

Retraso de la refluoración y fructificación de nopal tunero (*Opuntia ficus-indica* Miller) por remoción de flores y brotes vegetativos

Delay of reflowering and fructification of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* Miller) by removing flowers and vegetative buds

A.B. Sánchez-Urdaneta

Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, ZU4005, Venezuela

Resumen

Se evaluó el efecto de la remoción de flores y brotes vegetativos en la refluoración y fructificación en la variante de nopal (*Opuntia ficus-indica* Miller) Moradasa, en Tecamac, México. Bajo un arreglo factorial 3 x 2 de los tratamientos y cuatro repeticiones, se eliminaron 50, 75 y 100% de las flores en preantesis e inicios de anthesis y se mantuvo un brote vegetativo por cladodio o se eliminaron todos. La eliminación del 100% de las flores y brotes vegetativos, 100% y 50% de las flores y la permanencia de un brote vegetativo generaron la mayor brotación vegetativa (0,92 brotes cladodio⁻¹), 0,79 brotes cladodio⁻¹ y la mayor rebrotación (2,18 brotes cladodio⁻¹), respectivamente. Al eliminar 50 y 75% de las flores con o sin brotes vegetativos los frutos se cosecharon a los 133 y 128 d, respectivamente. La eliminación parcial o total de las flores y brotes vegetativos atrasó la cosecha 60 d, esto representa una ventaja competitiva para los productores, pues la fruta puede cosecharse para los meses de oferta baja.

Palabras clave: *Opuntia*, nopal, remoción, refluoración, fructificación.

Recibido el 6-7-2004 ● Aceptado el 15-9-2004

¹Autor para correspondencia correo electrónico: adrianabeatriz@cantv.net; usanchez@luz.edu.ve

Abstract

The elimination effect of flowers and vegetative buds in re-flowering and fructification were evaluated in the Moradasa variant of nopal (*Opuntia ficus-indica* Miller), in Tecamac, Mexico. A factorial arrangement 3 x 2 of treatments and four replications were used: a 50, 75 and 100% of flowers were eliminated in pre- and starting anthesis and a vegetative bud per cladode was maintained or all of them were eliminated. The elimination of 100% flowers and vegetative buds, 100% and 50% flowers and the maintaining of a vegetative bud induced the highest vegetative bud exposition (0.92 buds cladode⁻¹), 0.79 buds cladode⁻¹, and the highest exposition of new buds (2.18 buds cladode⁻¹), respectively. When eliminating 50 and 75% of flowers, with or without vegetative buds, fruits took 133 and 128 d for ripening. Removing flowers and vegetative buds caused a delayed of 60 d in the harvest, which is an advantage for the producers, since prickly pear can be sold when the offer is low.

Key words: *Opuntia*, nopal, removing, re-flowering, fructification.

Introducción

El nopal tunero (*Opuntia* spp.) es un recurso frutal de las zonas áridas y semiáridas de México, su cultivo ha desempeñado un papel importante en la agricultura de subsistencia de estas regiones (8). La comercialización de la tuna (fruto del nopal) puede ser un problema para los productores por la incertidumbre de la demanda y la oferta. Lo anterior es por la saturación temporal del mercado, ya que la tuna es una fruta de temporada muy definida y el período de madurez de las variantes que dominan el mercado se traslapa entre sí generando un exceso aparente de producción (6).

Áreas amplias de producción pueden requerir manejo del cultivo para desfasar la época de producción. En Italia, los productores efectúan rutinariamente el desbrote, para evitar la competencia con las frutas del verano, esta práctica consiste en eli-

minar las flores, brotes vegetativos y cladodios jóvenes (nopalitos) emitidos en la primavera, con esto fomentan la nueva floración dos meses más tarde (1, 3, 4 y 5). Sin desbrote no se genera una segunda brotación de cladodios (4, 5). En Israel, el riego y la fertilización tuvieron efecto sobre la producción temprana de tuna (8).

Los cladodios de un año producen numerosas flores y nuevos cladodios son producidos anualmente por cladodios de 2 años o mayores (9). Aunque es conocido que la eliminación total o parcial de brotes produce una floración nueva, se conoce poco respecto a la modificación del tamaño de la fuente y la demanda debida a este procedimiento. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta del nopal (*Opuntia ficus-indica* Miller) a la modificación del período de floración y fructificación por el desbrote.

Materiales y métodos

El experimento fue establecido en el Campo Experimental Tecamac del Colegio de Postgraduados, Tecamac, México. Se utilizaron plantas de 15 años de edad, de la variante Moradasa. Se utilizó un arreglo factorial 3 x 2 de los tratamientos (tres niveles de desbrotación de flores: 50, 75 y 100% del período regular de floración y dos niveles de desbrotación de brotes vegetativos por cladodio (mantener uno o eliminar todos los brotes vegetativos). Se utilizaron cuatro plantas por tratamiento (cuatro repeticiones/tratamiento⁻¹). Las flores

fueron eliminadas cuando se encontraban en preantesis e inicios de floración y los brotes vegetativos cuando habían alcanzado entre 20 y 40% de su tamaño final (10). Se evaluaron la brotación vegetativa y floral, el índice de refluoración, los días a inicio y finalización de la brotación vegetativa y reproductiva, los días a cosecha y los días de retraso de la cosecha. Además se calculó la fertilidad de los cladodios, relacionando el número de flores entre el número de cladodios fértiles (3).

Resultados y discusión

El porcentaje de cladodios fértiles y su fertilidad se redujo de 12 a 44% y de 32 a 69%, respectivamente, al comparar el primer y segundo flujo de producción entre los tratamientos con 50% y 100% de remoción de flores con uno y ningún brote vegetativo, respectivamente. La remoción más severa de las flores disminuyó la fertilidad del segundo flujo de refluoración en todos los tratamientos (cuadro 1). La producción por planta disminuyó más del 50% cuando fue removido 75% o más de las flores. Previamente se determinó que cladodios con 6 a 13 flores en la primavera presentaron el mayor rendimiento por planta y el mayor potencial de refluoración (4).

No se encontraron diferencias estadísticas en la brotación vegetativa por efecto de remoción de flores y brotes vegetativos. La mayor brotación vegetativa fue observada en el segun-

do flujo productivo al eliminar el 100% de las flores y todos los brotes vegetativos del primer flujo productivo (0,92 brotes cladodio⁻¹). Se ha señalado que el número de brotes vegetativos producidos después del desbrote fue entre 10 y 40% menor que el del flujo de primavera (4 y 5), además la producción de nuevos cladodios en el segundo flujo fue inhibido por la presencia de los brotes vegetativos no removidos del flujo de primavera (4).

Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,02$) para la brotación floral por efecto de la remoción de flores y brotes vegetativos. La mayor rebrotación (2,18 brotes cladodio⁻¹) se presentó con la remoción del 50% de las flores y la permanencia de un brote vegetativo, pero al remover el 100% de las flores y manteniendo un brote vegetativo la rebrotación fue sólo de

Cuadro 1. Fertilidad de nopal tunero (*Opuntia ficus-indica*), variante Moradasa, antes y después de la remoción de flores y brotes vegetativos.

Tratamiento	Cladodios fértiles del flujo de primavera (%)	Flores del flujo de primavera (Número)	Fertilidad del flujo de primavera*	Cladodios fértiles del segundo flujo (%)	Flores del segundo flujo (Número)	Fertilidad del segundo flujo*
T ₁	67,07 ^a	227 ^a	4,13 ^a	75,61 ^a	188 ^a	3,03 ^a
T ₂	80,00 ^a	220 ^a	3,24 ^a	70,59 ^a	132 ^{ab}	2,20 ^a
T ₃	74,67 ^a	186 ^a	3,32 ^a	66,67 ^a	149 ^{ab}	2,98 ^a
T ₄	77,46 ^a	256 ^a	4,65 ^a	69,01 ^a	75 ^{ab}	1,53 ^{ab}
T ₅	89,66 ^a	264 ^a	5,08 ^a	50,00 ^a	46 ^b	1,59 ^{ab}
T ₆	77,91 ^a	259 ^a	3,87 ^a	53,49 ^a	68 ^b	1,48 ^b

Letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas con la prueba de Tukey, $P < 0,05$. (*) Número de flores por cladodios fértiles. T1= remoción de 50% de flores sin brote vegetativo; T2= remoción de 50% de flores con un brote vegetativo; T3= remoción de 75% de flores sin brote vegetativo; T4= remoción de 75% de flores con un brote vegetativo; T5= remoción de 100% de flores sin brote vegetativo; T6= remoción de 100% de flores con un brote vegetativo.

0,79 brotes cladodio⁻¹. La presencia de un brote vegetativo del flujo de primavera no inhibió la iniciación de la floración en el segundo flujo; no obstante, la remoción del 100% de las flores disminuyó el potencial de rebrotación, la planta modificó su capacidad de recuperación y diferenciación de yemas reproductivas (cuadro 2).

El índice de refluoración (IF) definido por la relación entre el número de flores del segundo flujo (FII) con el número de flores del primer flujo (IF; FII/FI), presentó diferencias estadísticas ($P < 0,0075$). El índice de refluoración disminuyó significativamente de 0,83 con la remoción del 50% de las flores y los brotes vegetativos, a 0,17 con la remoción del 100% de las flores y los brotes vegetativos. Dicho índice disminuyó a medida que el desbrote de flores fue más severo, pero la tendencia contraria fue observada cuando se dejó un brote vegetativo (cuadro 2). Se ha señalado que los cladodios jóvenes en desarrollo compitieron con los frutos, producto de su tasa alta de crecimiento (3 y 4). También se ha documentado que estos pueden ser fuente de carbohidratos en etapas tempranas de su desarrollo (6), lo cual coincide con el período de desarrollo de las flores o con las etapas tempranas del período de desarrollo del fruto. Esto podría explicar el hecho de que el índice de refluoración para los tratamientos donde se dejó un brote vegetativo tendió a ser ligeramente mayor.

En promedio la brotación vegetativa inició 25 días después del desbrote (DDD) y culminó 27 DDD, sin diferencias estadísticas. Esto con-

firmó lo que fue documentado previamente, que la brotación inicia y culmina sólo algunas semanas después del desbrote (1, 3, 4 y 5). Tampoco se encontraron diferencias estadísticas para el inicio y finalización de la brotación reproductiva por efecto del desbrote. La rebrotación se inició en promedio 27 DDD y requirió aproximadamente 5d para culminar. En Italia, el desbrote de flores y cladodios promovió la emergencia de las yemas florales dos semanas después de la remoción del flujo de primavera (1).

Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,02$) en los días a cosecha. Al eliminar el 75% de las flores con o sin brotes vegetativos, la cosecha se llevó a cabo a los 128 DDD; con la remoción del 50% de las flores con o sin brotes vegetativos se requirió de 133 d para la cosecha (cuadro 2). Esto sugirió, que el período para la fructificación de la variante Moradasa fue corto, el fruto alcanzó su desarrollo en un período de 120 a 140 d (10). Se ha señalado que la madurez de los frutos de las variantes Gialla, Rossa y Bianca ocurrió entre 80 y 90 días desde que inició la floración hasta que llegaron a la madurez de cosecha, además el período entre la exposición de la yema floral y el crecimiento del fruto (madurez del fruto) requirió de 120 a 130 d (1).

La cosecha en la variante Moradasa se retrasó en promedio para todos los tratamientos 60 d, esto significa que los frutos maduraron dos meses después del período regular de cosecha, lo cual representa una ventaja competitiva para los productores, ya que podrían ofrecer el producto al

Cuadro 2. Retraso de la floración y fructificación de nopal tunero (*Opuntia ficus-indica*) variante Moradasa, por la remoción de flores y brotes vegetativos.

Tratamiento	Brotes vegetativos/cladodio	Rebrotación floral	Índice de refluoración	Días a cosecha	Días de atraso de la cosecha
T ₁	0,81 ^a	2,11 ^a	0,83 ^a	60 ^a	133 ^a
T ₂	0,79 ^a	2,18 ^a	0,60 ^b	61 ^a	132 ^a
T ₃	0,81 ^a	1,11 ^b	0,80 ^a	60 ^a	129 ^b
T ₄	0,85 ^a	1,43 ^b	0,29 ^c	62 ^a	128 ^b
T ₅	0,92 ^a	0,86 ^c	0,17 ^c	62 ^a	131 ^a
T ₆	0,89 ^a	0,79 ^c	0,26 ^c	57 ^a	130 ^a

Letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas con la prueba de Tukey, $P < 0,05$. (*). Número de flores por cladodios fértiles. T1= remoción de 50% de flores sin brote vegetativo; T2= remoción de 50% de flores con un brote vegetativo; T3= remoción de 75% de flores sin brote vegetativo; T4= remoción de 75% de flores con un brote vegetativo; T5= remoción de 100% de flores sin brote vegetativo; T6= remoción de 100% de flores con un brote vegetativo.

mercado cuando no hay fruta disponible.

Las plantas no tratadas y que iniciaron el proceso de diferenciación floral entre finales de enero y principios de febrero, la cosecha fue realizada a finales de julio y principios de agosto; mientras que, los frutos obtenidos después de la remoción y que iniciaron el proceso de diferenciación floral entre finales de abril y principios de mayo, fueron cosechados en octubre. En la variante Cristalina se obtuvo un retraso en la cosecha de los frutos de 31 a 42 d respecto a las plantas testigo por efecto de la remoción (2 y 7). Cuando se realizó la remoción de

yemas reproductoras en preantesis y vegetativas, en condiciones de secano, fue atrasada la cosecha hasta la tercera semana de octubre; sin embargo, las plantas en las que se aplicó únicamente la remoción de yemas florales la cosecha se obtuvo la segunda semana de octubre. Por otra parte, en plantas desbrotadas y mantenidas con riego, la cosecha fue realizada la primera semana de octubre (2 y 7). En la variante Burróna la cosecha fue atrasada 40 d, respecto a su testigo, por efecto de la remoción, los frutos cosechados en época tardía alcanzaron un desarrollo y tamaño adecuados, además llegaron a su madurez comercial (7).

Conclusiones

La remoción de yemas florales del flujo de primavera reduce el índice de refluoración del segundo flujo. Sin embargo, con la eliminación de 50% de las flores y la permanencia de un brote vegetativo se reactiva la rebrotación. El atraso de la cosecha

aproximadamente 60 días puede significar una ventaja económica para los productores, pues la fruta estaría disponible en octubre, cuando ha disminuido la oferta en el mercado y tendría mejor precio de venta.

Literatura citada

1. Barbera, G., F. Carmini y P. Inglese. 1991. The reflowering of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. Adv. Hort. Sci. 5:77-80.
2. Ibarra M., J.F., P. Cruz, S. Méndez, G. Olmos, E. Vidal y Y.G. Asteinza. 1999. Forzamiento de la producción en dos cultivares de nopal tunero (*Opuntia* spp.) en el Municipio de Pinos, Zacatecas. Aguirre Rivera J.R. y Reyes Agüero J.A. (Ed.). VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 60-61 p.
3. Inglese, P., G. Barbera y F. Carimi. 1994. The effect of different amounts of cladode removal on reflowering of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. of Hort. Sci. 69:61-65.
4. Inglese, P., G. Barbera y T. La Mantia. 1997. Competitive growth of fruits and cladodes of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. and thermal time requirement. Acta Hort. 438:29-36.

5. Inglese, P., G. Barbera y T. La Mantia. 1999. Seasonal reproductive and vegetative growth patterns and resource allocation during cactus pear fruit growth. *HortScience* 34:69-72.
6. Luo, Y. y P. Nobel. 1993. Growth characteristics of newly initiated cladodes of *Opuntia ficus-indica* as affected by shading, drought and elevated CO₂. *Physiol. Plant.* 87:467-474.
7. Mondragón, J., M. Fernández y J. Estrada. 1995. Ampliación de la época de cosecha en tuna. Pimienta-Barrios, E., C. Neri-Luna, A. Muñoz-Urías y F. Huerta-Martínez (Comp.). Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Memorias del 6° Congreso Nacional y 4° Congreso Internacional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 259-265 p.
8. Nerd, A., A. Karady y Y. Misrahi. 1991. Out-of-season prickly pear: fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. *HortScience* 26:527-529.
9. Nobel, P.S., E. Pimienta-Barrios, J.Z. Hernández y B.C. Ramírez-Hernández. 2002. Historical aspects and net CO₂ uptake for cultivated crassulacean acid metabolism plants in México. *Ann. Applied Biol.* 140:133-142.
10. Pimienta B., E. 1990. El nopal tunero. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México. Ed. CECSA. 246 p.