

RETRASO DE LA COSECHA EN NOPAL TUNERO cv. CRISTALINA

J. A. Zegbe¹; J. Mena-Covarrubias

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,
Campo Experimental Zacatecas, Apartado Postal Núm. 18,
Calera de V. R., Zacatecas. C. P. 98500 MÉXICO.
Correo-e: jzegbe@inifapzac.sagarpa.gob.mx (¹Autor responsable)

RESUMEN

El precio de la tuna se reduce significativamente durante agosto y septiembre en el Norte-Centro de México debido a que la cosecha se concentra principalmente en esos meses. El retraso de la cosecha es una alternativa para solucionar este problema y fue el objetivo de esta investigación. Se usaron árboles de nopal tunero del cv. Cristalina de cuatro años de edad. Los tratamientos fueron: 1) dejar el desarrollo normal del primer flujo vegetativo y reproductivo y se consideró como testigo, y 2) inducir un segundo flujo vegetativo y reproductivo. El segundo tratamiento retrasó la cosecha por 45 días, e incrementó el peso y la firmeza del fruto, pero el rendimiento se redujo en un 65 % comparado con el testigo. Después de cuatro semanas en almacenamiento, la firmeza y la concentración de materia fueron significativamente mayores en los frutos obtenidos fuera de temporada. No obstante la respuesta positiva del cv. Cristalina al retraso de la cosecha, se requieren estudios adicionales en diferentes ambientes y cultivares de nopal tunero con alto valor comercial.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Opuntia* spp, fenología del fruto, desbrote, rendimiento, calidad de fruto, postcosecha.

HARVEST DELAY IN CACTUS PEAR cv. CRISTALINA

ABSTRACT

Cactus pear fruit prices drop significantly during August and September in North-Central Mexico because harvest peak is concentrated on those months. Harvest delay is an option to alleviate this problem and it was the aim of the research conducted. Four-year-old cactus pear trees cv. Cristalina were used in this trial. The treatments were: 1) leaving the normal development of the first vegetative and reproductive flux, which was considered as control, and 2) inducing a second vegetative and reproductive flux. The second treatment set back the harvest by 45 days, increased weight and flesh firmness of fruit, but yield was reduced by 65 % compared with control. After four weeks in storage, flesh firmness and dry mass concentration were higher in out of season fruits. It is possible to delay the harvest period of the cv. Cristalina, however, additional research work is needed under different environments and other cactus pear cultivars with high commercial value.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Opuntia* spp, fruit phenology, reflowering, yield, fruit quality, postharvest.

INTRODUCCIÓN

El nopal tunero es de suma importancia como cultivo comercial para la reconversión productiva en la región semi-desértica del estado de Zacatecas. La superficie dedicada a este cultivo es de 16,900 hectáreas, de las cuales, 3.5 y 96.5 % son cultivadas bajo riego y en temporal respectivamente. El rendimiento medio se ubicó en 15.4 y 7 toneladas por hectáreas para riego y temporal, respectivamente, y el valor de la producción fue aproximadamente de 200 millones de pesos (SIAP 2007).

La estacionalidad de la cosecha es uno de los factores

limitantes en el precio de venta de la tuna en Zacatecas (Esparza *et al.*, 2004). La cosecha se concentra en los meses de agosto y septiembre, debido a que más del 70 % de la superficie ha sido establecida con los cultivares Burrón y Cristalina. Como el mayor volumen de la fruta se concentra en ese período, esto afecta negativamente en el precio de venta del producto (hasta por debajo del 50 %); y en una o dos semanas durante el mes de septiembre, el precio no cubre ni el costo de la cosecha. Para solucionar este problema, los productores han propuesto mover la cosecha fuera de la temporada normal y así sostener o incrementar el precio de venta.

Para mover la fecha de la cosecha se han buscado alternativas tales como producir tuna en nichos ecológicos con bajo riesgo de daños por heladas primaverales (Blanco *et al.*, 1997), prácticas agronómicas como el riego (Aguilar-Zamora, 2003) y el anillado parcial (Aguilar-Becerril, 2005) que permitan obtener fruta más temprano que las zonas productoras por excelencia. Otra alternativa ha sido el retraso de la época de cosecha, eliminando el primer flujo floral e induciendo un segundo evento con la aplicación de riego y fertilización en algunas regiones del Mediterráneo (Nerd *et al.*, 1991; Barbera *et al.*, 1991).

En México, se han hecho intentos por modificar la fecha de cosecha induciendo un segundo flujo de yemas florales en los cultivares Cristalina y Reyna. En ambos casos, se ha observado una fuerte tendencia a producir cladodios en lugar de frutos (Mondragón *et al.*, 1995; Fernández, 1997). La respuesta diferencial entre cultivares de nopal tunero hacia un segundo rebrote de yemas florales podría estar asociado no sólo a factores genéticos (Mondragón, 2001), sino también a la zona agro-climática, prácticas de riego y nutrición mineral (Fernández, 1997; Ibarra *et al.*, 1999; Vidal *et al.*, 2001; Aguilar, 2003). Sin embargo, esta práctica enfrenta el problema de que al inducir una nueva floración, los frutos en crecimiento o cercanos a la madurez sean dañados por heladas otoñales (Vidal *et al.*, 2001). Esta implica que la respuesta al rebrote de yemas florales, con los cultivares antes mencionados, podría ser mejorado en zonas con menor riesgo por bajas temperaturas, PERO también optimizando tanto la aplicación del riego como la nutrición mineral. El objetivo de este estudio fue desfasar la cosecha del nopal tunero cv. Cristalina con base en la eliminación del primer flujo vegetativo y reproductivo bajo mejores condiciones agro-climáticas de Zacatecas. Se postuló que esto podría ser logrado con base en los factores de clima, riego y nutrición mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y material genético

El estudio se condujo de abril a octubre del 2004 en un huerto comercial denominado 'Rancho La Tunera' ubicado en la comunidad de Santa Fe, Jerez, Zacatecas (22° 32' LN; 103° 03' LW), el cual se encuentra a 1,976 m. El sitio experimental tiene una temperatura media anual de 25.7 °C, y una precipitación anual promedio de 482 mm, de la cual el 62 % ocurre durante el verano. El suelo es del tipo franco arcilloso con 1.63 % de materia orgánica y pH 7.1. El lote experimental consistió en árboles de nopal cv. Cristalina de cuatro años de edad espaciados a 5 x 3 m y conducidos a centro abierto. Excepto por la fertilización, los árboles fueron manejados con prácticas comerciales de producción que incluyeron: poda de fructificación, riego por goteo, control de plagas, enfermedades y malezas. La carga de producción se ajustó con raleo de frutos cuates y la eliminación de una yema floral entre frutos antes del inicio

de la floración, la cual inició el 20 de abril. El primer riego se aplicó en la primera semana de marzo para estimular el desarrollo vegetativo y reproductivo en los árboles experimentales.

Tratamientos

El primer tratamiento consistió en dejar el desarrollo normal del primer flujo vegetativo y reproductivo, el cual se consideró como testigo. El segundo tratamiento fue inducir un segundo flujo vegetativo y reproductivo. Este último consistió en la eliminación total de los cladodios y yemas florales del año en curso antes de la antesis. Después de llevar a cabo el segundo tratamiento, los árboles fueron fertirrigados con la dosis de fertilizante 18, 18, 18 de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Posteriormente, los árboles se irrigaron en dos ocasiones más, con un intervalo de 20 días. La presencia temprana de lluvias redujo la aplicación de riegos. El experimento se condujo en un diseño completamente aleatorio donde los tratamientos se repitieron cuatro veces y un árbol constituyó la unidad experimental. Debido a que el experimento se condujo en un huerto comercial y a lo destructivo del segundo tratamiento, se calculó el número mínimo de repeticiones para obtener una significación entre tratamientos al 95 % (Petersen, 1994). Las varianzas usadas para el cálculo anterior se obtuvieron de experimentos previos (Zegbe *et al.*, 2006).

Variables de respuesta

Índice de rebrote y cosecha

Se observó la evolución de las yemas florales, el inicio de la floración, floración completa y término de la floración tanto en el primero como en el segundo flujo reproductivo. En este último, por árbol, se seleccionaron cuatro cladodios orientados a los puntos cardinales. En cada cladodio se registró el número de yemas florales que se eliminaron, las que rebrotaron y las que finalmente cuajaron fruto. Similarmente se registró el inicio y término de la cosecha. A la cosecha se evaluó el rendimiento por árbol y la fruta se clasificó por diámetros ecuatoriales: >7.0, 7.0-6.0, 5.9-5.0, 4.9-4.1, 4.0-3.5 cm, y la fruta dañada, todo por árbol.

Calidad del fruto

La calidad de fruto se evaluó a la cosecha y cuatro semanas después de almacenamiento a 20 ± 1 °C y 34 % de humedad relativa. Se usaron seis frutos por árbol, tres fueron usados para evaluar la calidad de la fruta a la cosecha y los otros tres frutos para evaluar la calidad después del almacenamiento.

Peso y firmeza del fruto

El peso individual de cada fruto se evaluó en una balanza analítica (Mettler PE11, Mettler Instrumente,

Greifensee-Zurich, Switzerland). Posteriormente en cada fruto, la firmeza se determinó en dos sitios opuestos de la parte media de cada fruto con un penetrómetro equipado con una puntal de 11.1 mm de diámetro (modelo FT 327, Wagner Instruments, Greenwich, CT, USA).

Concentración de sólidos solubles totales

De ambas perforaciones hechas con el penetrómetro, se tomaron algunas gotas de jugo, se mezclaron y la concentración de sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro digital con compensación de temperatura automática (modelo PR-32 α , Atago, CO., Ltd., Tokyo, Japan).

Peso de pulpa y cáscara

Una vez obtenida la concentración de sólidos solubles totales, cada fruto se separó en cáscara y pulpa para obtener su peso con la balanza analítica arriba descrita.

Materia seca del fruto

La concentración de materia seca del fruto se determinó tomando 25 g del mesocarpio fresco (excluyendo la epidermis) y se llevó a peso seco constante en estufa a 60 °C.

Análisis estadístico

La información fue analizada en un modelo lineal completamente aleatorio con el procedimiento GLM del sistema de análisis estadístico (SAS ver. 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA, 2003). Antes del análisis, las variables expresadas en porcentaje fueron transformadas a arco-seno. Los valores medios por tratamiento, de las variables transformadas, son indicadas después de su transformación. En la comparación de medias de tratamiento se utilizó la técnica estadística de la diferencia mínima significativa con un nivel de significación al 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de rebrote

La eliminación de yemas vegetativas y florales antes de la floración indujo un segundo rebrote abundante de yemas vegetativas y en menor proporción de yemas florales a los ocho días después de haber realizado esta actividad. La longitud de la segunda floración y la segunda cosecha fue menor en un 41 y 22 %, respectivamente, con relación a la primera floración (Figura 1). El porcentaje de rebrote de yemas florales fue de 54 %, pero a la cosecha se observó un cuajado de fruto del 20 %, similar al 16 y 24 % indicados por Nerd *et al.* (1991) y Mondragón *et al.* (1995), respectivamente.

La cosecha de la primera floración se inició la primera semana de agosto y terminó en la segunda de septiembre,

mientras que la cosecha de la segunda floración inició en la segunda semana de septiembre y terminó en la segunda de octubre (Figura 1). Aunque el porcentaje de frutos cosechados es cinco veces menor comparado con la cosecha normal, es posible incrementar el asentamiento de frutos, como en el caso de Inglesé (1995) quien logró un cuajado de fruto entre 30 y 50 %. Lo cual puede estar relacionado con la carga genética del cultivar y al manejo de dichos árboles (Nieddu *et al.*, 1997). Sin embargo, la falta de cuajado del fruto en este experimento, es indicativo de un aborto tanto de yemas florales como de frutos en desarrollo. Por otro lado, el raleo de fruta no fue necesario, pero sí la eliminación de algunos cladodios nuevos para reducir la competencia por carbohidratos entre éstos y las estructuras reproductivas.

Cosecha

Uno de los beneficios de producir fruta fuera de temporada es el incremento en el tamaño del fruto (Nerd *et al.*, 1991; Mulas, 1997). Esto fue el caso con el cv. Cristalina, ya que el peso de los frutos producidos fuera de temporada se incrementó en aproximadamente 27 %, en promedio, con relación a aquellos frutos producidos en la época regular (primer flujo floral). Por consiguiente, casi el 63 % del fruto se distribuyó entre diámetros ecuatoriales de 6.0, 7.0 cm y mayores que este último, mientras que aproximadamente el 63 % de la fruta de nopales testigo se ubicó en diámetros de 5.0 y 5.9 cm (Cuadro 1). La ganancia en peso de frutos producidos fuera de temporada pudo deberse a que los fotoasimilados disponibles fueron distribuidos en relativamente pocos puntos de demanda (frutos) (Wardlaw, 1990).

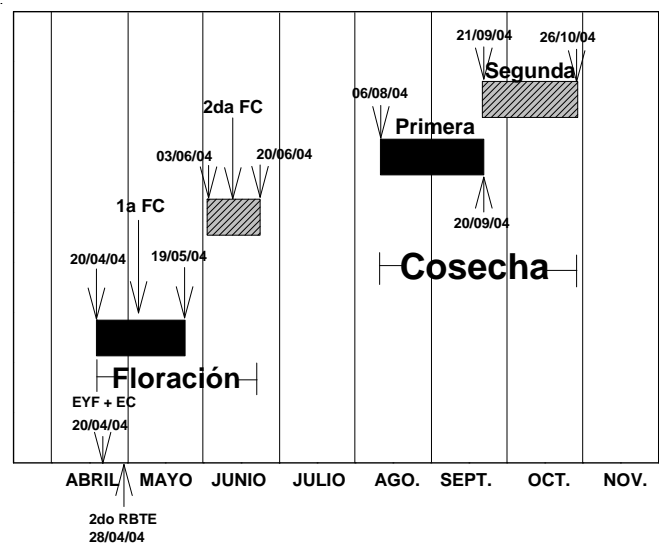


FIGURA 1. Efecto del desbrote de yemas en la época de cosecha de la tuna cv. Cristalina. FC: floración completa; EYF: eliminación de yemas florales; EC: eliminación de cladodios; RBTE: rebrote de yemas florales y vegetativas.

Aun cuando el segundo flujo de yemas florales incrementó el tamaño del fruto, el rendimiento se redujo aproximadamente 65.4 % (Cuadro 1). Quizá el tamaño de la fruta y algunos atributos de calidad compensen, en parte, la reducción en el rendimiento (Nerd *et al.*, 1991; Mizrahi y Nerd, 1999). En el caso de México, al final de la temporada de cosecha (octubre-noviembre) existe un repunte modesto en el precio (1.5 veces) del producto en el mercado nacional (Mondragón *et al.*, 1995). Mientras que el precio de fruta fresca fuera de temporada puede aumentar hasta 5.5 veces con relación a la época pico de producción.

Calidad del fruto a la cosecha

Fruta con alta firmeza es preferida por la industria del nopal tunero, ya que esto reduce el riesgo de daños al fruto durante la cosecha, el desespinado, el empaque y el transporte; además asegura mayor vida de anaquel. Esto fue el caso para la fruta producida en la segunda floración, ya que la firmeza tendió a incrementarse con relación a los frutos testigo (Cuadro 2). Sin embargo, el peso medio de la pulpa tendió a ser menor en frutos provenientes de la segunda floración que la pulpa de frutos testigo, y en consecuencia, el peso de la cáscara tendió a ser mayor en los frutos de la segunda floración que en los frutos testigo (Mulas, 1997; Nieddu *et al.*, 1997). Lo anterior indujo que la relación pulpa:cáscara fuera significativamente menor en los frutos de la segunda floración (Cuadro 2). Pero esto no se reflejó en los carbohidratos alojados en el fruto a la cosecha, ya que la concentración de sólidos solubles totales y el contenido de materia seca en el fruto fueron igual en ambos tratamientos (Cuadro 2). En otra investigación, el peso del

fruto, la relación pulpa:cáscara y los sólidos solubles totales fue estadísticamente igual entre frutos testigo y aquellos producidos fuera de temporada (Nerd *et al.*, 1991)

Calidad del fruto después de almacenamiento

Las prácticas de manejo del huerto, tales como el riego, fertilización, raleo, poda, etc. durante el desarrollo del fruto afectan la calidad del producto, no sólo en la cosecha (Kingston, 1991), sino también durante el almacenamiento y vida de anaquel del producto (Kilili *et al.*, 1996). Después de almacenar tunas por cuatro semanas a 20 °C y 34 % de humedad relativa, los frutos de la segunda floración continuaron siendo significativamente más firmes que los producidos en la primera floración (Cuadro 3). La relación pulpa:cáscara se mantuvo en proporción a la observada en la cosecha. La concentración de sólidos solubles totales fue igual en ambos frutos, pero la concentración de materia seca en el fruto fue en promedio mayor en los frutos de segunda floración (Cuadro 3). Lo anterior señala que las características físicas de los frutos de la segunda floración fueron mejoradas con relación a los frutos de la primera floración. Estas ventajas tienen impacto directo en la extensión de la vida del fruto en almacenamiento y vida de anaquel, y por lo tanto, representan ventajas competitivas para el productor de nopal tunero. Poca o nula atención se ha dado a la práctica de inducir una segunda floración y su efecto en el fruto en postcosecha.

La práctica de desbrote implica un incremento en el costo de producción, ya que se requieren 18.5 jornales por hectárea para realizarla. No obstante que existen beneficios en tamaño y calidad de la tuna fuera de temporada, se

CUADRO 1. Respuesta del nopal tunero cv. Cristalina al raleo del primer flujo de yemas florales sobre la distribución porcentual por diámetro del fruto, porcentaje de fruta dañada (PFD), peso medio del fruto (PMF) y rendimiento (Rto). Valores promedio de cuatro repeticiones.

Tratamiento	Distribución del tamaño del fruto (%)						PMF (g)	Rto (kg-árbol ⁻¹)
	Diámetro ecuatorial (cm)							
	>7.0	7.0-6.0	5.9-5.0	4.9-4.1	4.0-3.5	PFD		
1a. Floración	0.0 b ^z	24.8 b	62.5 a	12.3 a	0.1 a	0.3 a	138.8 b	48.3 a
2da. Floración	4.2 a	58.7 a	36.1 b	01.0 b	0.0 b	0.0 a	176.2 a	16.7 b
DMS	3.70	18.30	14.60	09.0	0.1	0.52	19.2	17.7

^zPromedios de tratamiento dentro de columnas con la misma letra no son diferentes a una $P \leq 0.05$ de acuerdo con la diferencia mínima significativa (DMS).

CUADRO 2. Respuesta del nopal tunero cv. Cristalina al raleo del primer flujo de yemas florales en la calidad del fruto a la cosecha. Newtons: N, concentración de sólidos solubles totales (CSST) y concentración de materia seca (CMS) con base en peso fresco (PF) del fruto. Valores promedio de 12 observaciones.

Tratamiento	Firmeza (N)	Peso (g)		Relación Pulpa/Cáscara	CSST (%)	CMS (mg-g ⁻¹ PF)
		Cáscara	Pulpa			
1a. Floración	40.3 a	81.6 a	106.9 a	1.3 a	10.6 a	177.6 a
2da. Floración	51.7 a	111.2 a	091.3 a	0.8 b	10.4 a	177.4 a
DMS	18.8	32.3	36.7	0.3	1.3	17.7

^zPromedios de tratamiento dentro de columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes a una $P \leq 0.05$ de acuerdo con la diferencia mínima significativa (DMS).

CUADRO 3. Respuesta del nopal tunero cv. Cristalina al raleo del primer flujo de yemas florales en la calidad del fruto de tuna cv. Cristalina después de cuatro semanas en almacenamiento a 20 °C y 34 % de humedad relativa. Newtons: N, concentración de sólidos solubles totales (CSST) y concentración de materia seca (CMS) en base a peso fresco (PF) del fruto. Valores promedio de 12 observaciones.

Tratamiento	Firmeza (N)	Peso (g)		Relación Pulpa/Cáscara	CSST (%)	CMS (mg·g ⁻¹ PF)
		Cáscara	Pulpa			
1a. Floración	29.3 b ^z	61.4 a	121.0 a	2.0 a	10.4 a	152.0 b
2da. Floración	35.6 a	82.5 a	111.7 a	1.4 b	10.0 a	169.0 a
DMS	04.7	33.7	45.1	0.27	00.8	5.5

^zPromedios de tratamiento dentro de columnas con la misma letra no son diferentes a una $P \leq 0.05$ de acuerdo con la diferencia mínima significativa (DMS).

requiere un análisis económico para determinar la factibilidad de implementar esta práctica a nivel comercial.

CONCLUSIONES

Es posible retrasar la época de cosecha en el cultivar Cristalina hasta por 45 días con ventajas comparativas en tamaño y firmeza del fruto a la cosecha y de la firmeza del fruto después de cuatro semanas en almacenamiento en comparación a los frutos de la primera floración. Sin embargo, el rendimiento por árbol se reduce significativamente. Esta práctica podría ser llevada a cabo en otros cultivares de tuna, pero, la carga genética de éstos, las condiciones de clima, el riego y la aplicación fertilizante son factores agronómicos que merecen ser evaluados en conjunto. Por consiguiente, se recomienda hacer más investigación al respecto para documentar y enriquecer esta tecnología.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la cooperación de los señores Miguel y Valentín Nava Félix del huerto 'Rancho La Tunera' de Santa Fe, Jerez, Zacatecas para la realización de este trabajo. También se agradece la invaluable ayuda en campo de los señores Manuel González Solís, Guadalupe de la Cruz Rodríguez, Salvador Rosas Gallegos y Miguel Juárez Aguilar. El financiamiento parcial para esta investigación fue otorgado por la Fundación Produce Zacatecas A.C. a través del proyecto 02/FPZ/2001.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-BECERRIL, G. 2005. Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica*, cv.) tlaconopal mediante anillado parcial. Revista Fitotecnia Mexicana 28(3): 295-298.
- AGUILAR-ZAMORA, A. A. 2003. Guía para la producción de nopal tunero en el Estado de México. Campo Experimental Valle de México-CIRCE-INIFAP. Folleto para Productores Núm. 19. 32 p.
- BARBERA, G.; CARIMI, F.; INGLESE, P. 1991. The reflowering of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller: influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. Advances in Horticultural Science 5: 77-80.
- BLANCO-MACÍAS, F.; GALLEGOS-VÁZQUEZ, C.; VALDEZ-CEPEDA, R. D. 1997. Diferencias entre variedades de nopal tunero creciendo en Jalpa, Zacatecas, México. Memorias del 7to. Congreso Nacional y 5to Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Monterrey, México. pp. 150-151.
- ESPARZA-FRAUSTO, G.; GALLEGOS-VÁZQUEZ, C.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, F. J. 2004. Producción forzada en nopal tunero, pp. 109-123. In: El nopal. Tópicos de Actualidad. ESPARZA-FRAUSTO, G.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; MÉNDEZ-GALLEGOS, S. J. (eds.). Universidad Autónoma Chapingo (Centro Regional Universitario Centro Norte) y Colegio de Postgraduados (Campus San Luis Potosí). Chapingo, Estado de México, México.
- FERNÁNDEZ-MONTES, M. R. 1997. Atraso de la época de cosecha del nopal tunero en el Norte de Guanajuato. Memorias del 7to. Congreso Nacional y 5to Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 146-147.
- IBARRA-MOLINA, J. F.; CRUZ-HERNÁNDEZ, P.; MÉNDEZ-GALLEGOS, S.; OLMOS-OROPEZA, G.; VIDAL-LEZAMA, E.; ASTEINZA-BILBAO, G. 1999. Forzamiento de la producción en dos cultivares de nopal tunero (*Opuntia* spp.) en el municipio de Pinos, Zacatecas. Memorias del 8vo. Congreso Nacional y 6to. Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. San Luis, Potosí, San Luis Potosí, México. pp. 60-61.
- INGLESE, P. 1995. Orchard planting and management, pp. 78-91. In: Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear. BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Production and Protection Paper 132. Roma, Italy.
- KILILI, A. W.; BEHBOUDIAN, M. H.; MILLS, T. M. 1996. Postharvest performance of 'Breaburn' apples in relation to withholding of irrigation at different stages of the growing season. Journal of Horticultural Science 71(5): 693-701.
- KINGSTON, C. M. 1991. Maturity indices for apple and pear. Horticultural Reviews 13: 407-432.
- MIZRAHI, Y.; NERD, A. 1999. Usage of various cactus species as fruit and vegetable crops in Israel. Memorias del 8vo. Congreso Nacional y 6to. Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. San Luis, Potosí, San Luis Potosí, México. pp. 240-254.
- MONDRAGÓN-JACOBO, C.; FERNÁNDEZ-MONTES, M. R.; ESTRADA-CHÁVEZ, J. 1995. Ampliación de la época de cosecha de la tuna. Memorias del 6to. Congreso Nacional y 4to Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Jalisco, México. pp. 259-265.
- MONDRAGÓN-JACOBO, C. 2001. Cactus pear domestication and breeding. Plant Breeding Reviews 20: 135-166.
- MULAS, M. 1997. Flower renewal time and fruit quality in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). Acta Horticulturae 438: 123-128.

- NERD, A.; KARADY, A.; MIZRAHI, Y. 1991. Out-of-season prickly pear: fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. *HortScience* 26(5): 527-529.
- NIEDDU, G.; DE PAU, L.; SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G. 1997. Chemical composition of fruit and seeds of cactus pears during early and late-induced crop ripening. *Acta Horticulturae* 438: 105-111.
- PETERSEN, R. G. 1994. *Agricultural Field Experiments. Design and Analysis*. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. 409 p.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. 2007. SIAP. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola (<http://www.siap.gob.mx>)
- VIDAL-LEZAMA, E.; AVILA-ONTIVEROS, R.; FLORES-A, V. C. 2001. Producción forzada de dos variedades de nopal tunero (*Opuntia* spp) en San Diego de la Unión, Guanajuato. Memorias del 9no. Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Morelos, México. pp. 191.
- WARDLAW, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. *New Phytologist* 116(3): 341-381.
- ZEGBE, J. A.; SERNA A.; MENA J.; BRAVO A. G.; ECHAVARRIA F. G. 2006. Cactus pear (*Opuntia* spp) responses to reduced irrigation. International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture. Adana-Turkey April 4-8. 10 pp.