

¿REMOVER LAS YEMAS REPRODUCTIVAS AFECTA LA ÉPOCA DE COSECHA DEL NOPAL TUNERO?

DOES REPRODUCTIVE BUD REMOVAL AFFECT HARVEST TIMING OF CACTUS PEAR?

Jorge A. Zegbe^{1*} y Jaime Mena Covarrubias¹

¹Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal No. 18. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México. Tel. (52) 478-9-85-01-98 Ext. 108, Fax: (52) 478 9-85-03-63.

* Autor para correspondencia (jzegbe@inifapzac.sagarpa.gob.mx)

RESUMEN

Producir fruta de nopal tunero (*Opuntia* spp) fuera de temporada es importante para alcanzar precios más altos. Este trabajo probó la hipótesis de que eliminar las yemas reproductivas podría retrasar o adelantar la maduración de la fruta de los cultivares 'Cristalina' y 'Rojo Liso'. Los tratamientos consistieron en eliminar las yemas reproductivas más desarrolladas, o bien las más jóvenes, más un testigo que consistió en permitir el desarrollo normal de las yemas reproductivas, excepto las yemas dobles que fueron eliminadas. La eliminación de las yemas reproductivas más desarrolladas o las más jóvenes ni atrasó ni adelantó la cosecha en ambos cultivares, por lo que esta estrategia no es útil para modificar el tiempo de la cosecha; pero la aplicación de estos tratamientos aumentó el tamaño del fruto y redujo el rendimiento en ambos cultivares, aunque no significativamente en 'Cristalina'. Así, con el raleo de yemas se logró producir fruto de mayor tamaño que en las plantas testigo, lo cual es importante para un mercado selecto nacional y de exportación.

Palabras clave: *Opuntia* spp, tamaño de fruto, rendimiento, raleo de frutos.

SUMMARY

To produce out-of-season cactus pear (*Opuntia* spp) fruit is important for obtaining higher sale prices. This work tested the hypothesis that eliminating reproductive buds might delay or advance fruit maturation of cultivars 'Cristalina' and 'Rojo Liso'. Treatments consisted in eliminating either the most developed or the youngest reproductive buds, plus control plots in which normal development of the current reproductive buds was allowed, but all twin buds which were thinned out regardless of their age. Elimination of the most developed or the youngest reproductive buds neither delayed nor advanced the harvest timing in both cultivars. Therefore, this thinning strategy is not useful for moving their harvest time, but it allowed to increase fruit size, although fruit yield become reduced in both cultivars (not significantly for 'Cristalina'). These treatments of bud thinning produced larger fruits compared to control plants, which it is important for a national and exportation select market.

Recibido: 15 de Enero del 2008.
Aceptado: 23 de Julio del 2008.

Index words: *Opuntia* spp, fruit size, yield, fruit thinning.

INTRODUCCIÓN

La producción de nopal tunero (*Opuntia* spp) es una actividad importante en la cadena agro-hortícola y socioeconómica en la región semiárida del Estado de Zacatecas, México. La superficie dedicada a este cultivo fue de 16 900 ha, de las cuales 3.5 y 96.5 % fueron cultivadas bajo riego y en temporal o secano, respectivamente, en 2006 (SIAP, 2007). El rendimiento promedio varía entre 7 y 15.4 t ha⁻¹ en temporal y riego, aunque existen productores con rendimientos superiores a 25 t ha⁻¹ bajo riego (Zegbe y Mena-Covarrubias, 2008). El valor de la producción fue aproximadamente de 201 millones de pesos en 2006 (SIAP, 2007).

La estacionalidad de la cosecha es uno de los factores que limita el precio de venta de la tuna en Zacatecas, no solamente porque se concentra en los meses de agosto y septiembre (Esparza *et al.*, 2004), sino además porque 70 % de la fruta que se cosecha se basa en los cultivares 'Burrona' y 'Cristalina', cuya pulpa es de color verde claro y contienen semillas grandes. El volumen de fruta comercializado en estos meses reduce el precio de la fruta en más de 50 %. Para solucionar este problema, los productores han propuesto modificar la fecha de maduración, extender el periodo de cosecha y, probablemente, incrementar el precio de venta.

La cosecha fuera de temporada en este ambiente se ha logrado a través de dos estrategias. La primera es adelantar la cosecha con riego y fertilización nitrogenada, principalmente. Con este manejo la maduración de los frutos se adelanta entre 25 y 30 d, y alcanza precios entre cuatro y ocho veces más altos que en la época normal (Aguilar, 2003; Zegbe y Mena-Covarrubias, 2008). Recientemente se indicó que el anillado parcial de la parte media del cladodio basal adelanta la cosecha hasta por 51 d en relación al testigo (Aguilar, 2005). La segunda estrategia consiste en retrasar la cosecha mediante la remoción total del primer flujo de yemas vegetativas y reproductivas, seguido de la aplicación de riego y fertilizante nitrogenado. Con esto se promueve un segundo flujo de ambas estructuras que implica un retraso de la cosecha hasta por 45 d con precios similares a los obtenidos con la técnica de adelanto de la cosecha (Nerd *et al.*, 1991; Zegbe y Mena-Covarrubias, 2008). Sin embargo, la escasez de agua para riego y la ocurrencia de heladas tardías son factores que limitan la aplicación de ambas propuestas.

Reiteradamente los productores han señalado que la eliminación antes de la anthesis de las yemas reproductivas más jóvenes o de las más desarrolladas podría adelantar o

retrasar, respectivamente, la cosecha de fruta. Esto no ha sido verificado experimentalmente en nopal tunero, pero en el durazno (*Prunus persica* L.) cv. 'Redhaven' se ha demostrado su factibilidad (Havis, 1962). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue probar la hipótesis de que eliminar las yemas reproductivas más jóvenes o las más desarrolladas podría adelantar o retrasar la cosecha de la fruta en nopal tunero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de abril a octubre del 2004, en el huerto comercial 'Rancho La Tunera' ubicado en la comunidad de Santa Fe, Jerez, Zacatecas (22° 32' LN, 103° 03' LO), 1976 msnm. El sitio experimental tiene una temperatura media anual de 25.7 °C y una precipitación anual de 482 mm de la cual 62 % ocurre en verano. El suelo es del tipo franco arcilloso, con 1.63 % de materia orgánica y pH 7.1. El lote experimental consistió en dos bloques de plantas de nopal cvs. 'Cristalina' y 'Rojo Liso', ambos de cuatro años de edad, espaciados a 5 x 3 m y conducidos a centro abierto. Excepto por el raleo de yemas reproductivas (florales), las plantas fueron manejadas con prácticas comerciales de producción, que incluyeron poda de fructificación, fertirrigación por goteo, control de plagas, enfermedades y maleza.

Las plantas de ambos cultivares fueron sometidas a tres tratamientos. El primero consistió en eliminar las yemas reproductivas más desarrolladas, con lo que se pretendió retrasar la cosecha; el segundo consistió en eliminar las yemas reproductivas más jóvenes, con lo que se trató de adelantar la cosecha (Figura 1). La aplicación de estos dos tratamientos se hizo una semana antes del inicio de antesis, la cual ocurrió el 20 de abril de 2004. El testigo consistió en permitir el desarrollo normal de las yemas reproductivas, con raleo de yemas dobles sin diferenciar la edad de estas yemas. El experimento se condujo en un diseño completamente aleatorio, donde los tratamientos se repitieron cuatro veces y una planta constituyó la unidad experimental. Debido a que el experimento se condujo en un huerto comercial y la naturaleza destructiva de los tratamientos, se calculó el número mínimo de repeticiones para obtener una significancia entre tratamientos con una confiabilidad de 95 % (Petersen, 1994). El retraso o adelanto de la cosecha se estudió a través de fechas de cosecha, que fueron cuatro para 'Rojo Liso' y siete para 'Cristalina'. En cada cosecha se registró el rendimiento por árbol y la fruta se clasificó por su diámetro ecuatorial como sigue: >7.0, 7.0-6.0, 5.9-5.0, 4.9-4.1, 4.0-3.5 cm.

La información fue analizada por fecha de cosecha en un modelo lineal completamente aleatorio con el procedi-

miento GLM del sistema de análisis estadístico (SAS Institute, 2003). Los pesos por categoría expresados en porcentaje fueron transformados a la función arcoseno antes de analizar la información y retransformados para su presentación (Fernández, 1992). La pérdida de una repetición en el cv 'Cristalina' obligó a que en la comparación de medias por tratamiento se utilizara la diferencia mínima significativa por Scheffé, mientras que el cv. 'Rojo Liso' se aplicó la prueba de Fisher, ambas con $P < 0.05$.

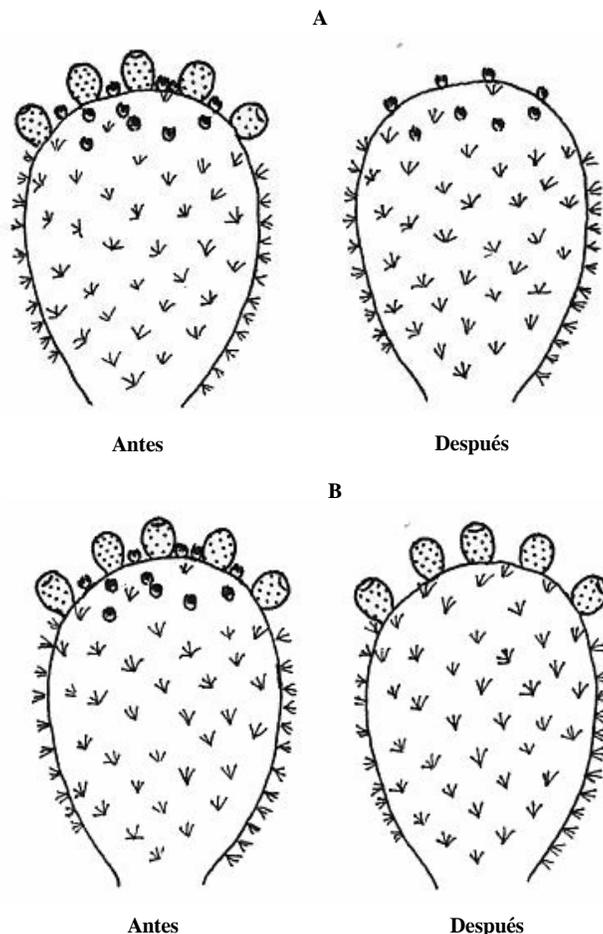


Figura 1. Representación de la eliminación de las yemas reproductivas más desarrolladas para retrasar la cosecha (A), y de la eliminación de las yemas reproductivas más jóvenes para adelantar la cosecha (B). Ambos tratamientos se aplicaron a los cvs. 'Cristalina' y 'Rojo Liso' de nopal tunero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de siete cortes, las plantas testigo de 'Cristalina' presentaron dos puntos máximos de maduración como resultado de la asincronía de las yemas reproductivas (Figura 2A). También se encontró que, en promedio, la eliminación de las yemas florales más desarrolladas no retrasó la cosecha en relación al testigo, y que el testigo produjo más ($P \leq 0.05$) rendimiento en la segunda

cosecha que el tratamiento de eliminación de yemas desarrolladas (Figura 2A). Pero la máxima cosecha de este último tratamiento coincidió con el segundo pico de maduración de frutos testigo; después el rendimiento disminuyó sostenidamente hasta el fin de la cosecha. Cuando se pretendió adelantar la cosecha, el proceso de maduración de la fruta semejó una curva de ‘campana’ (Figura 2A). La aplicación de los tratamientos a las yemas florales no acortó ni retrasó el periodo de desarrollo de fruto de este cultivar como se observó en durazno ‘Redhaven’ (Havis, 1962). Lo anterior señala la conveniencia de hacer estudios de fuente y demanda para entender los procesos metabólicos que activan la maduración en este frutal.

La respuesta de cv. ‘Rojo Liso’ a los tratamientos fue similar a la observada en ‘Cristalina’ (Figura 2B). Sin embargo, en ‘Rojo Liso’ la eliminación de las yemas reproductivas redujo ($P \leq 0.05$) el rendimiento en las cuatro fechas de cosecha de frutos (Figura 2B). Además, en la primera cosecha del cv. ‘Rojo Liso’ y en la segunda del cv. ‘Cristalina’, se registraron diferencias ($P \leq 0.05$) en el rendimiento, con repercusiones económicas entre el testigo y los tratamientos de retraso o adelanto. Por ejemplo, en el cv. ‘Cristalina’ los tratamientos de retraso y adelanto redujeron, al inicio de la temporada, el rendimiento y con ello la comercialización de 2.6 y 5.6 t ha⁻¹ con respecto al testigo (Figura 2A); lo mismo ocurrió en ‘Rojo Liso’ (Figura 2B). Es decir, la eliminación de las yemas florales para el atraso o adelanto no afectó las fechas de cosecha, y por tanto no se aceptó la hipótesis propuesta.

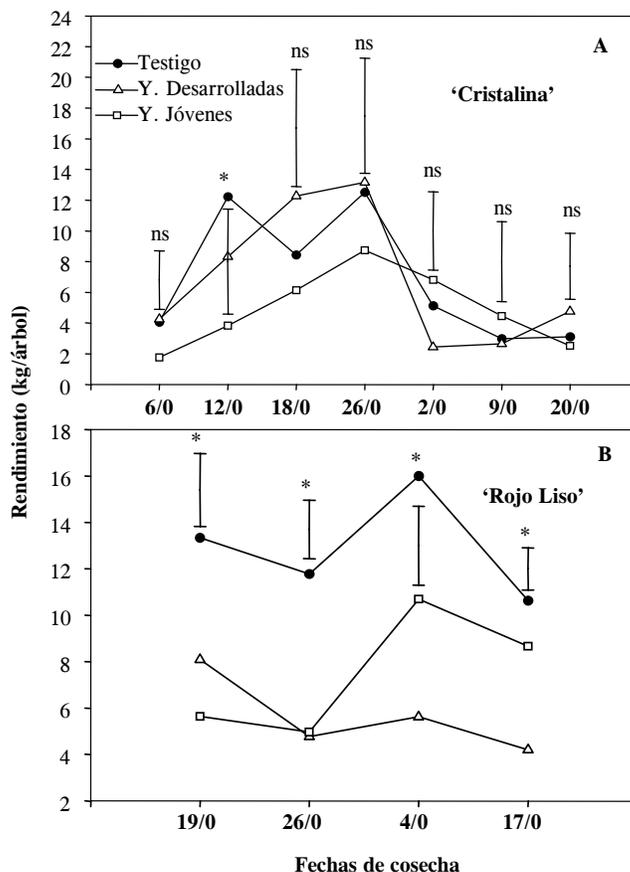


Figura 2. Fluctuación de la cosecha de nopal tunero como respuesta a la eliminación de yemas (Y) reproductivas más desarrolladas o más jóvenes para atrasar o adelantar la cosecha en nopal tunero. Las barras indican la diferencia mínima significativa por Scheffé (A) y Fisher (B). La significación o no significación ($P < 0.05$) se indica con asteriscos y ns, respectivamente.

Cuadro 1. Distribución porcentual del peso de fruto por categorías de diámetro ecuatorial de la fruta. Peso medio del fruto (PMF) y rendimiento comercial (RC) de tuna cv. ‘Cristalina’ en relación a raleo de yemas florales con enfoque al retraso o adelanto de la cosecha.

| Tratamiento | Diámetro ecuatorial (cm) | | | | PMF (g) | RC (kg/planta) |
|-------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| | >7.0 | 7.0-6.0 | 5.9-5.0 | 4.9-4.1 | | |
| Testigo | 0.0 a | 24.8 b | 62.5 a | 12.4 a | 138.8 b | 48.2 a |
| Retraso | 0.3 a | 47.0 a | 48.4 a | 3.8 a | 162.4 a | 47.5 a |
| Adelanto | 1.1 a | 46.6 a | 49.9 a | 2.0 a | 165.5 a | 33.0 a |

^aLetras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (Scheffé, 0.05).

Cuadro 2. Distribución porcentual del peso de fruto por categorías de diámetro ecuatorial de la fruta. Peso del fruto (PMF) y rendimiento comercial (RC) de tuna cv. ‘Rojo Liso’ en relación a raleo de yemas florales con enfoque al retraso o adelanto de la cosecha.

| Tratamiento | Diámetro ecuatorial (cm) | | | | PMF (g) | RC (kg/planta) |
|-------------|--------------------------|---------|---------|---------|----------|----------------|
| | >7.0 | 7.0-6.0 | 5.9-5.0 | 4.9-4.1 | | |
| Testigo | 5.2 b | 60.2 a | 32.9 a | 1.3 a | 107.6 b | 51.0 a |
| Retraso | 12.8 ab | 62.8 a | 23.9 a | 0.2 a | 117.6 ab | 22.6 b |
| Adelanto | 16.1 a | 62.6 a | 20.8 a | 0.2 a | 127.0 a | 29.9 b |

^aLetras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (Fisher, 0.05)

Como ocurre en la mayoría de árboles frutales de clima templado, el nopal tunero cuaja frutos en exceso. En este experimento la eliminación de las yemas florales actuó como un raleo de frutos, de modo que los carbohidratos disponibles en los cladodios debieron haber sido utilizados en la regulación del tamaño del fruto, como propuso DeJong (1999) en durazno. En ambos cultivares los tratamientos de retraso y adelanto incrementaron, en promedio, el porcentaje de frutos ≥ 6.0 cm de diámetro ecuatorial, en relación a las plantas testigo (Cuadro 1). Aun cuando no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento comercial, éste tendió a reducirse con la aplicación de ambos tratamientos, sobre todo con el de adelanto de maduración del fruto (Cuadro 1).

Resultados similares se observaron en el cv. 'Rojo Liso', pero el rendimiento promedio por planta se redujo ($P \leq 0.05$) con la aplicación de tratamientos (Cuadro 2). Otros investigadores han reportado que el raleo de fruto afecta negativamente el rendimiento de fruta, pero regularmente aumenta el tamaño del fruto, alcanza precios más altos y facilita su comercialización (DeJong, 1999; Miranda y Royo, 2002; Wilkins *et al.*, 2004). En ambos cultivares de nopal, la eliminación de estructuras reproductivas debió haber reducido la competencia por carbohidratos y mejorado la distribución de éstos entre los frutos retenidos (Cuadros 1 y 2), por lo que la remoción de las yemas florales más desarrolladas o más jóvenes pudiera usarse comercialmente en ambos cultivares para obtener frutos de mayor tamaño, los cuales regularmente son preferidos para exportación.

CONCLUSIONES

La eliminación de las yemas reproductivas más desarrolladas o de las menos desarrolladas no afectó la época de la cosecha en los cvs. de nopal tunero 'Rojo Liso' y 'Cristalina', por lo que esta alternativa no es recomendable para este fin. Sin embargo, tales tratamientos aumentaron el tamaño de los frutos, y los frutos grandes son preferidos en mercados internacionales.

AGRADECIMIENTOS

A los señores productores Miguel y Valentín Nava Félix del huerto 'Rancho La Tunera' de Santa Fe, Jerez, Zacatecas, así como a Manuel González Solís, Guadalupe de la Cruz Rodríguez, Salvador Rosas Gallegos y Miguel Juárez Aguilar, por su cooperación. Al Dr. Mario D. Amador Ramírez por la revisión del escrito. A la Fundación Produce Zacatecas A.C. (Núm. Ref.: 02/FPZ/2001) y al CONACYT (Núm. Ref.: 0007-2005-1_12448) por el financiamiento otorgado para este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar B G (2005)** Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica* cv. 'Tlaconopal') mediante anillado parcial. Rev. Fitotec. Mex. 28:295-298.
- Aguilar Z 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 No. 19. 32 p.
- DeJong T M (1999)** Developmental and environmental control of dry-matter partitioning in peach. HortScience 34:1037-1047.
- Esparza F G, C Gallegos V, F J Macías R (2004)** Producción forzada en nopal tunero. In: El Nopal. Tópicos de Actualidad. G Esparza F, R D Valdez C, S J Méndez G (eds). Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte y Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Chapingo, Estado de México. pp:109-123.
- Fernandez G C J (1992)** Residual analysis and data transformation: important tools in statistical analysis. HortScience 27:297-300.
- Havis A L (1962)** Effect of time of fruit thinning of Redhaven peach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:172-176.
- Miranda J C, J B Royo D (2002)** Fruit distribution and early thinning intensity influence fruit quality and productivity of peach and nectarine. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:892-900.
- Nerd A, A Karady, Y Mizrahi (1991)** Out-of-season prickly pear: fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. HortScience 26:527-529.
- Petersen R G (1994)** Agricultural Field Experiments. Design and Analysis. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. 409 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP (2007)** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola (<http://www.siap.gob.mx/>). (19 de Septiembre de 2007)
- SAS Institute (2003)** Statistical Analysis System, Software version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Wilkins B S, R C Ebel, W A Dossier, J Pitts, R Boozer (2004)** Tergitol TMN-6 for thinning peach blossoms. HortScience 39:1611-1613.
- Zegbe J A, J Mena-Covarrubias (2008)** Retraso de la cosecha en nopal tunero cv. 'Cristalina'. Rev. Chapingo S. Hort. 14:85-90.