios de alimentos y bromatología de la Facultad de ciencias químicas, Campus Gómez Palacio. Se utilizó ciruela negra con madurez comercial adquirida en un centro comercial local.

Proceso de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente: se realizó la selección de los frutos los cuales se pesaron y posteriormente se procedió a hacer la caracterización de la fruta fresca en donde se midió el color, capacidad antioxidante y el contenido fenólico total, realizado lo anterior se cortó la fruta en trozos, para enseguida realizar una inmersión de los trozos de fruta en solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 2% por 24 horas. Posterior a esto se realizó la deshidratación osmótica de la fruta, utilizando 3 agentes osmodeshidratantes que fueron jarabes de sacarosa, fructosa y glucosa a una concentración de 70°Bx y a una temperatura de 60°C por un periodo de 24 horas, transcurrido dicho tiempo se realizó el secado con aire caliente de los trozos de fruta 2 ± 0.2 m/S a 60°C por 8 horas, luego de esto se obtuvo la ciruela deshidratada, por último se realizaron las mediciones de color contenido fenólico total y actividad antioxidante.

Extracción de antocianinas de ciruela fresca se usó la metodología según Arrazola y *et al.* (2014) y Heras y *et al.* (2013). se pesaron 5 g de cascara de ciruela. Se preparó una solución con 40 ml de etanol, 7.5 ml de agua y 2.5 ml de HCl 0.1 N. se calentó hasta 60°C y se agregó la muestra de cascara manteniéndola en agitación por 10 minutos. Se filtró la mezcla para la obtención del extracto.

Cuantificación de compuestos fenólicos en la ciruela negra: se utilizó la metodología según Singleton y *et al.* (1999). Para la curva de calibración pesaron 25 mg de ácido gálico, se disolvieron en un vaso de precipitado de 100 ml, posteriormente se colocó el ácido gálico disuelto en un matraz de aforación de 25 ml y aforo con agua destilada. Luego se tomó 1 ml de la solución de ácido gálico y se colocó en un matraz aforado de 10 ml, se aforó con agua (dilución 1:10). A continuación, se pesaron 5 g de carbonato de sodio, se disolvieron previamente en un vaso de precipitado 100 ml con agua (15 ml), luego se llevo a un baño ultrasónico hasta dilución. Finalmente, se aforaron con agua destilada en un matraz de 25 ml. A continuación, se midió 1 ml de Follin- Ciocalteu y se diluyó con 2 ml de agua destilada en un vial de 7 ml (ámbar). Para la determinación de fenoles en el extracto se midieron 100 μL del extracto y se colocaron en un vial ámbar, posteriormente se añadieron 250 μL de Folin 1 N, enseguida se dejó reposar por 3 minutos. Después se agregaron 1250 de Na_2CO_3 20% y finalmente se completó con agua destilada 2 ml (400 μL). Se dejó reposar por 30 min, después de este tiempo se lee absorbancia a 760 nm.

Capacidad antioxidante Se utilizó la metodología según Nenadis y *et al.* (2004). Se pesaron 2.5 mg de trolox, los cuales se disolvieron previamente con 5 ml de metanol en un vaso de precipitado (50 ml). Posteriormente se colocó el trolox disuelto en un matraz aforado de 10 ml y se aforó con metanol. Después se realizaron las diluciones de trolox para la curva estándar. Para la determinación de antioxidante en el extracto se pesaron 1.5 mg de DPPH. Se disolvieron previamente con 20.5 ml de metanol y se aforó a 25 ml con H_2O , se sónico posteriormente durante 5 minutos. Se midieron 200 μl de cada dilución, se colocaron en un vial ámbar y se adicionaron 2.4 ml de DPPH, por último se leyó absorbancia a 520 nm al minuto 0 y al 10.

Color

Para esta técnica se colocaron los trozos de ciruela fresca y de ciruela deshidratada sobre una superficie blanca para medir el color, con un Colorímetro Minolta CR-300, el cual previamente se calibro con un objetivo que el mismo aparato contiene para su previo uso, capturando la medida en L, a y b. La medición de color se da a través de un flash que el colorímetro marca sobre la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de la determinación de color en los trozos frescos de ciruela, así como de los ya deshidratados osmóticamente sometidos a los diferentes tratamientos (inmersión en sacarosa fructosa y glucosa) y al secado por aire caliente, se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Determinación de color de los trozos de ciruela frescos y deshidratados.

Tratamiento	Muestra	L	a	B
Ciruela Fresca	Pulpa	60.45	-0.695	21.395
	Cascara	30.10	24.01	-1.43
Sacarosa	Pulpa	39.81	13.48	17.09
	Cascara	27.04	8.83	-0.38
Fructosa	Pulpa	39.97	12.72	20.51
	Cascara	22.77	10.61	0.67
Glucosa	Pulpa	39.75	12.86	18.43
	Cascara	24.39	9.33	-0.27

Según se observa (Tabla 1), con respecto al efecto de la deshidratación sobre el color de los trozos de ciruela comparado con los trozos de la fruta fresca, los parámetros L, a y b disminuyen en los tres tratamientos de los diferentes agentes edulcorantes, sin embargo, no se muestra gran variación de los valores entre cada tratamiento. Los parámetros de color más visiblemente afectados son L y a, siendo más notoria la disminución de la luminosidad en la pulpa de la fruta. Para el parámetro a los valores de las mediciones en la pulpa aumentan, es decir, toman una tendencia hacia el color rojo, esto posiblemente debido a la absorción de los pigmentos de la cascara perdidos en la deshidratación osmótica y a la caramelización de los azúcares en el secado por aire caliente. En la Tabla 2, se muestran las transformaciones que se dieron en la concentración de meq de trolox en las muestras de ciruela. En los tres agentes edulcorantes la capacidad antioxidante se vio reducida a comparación del valor inicial que fue el de la ciruela fresca. El tratamiento de osmodeshidrtacion con sacarosa es el que presenta menor disminución de la capacidad antioxidante, es decir el proceso aplicado a la fruta no tuvo gran impacto en la perdida de estos compuestos durante la transferencia de sólidos.

Tabla 2. Medición de la capacidad antioxidante de los trozos de ciruela frescos y deshidratados.

Tratamiento	Meq de trolox/100g de muestra
Ciruela fresca	921.4213
Sacarosa	912.855
Fructosa	902.62
Glucosa	829.27

Para la cuantificación de compuestos fenólicos totales se elaboró previamente la curva de calibración (Figura 1), para determinar los compuestos fenólicos en el extracto.

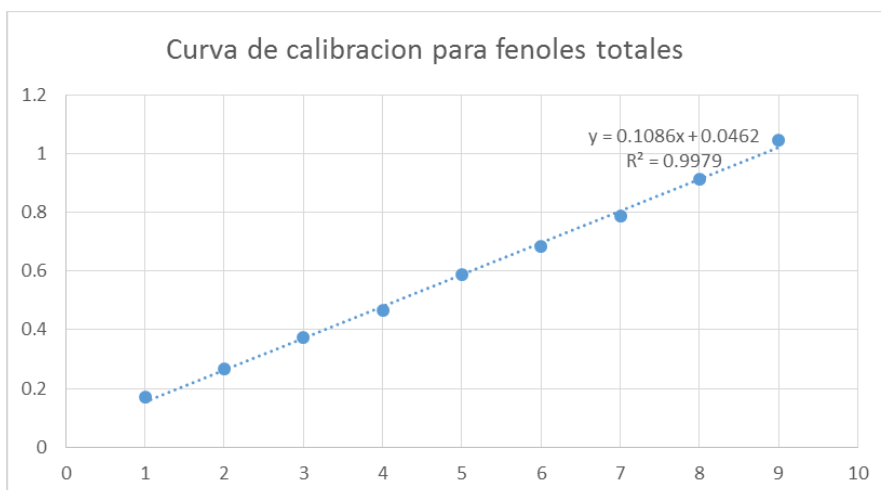


Figura 1. Curva de calibración para cuantificación de compuestos fenólicos totales.

Las variaciones en la concentración de compuestos fenólicos totales en las muestras de ciruela deshidratada en los tres agentes edulcorantes sacarosa, fructosa y glucosa, se expone en la Tabla 3.

Tabla 3. Cuantificación de compuestos fenólicos de los trozos de ciruela frescos y deshidratados.

Tratamiento	Meq de ácido gálico/100g de muestra
Ciruela fresca	3185.81
Sacarosa	2943.0
Fructosa	2265.0
Glucosa	2413.25

La concentración de compuestos fenólicos totales expresados en meq de ácido gálico disminuyó en los tres tratamientos, pero más notoriamente en las muestras de ciruela deshidratada en las soluciones de fructosa y glucosa. Nuevamente el jarabe de sacarosa es el que presenta la mayor capacidad de conservación de estos compuestos presentes en la fruta. Rosek y *et al.* (2008) mencionan que la impregnación de sacarosa durante la deshidratación osmótica reduce la degradación de los polifenoles durante el secado convectivo.

CONCLUSIONES

El agente osmodeshidratante que mejor comportamiento tuvo sobre las rodajas de ciruela negra en la preservación de los compuestos fitoquímicos fue la sacarosa. Un comportamiento similar fue observado sobre los parámetros del color triestímulo.

BIBLIOGRAFÍA

Jindal K K & Chandel J S, 2002, In: Handbook of Horticulture, ICAR, New Delhi.

Stacewicz-Sapuntzakis, M., Bowen, P.E., Hussain, E.A., Damayanti-Wood, B.I. & Farnsworth, N.R. (2001). Chemical composition and potential health effects of prunes: a functional food. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 41, 251–286.

Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S. & Akinci, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *J. Food Engin.*, 75, 508–514.

Kayano, S., Kikuzaki, H., Fukutsuka, N., Mitani, T. & Nakatani, N. (2002). Antioxidant activity of prune (*Prunus domestica* L.) constituents and a new synergist. *J. Agricult. Food Chem.*, 50, 3708–3712.

Amerine M A, Berg H W, Kunkee R E, Qugh C S, Singleton V L & Webb A D, *The Technology of Wine Making*, 4th edn. AVI Publishing Co, Inc. Westport, CT, 1980, p. 794.

Rastogi N., Raghavarao K., Niranjana K. & Knorr D., 2002, Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer, *Trends in Food Science and Technology*, 13, 48-59.

Vega, A. & Fito, P. 2005. Modelado de la cinética de secado del pimiento rojo (*Capsicum annum* L.) cv Lamuyo, *Revista Información Tecnológica*, 16(6).