

EFECTO DEL RIEGO Y ALMACENAMIENTO EN EL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN TUNA ROJA LISA

Introducción

La tuna se denomina tuna al fruto del género *Opuntia* (familia *Cactaceae*) y México es uno de los centros de origen y el principal productor de tuna a nivel mundial. En el Altiplano del territorio nacional se encuentran las principales áreas productoras de tuna, incluyendo Zacatecas (Flores *et al.*, 1995). Debido a su alto contenido de fibra y polifenoles, se le considera un alimento funcional. También se ha reportado que su consumo puede ayudar a reducir la glucosa sanguínea y los niveles de colesterol sérico (Stintzing *et al.*, 2001). Además de estas propiedades, también se le conoce por su uso medicinal, químico, industrial, ecológico, entre otros (Amaya-Robles, 2009; Hmamou *et al.*, 2012). En términos generales, la tuna se puede encontrar en una amplia gama de colores determinados por la presencia de pigmentos, como las betalainas (Stintzing *et al.*, 2005). Desde el punto de vista comercial, el precio de la tuna puede disminuir drásticamente por diversos factores, por lo cual, es importante considerar la necesidad de evaluar condiciones de riego y de almacenamiento poscosecha de los frutos para determinar no solamente su vida de anaquel, sino la posibilidad de utilizar estos tratamientos para la obtención de compuestos con potencial nutraceutico ante la necesidad de aumentar la rentabilidad de la tuna mediante productos agroindustriales de alto valor agregado. Es por ello que en este estudio se evaluó el efecto de suministro hídrico y tres condiciones de almacenamiento de los frutos de tuna de la variedad Roja Lisa en el contenido de fenoles totales.

Materiales y Métodos

Los frutos de tuna Roja Lisa fueron manejados agrónomicamente durante el año 2020 por el laboratorio de Fisiología Poscosecha del INIFAP Zacatecas. Se usó dos tratamientos de riego: temporal como testigo y riego suplementario. Una vez que las tunas llegaron al punto de maduración adecuada, se cosecharon seis frutos por cada una de las cuatro repeticiones para cada condición hídrica utilizada durante el manejo agronómico y de almacenamiento manejada en este estudio, los cuales fueron: temperatura ambiente (24 ± 1 °C y 37 ± 8 % de humedad relativa por 35 días) y cámara fría (refrigeración) (10 °C y 95 % de humedad relativa) durante 112 días. Se realizó la remoción de las espinas, cáscara y, posteriormente, se licuó la pulpa para separar las semillas y obtener el jugo de tuna, el cual fue envasado en viales estériles protegidos de la luz a -80 °C hasta su análisis. Posteriormente, se cuantificó espectrofotométricamente el contenido de fenoles totales en el jugo de las tunas como sigue: se tomó 100 μ L de jugo de tuna centrifugada para remover los sólidos. En un vial protegido de la luz, se adicionó 1 mL de acetona acidificada, se homogenizó y se incubó durante 24 horas a temperatura ambiente y con agitación. Posteriormente, se realizó la reacción para cuantificar el ácido gálico de acuerdo a lo descrito por Singleton *et al.*, 1999 y Dewanto *et al.*, 2002, y se determinaron las absorbancias a 765 nm. Los resultados se interpolaron a una curva de calibración y se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico por mL de muestra y se analizaron con el paquete estadístico JMP versión 10.1

Resultados

En el cuadro 1 se presenta el efecto del manejo del almacenamiento en diferentes condiciones sobre el contenido de fenoles totales (ácido gálico) en el jugo de tunas de la variedad Roja Lisa. Como puede observarse, después de conservar los frutos durante 112 días a una temperatura de refrigeración (10 °C y 95 % de humedad relativa), se presentó un mayor contenido de fenoles totales, seguido del almacenamiento a temperatura ambiente (24 ± 1 °C y 37 ± 8 % de humedad relativa por 35 días) y, por último, en las tunas recién cosechadas se presentó la menor cantidad de estos compuestos. Aunque de manera general, el contenido fenólico de tuna Roja Lisa es mayor con relación a cosechas anteriores (Cruz-Bravo *et al.*, 2019), esta tendencia respecto al almacenamiento es consistente a lo previamente reportado (Cruz-Bravo *et al.*, 2019).

El aumento de fenoles puede deberse al control en la pérdida de masa y a un bajo déficit en la presión de vapor del fruto a bajas temperaturas (Cruz-Bravo *et al.*, 2019), lo cual resulta benéfico si se busca incrementar el rendimiento en la extracción de estos compuestos nutraceuticos.

Cuadro 1. Efecto del almacenamiento en el contenido de fenoles totales en jugo de tuna.

Tratamiento	Fenoles totales
Recién cosechadas	$15.28 \pm 0.27b$
Temperatura ambiente	$14.05 \pm 0.27c$
Refrigeración	$16.37 \pm 0.27a$

Los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico por mL de jugo y se presentan como la media \pm el error estándar. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa entre tratamientos, prueba de Tukey, $\alpha = 0.05$.

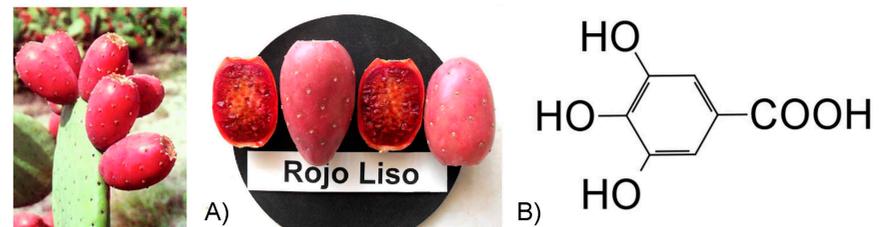


Figura 1. A) Tuna variedad Roja Lisa; B) estructura química del ácido gálico

Por otra parte, se determinó el contenido de fenoles totales en tunas provenientes del manejo hídrico del nopal bajo temporal y riego suplementario (Cuadro 2), donde puede observarse que no hubo una influencia de las condiciones hídricas del cultivo sobre estos compuestos, por lo que, en este caso, el gasto en riego puede ser innecesario para modificar el rendimiento de fenoles a partir del jugo de tuna.

Cuadro 2. Efecto del riego en el contenido de fenoles totales en jugo de tuna.

Tratamiento	Jugo (ml)
Temporal	$15.26 \pm 0.22a$
Riego	$15.20 \pm 0.22a$

Los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico por mL de jugo y se presentan como la media \pm el error estándar. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa entre tratamientos, prueba *t* de Student, $\alpha = 0.05$.

Conclusiones

Con base en los resultados que se muestran en el presente trabajo, se puede inferir que, a diferencia del suministro hídrico durante el cultivo de tuna Roja Lisa, las condiciones de almacenamiento sí tuvieron un efecto en el contenido de fenoles totales respecto a los frutos recién cosechados, siendo la refrigeración la que más favoreció el rendimiento o cantidad de estos compuestos antioxidantes en el jugo de tuna. Por lo tanto, invertir en esta condición de almacenamiento en el manejo poscosecha de los frutos es importante para la obtención de extractos o productos nutraceuticos de alto valor agregado.

Referencias bibliográficas

- Amaya-Robles, J.E. 2009. El cultivo de tuna, *Opuntia ficus indica*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 2009, 18p.
- Cruz-Bravo, R.K.; Guzmán-Maldonado, S.H.; Araiza-Herrera, H.A.; Zegbe, J.A. Storage alters physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant capacity of cactus pear fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 2019, 150, 105–111.
- Dewanto, V.; Wu, X.; Adom, K.; and Lui, R. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50:3010-3014.
- Flores, V. C. A. y Gallegos, V. C. 1995. La producción de tuna en México. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. P. 174-178.
- Hmamou, D. Ben; Salghi, R.; Bazzi, L.H.; Hammouti, B.; Al-Deyab, S. S.; Bammou, L.; Bazzi, L.; Bouyanzer, A. 2012. Prickly Pear Seed Oil Extract: A Novel Green Inhibitor for Mild Steel Corrosion in 1 M HCl Solution. *International Journal of Electrochemical Science.* 7: 1303-1318.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods enzymol.* 299: 152-178.
- Stintzing, F.C.; Schieber, A.; Carle, R., Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *European Food Research and Technology.* 212(4): 396-407, 2001.
- Stintzing, F.C.; Herbach, K.M.; Moßhammer, M.R.; Carle, R.; Yi, W.E., Sellappan, S.; Akoh, C.C.; Bunch, R.; Felker, P., Color, betalain pattern and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* sp.) clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 53(2): 442-451, 2005.