

VALIDACIÓN DEL RIEGO SUPLEMENTARIO EN TUNA 'ROJA LISA' A NIVEL PARCELARIO: II CALIDAD Y VIDA POSTCOSECHA

Jorge A. Zegbe^{1*}, Valentín Melero-Meraz¹, Raquel K. Cruz-Bravo¹, Mayra Denise Herrera¹, Salvador H. Guzmán-Maldonado²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Ctra. Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, México.* Autor de correspondencia: zegbe.jorge@inifap.gob.mx

Introducción

El cultivo del nopal, para fruta, ha sido una alternativa comercial con impacto social en regiones áridas y semiáridas de México y del mundo (Ochoa & Barbera, 2017). Esta especie ha sido también manejada bajo condiciones de temporal principalmente, mientras que, bajo riego, se cultiva únicamente en algunos sitios de Israel (Nerd, Karady & Mizrahi, 1989), Chile (García & Nobel, 1992), Italia (Gugliuzza, Inglese & Farina, 2002), Jordania (Potgieter & D'Aquino, 2017), Marruecos (Potgieter & D'Aquino, 2017), Sudáfrica (Potgieter & D'Aquino, 2017) y México (Zegbe & Serna-Pérez, 2018). Así, el riego ha sido una opción para incrementar el rendimiento y tamaño de la tuna, pero en cuanto a calidad de la tuna, el riego ha producido resultados contradictorios (Mulas & D'hallewin, 1997; Gugliuzza et al., 2002; Arba, Falisse, Choukr-Allaha & Sindic, 2016). Además, poco se sabe de la influencia del riego en la calidad y vida de conservación de la tuna (Zegbe, Serna-Pérez & Mena-Covarrubias, 2015; Zegbe & Serna, 2018; Zegbe, 2020). Zegbe (2020) estudió la calidad y vida postcosecha de la tuna de cuatro variedades de *Opuntia* que estuvieron expuestas a riego comercial, riego suplementario y sin riego. La tuna 'Roja Lisa' bajo ambos sistemas de riego produjeron un incremento similar en la masa promedio y firmeza del fruto, pero la concentración de sólidos solubles totales fue menor en relación a la tuna producida bajo temporal. Estas respuestas se mantuvieron durante el almacenamiento a temperatura ambiente o en cuarto frío. Además, la fruta producida con riego suplementario, redujo la tasa de pérdida de masa de peso en ambos sistemas de almacenamiento. El objetivo de esta investigación fue validar la aplicación del riego suplementario en la calidad y vida de conservación de la tuna 'Roja Lisa' producida en una huerta comercial.

Materiales y métodos

El experimento se estableció el 3 de marzo de 2019 en una huerta comercial de tuna del cultivar 'Roja Lisa' (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) de 15 años de edad ubicada en el predio denominado "Las Cien Hectáreas" de la comunidad 'La Victoria', Pinos Zacatecas (22° 22' N, 101° 67' O, elevación 2,161 msnm). Las plantas están espaciadas a 5.6 m x 2.7 m entre hileras y plantas, respectivamente. Los tratamientos fueron: sin riego y riego suplementario o de auxilio. El ensayo se condujo en un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo dos plantas. Una sección de la huerta recibió tres riegos durante la época seca (abril-junio) con un sistema presurizado por goteo.

La demanda evapotranspirativa del cultivo se estimó con la ecuación:

$$ET_c = K_c \times ET_o;$$

donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo, K_c es el coeficiente de cultivo y ET_o es la evapotranspiración de referencia estimada por el método de Penman-Monteith (Zegbe & Serna-Pérez, 2012).

La información climatológica se obtuvo con sensores remotos (Adcon Telemetry System) ubicados a 600 m del sitio experimental. Las plantas fueron manejadas con el criterio del productor. La cosecha se inició el 26 de junio y terminó el 5 de agosto. La calidad de la fruta se registró en la cosecha y después de un periodo de almacenamiento a temperatura (24 ± 2 °C) y humedad relativa (40 ± 10 % HR) ambiente (TA) y en cuarto frío (CF) (7 ± 2 °C y 90 ± 4 % HR).

Las variables de respuesta fueron: la masa promedio del fruto, firmeza, concentración de sólidos solubles totales, concentración de la materia seca de la pulpa y la pérdida de masa del fruto, la cual se midió semanalmente durante el almacenamiento a TA y CF. La información se analizó con un modelo lineal completamente aleatorio (SAS, ver 9.3, 2002-2010: SAS Institute, Cary, NC, USA).

Resultados y discusión

En la cosecha, en comparación con las plantas sin riego (SR), aquellas bajo riego suplementario (RS) incrementaron la masa promedio de fruta (MPF) de la tuna, mientras que la firmeza del fruto (FF) fue declarada no significativa entre fruta SR y RS. En contraste, la concentración de sólidos solubles totales (CSST) y las concentraciones de materia seca en la pulpa (CMSP) fueron mayores en la tuna SR (Cuadro 1). Este resultado fue consistente cuando la fruta producida bajo RS o SR se mantuvo almacenada a temperatura ambiente por seis y nueve semanas o almacenada en cuarto frío por once semanas.

La FF se mantuvo alta en la tuna producida con RS almacenada por once semanas en cuarto frío, únicamente (Cuadro 1). La aplicación del RS puede explicar el incremento de la MPF (Zegbe & Serna-Pérez, 2018), mientras la tendencia a incrementar y mantener una FF alta puede atribuirse a cambios al nivel de la epidermis de la fruta (Zegbe et al., 2015). La disminución en la CSST y CMSP en frutas producidas en RS fue asociada a un fenómeno de dilución y a mayor competencia por asimilados entre puntos de demanda para ser utilizados en la elongación celular (Mulas & D'hallewin, 1997). Lo opuesto pudo ocurrir en la tuna SR.

Cuadro 1. Masa promedio de fruta (MPF), firmeza (FF), concentraciones de sólidos solubles total (CSST) y materia seca de la pulpa (CMSP) en función del riego suplementario y sin riego (temporal). Huerta comercial "Las Cien hectáreas", La Victoria, Pinos, Zacatecas, México, 2019.

Condición/Tratamiento de Riego	MPF (g)	FF (N)	CSST (°Brix)	CMSP (mg g ⁻¹ PF)
Cosecha				
Sin riego	114.2b	28.3a	13.9a	219.3a
Con riego	133.7a	32.5a	11.9b	210.4b
Diferencia mínima significativa	18.4	3.8	0.08	4.1
Significancia	0.04	0.08	0.001	0.000
Coeficiente de variación (%)	7.9	14.2	6.9	1.8
Temperatura ambiente (24 ± 2 °C + 40 ± 10 % humedad relativa)				
Sin riego	121.2b	23.1a	12.8a	187.1a
Con riego	143.4a	22.5a	11.0b	173.8b
Diferencia mínima significativa	15.6	3.8	0.7	5.3
Significancia	0.01	0.8	0.001	0.001
Coeficiente de variación (%)	11.0	18.5	6.6	3.1
Refrigeración (7 ± 2 °C + 90 ± 4 % humedad relativa)				
Sin riego	119.1b	29.9b	12.2a	191.7a
Con riego	161.9a	33.3a	11.4b	187.0a
Diferencia mínima significativa	19.9	2.6	0.7	12.5
Significancia	0.001	0.04	0.04	0.4
Coeficiente de variación (%)	11.4	13.1	5.8	5.5

Dentro de columnas, promedios seguidos de la misma letra, no difieren estadísticamente con base en la diferencia mínima significativa (DMS) de la prueba de Fisher con $p \leq 0.05$.

Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, la pérdida de masa del fruto (PMF) fue significativamente la más alta en la tuna producida en plantas SR y alcanzó el umbral de PMF (8%) a la sexta semana, mientras que aquella fruta producida con RS, hasta la novena semana, no había alcanzado dicho umbral (Figura 1A). La fruta producida SR o con RS almacenada en cuarto frío durante once semanas, mostró un comportamiento similar a la tuna acopiada a temperatura ambiente, donde la fruta producida con RS, tampoco alcanzó el umbral (8 %) de pérdida de masa establecido por Cantwell (1995) para tuna blanca (Figura 1B).

Claramente, el RS (como una alternativa de riego para el ahorro de agua) favoreció la vida de conservación de la tuna en ambos sistemas de almacenamiento, lo cual, pudo deberse a cambios positivos a nivel de la epidermis que limitaron PMF (Maguire et al., 1999), pero que, además, resulta en beneficio para la comercialización en fresco de este producto en mercados distantes nacionales e internacionales (Zegbe et al., 2015).

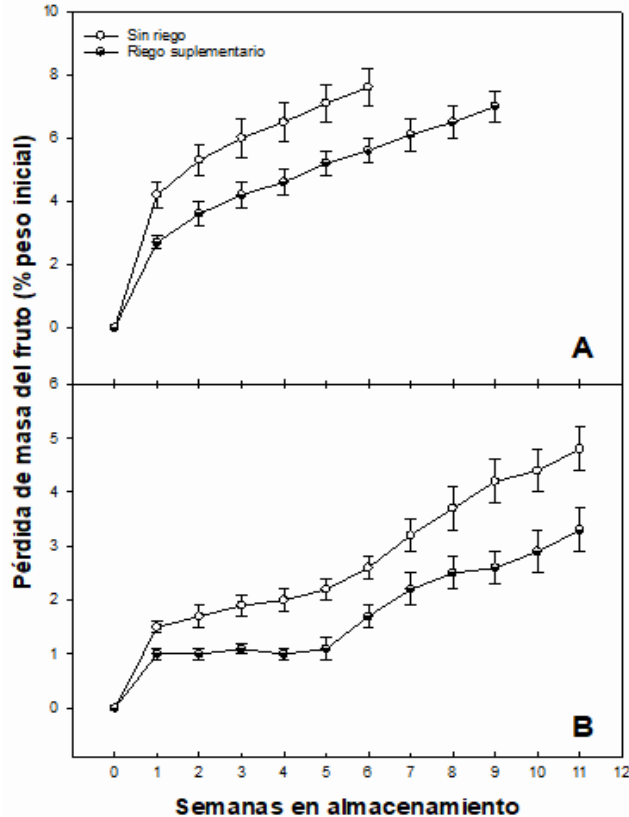


Figura 1. Cambios en la pérdida de peso de la tuna 'Roja Lisa' en almacenamiento a temperatura ambiente (A) y cuarto frío (B) cultivada sin y con riego. Las barras verticales indican intervalos de confianza con $p \leq 0.05$. Huerta comercial "Las Cien hectáreas", La Victoria, Pinos, Zacatecas, México, 2019 y Campo Experimental Zacatecas, 2019.

Conclusiones

El riego suplementario incrementó la masa promedio de la tuna, pero redujo las concentraciones de los sólidos soluble totales y de la materia seca de la pulpa. Este comportamiento se mantuvo durante el almacenamiento a temperatura ambiente o cuarto frío. La firmeza del fruto con RS se mantuvo alta durante el almacenamiento en cuarto frío, únicamente. La pérdida de la masa de la fruta con RS fue menor en ambas condiciones de almacenamiento. En conclusión, el riego suplementario tiene efectos positivos en algunos atributos de la calidad y vida postcosecha de la tuna, mismos que pueden ser utilizados por el productor para la comercialización del producto fresco en mercados distantes nacionales e internacionales.

Referencias

- Arba, M., A. Falisse, R. Choukr-Allaha & M. Sindic. (2016). Effect of irrigation on fruit yield and quality of cactus pear (*Opuntia* spp.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 583, 73-81.
- Cantwell, M. (1995). Post-harvest management of fruits and vegetable stems in P. Inglese, C. Mondragon and A. Nefzaoui (eds.), *Agro-Ecology, Cultivation, and uses of Cactus Pear* (pp. 120-136). FAO Plant Production and Protection.
- García de Cortázar, V., & Nobel, P. S. (1992). Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(4), 558-562.
- Gugliuzza, G., Inglese, P., & Farina, V. (2002). Relationship between fruit thinning and irrigation on determining fruit quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits. *Acta Horticulturae*, 581, 205-209.
- Maguire, K. M., Lang, A., Banks, N. H., Hall, A., Hopcroft, D., & Bennett, R. (1999). Relationship between water vapour permeance of apples and micro-cracking of the cuticle. *Postharvest Biology and Technology*, 17(2), 89-96.
- Mulas, M. and D'hallewin, G. (1997). Fruit quality of four cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivars as influenced by irrigation. *Acta Horticulturae*, 438, 115-122. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.438.14>
- Nerd, A., Karady, A., & Mizrahi, Y. (1989). Irrigation, fertilization, and polyethylene covers influence bud development in prickly pear. *HortScience*, 24(5), 773-775.
- Ochoa, M. J. & Barbera, G. (2017). Fruit production and postharvest management in P. Inglese, C. Mondragon and A. Nefzaoui (eds.), *Agro-Ecology, Cultivation, and uses of Cactus Pear* (pp. 1-11). FAO Plant Production and Protection.
- Potgieter, J. & S. D'Aquino. (2017). Fruit production and postharvest management in P. Inglese, C. Mondragon and A. Nefzaoui (eds.), *Agro-Ecology, Cultivation, and uses of Cactus Pear* (pp. 51-71). FAO Plant Production and Protection.
- Zegbe, J. A., & Serna-Pérez, A. (2012). Partial rootzone drying to save water while growing apples in a semi-arid region. *Irrigation and drainage*, 61(2), 251-259. <https://doi.org/10.1002/ird.635>
- Zegbe, J. A., Serna-Pérez, A., & Mena-Covarrubias, J. (2015). Irrigation enhances postharvest performance of 'Cristalina' cactus pea fruit. *Acta Horticulturae*, 1067, 417-422. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1067.57>
- Zegbe, J. A., & Serna-Pérez, A. (2018). Irrigation options to save water while enhancing export-size fruit and storability of 'Smooth Red' cactus pear. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(14), 5503-5508. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.9096>
- Zegbe, J. A. (2020). Quality and storability of cactus pear fruit as improved by supplemental irrigation. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 22. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v22i.21>