

CAMBIOS ESTACIONALES DE NUTRIMENTOS EN HOJAS Y CAÍDA DE FRUTA EN DURAZNO 'CRIOLLO' DE ZACATECAS, MÉXICO

SEASONAL CHANGES OF NUTRIMENTS IN LEAVES AND FRUIT DROP OF 'CRIOLLO' PEACH IN ZACATECAS, MEXICO

Jorge A. Zegbe Domínguez

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Apdo. Postal 18, C.P. 98500 Calera de V. R., Zac., México, Tel.: 01 (478) 985-0198; Fax : 01 (478)985-0363; Correo electrónico: jzegbe@inifapzac.sagarpa.gob.mx

RESUMEN

La caída de fruto es una constante preocupación entre los productores de durazno criollo (*Prunus persica* L. Batsch), y no ha sido evaluada en las distintas regiones productoras en Zacatecas, México. Se estudió la caída de fruto y su relación con el estado nutricional de árboles de durazno criollo en huertos con diferente programa de riego, tipo de suelo, densidad de plantación y poda. El experimento se condujo en dos ciclos consecutivos 1997-1998 y 1998-1999, en tres huertos comerciales, en el Campo Experimental de Zacatecas, Mesa de Fuentes y en San José de Félix. Diez árboles de 8 a 10 años de edad fueron elegidos al azar y en cada uno se marcaron cuatro ramas mixtas con longitud y número de frutos similar. El porcentaje de fruto caídos se evaluó a los 65, 113, 147, 166 y 181 d después de floración completa. Al mismo tiempo se midió la concentración foliar estacional de los macro y micronutrientes, así como el crecimiento vegetativo y reproductivo de los árboles. En 1998 la caída y cuajado de frutos fue estadísticamente igual entre los huertos. No se encontró relación significativa entre la caída de fruto y las concentraciones foliares de nitrógeno, boro y calcio. La temperatura del aire postletargo, en términos de unidades calor, explicó 56 % de la caída del fruto. En promedio se registró un cuajado de fruto de 36 %, el cual se considera suficiente para un rendimiento comercial.

Palabras clave: *Prunus persica* L. Batsch, cuajado de fruto, crecimiento del fruto, nutrientes.

SUMMARY

Fruit drop is a constant concern among criollo peach (*Prunus persica* L. Batsch) growers, and it has not been evaluated at the main growing areas in Zacatecas, México. The relationship between fruit drop and nutritional status of native peach trees with different irrigation program, soil type, planting densities, and pruning program was

studied. The experiment was conducted over two consecutive growing seasons 1997-1998 and 1998-1999, in three commercial orchards: Campo Experimental Zacatecas, Mesa de Fuentes, and San José de Félix. Ten 8 to 10-year-old trees were randomly selected and four fruiting shoots of similar length and fruit number were tagged around the canopy of each tree. Percent of fruit drop was recorded on 65, 113, 147, 166, and 181 d after full bloom. At the same time, foliar concentration of macro and micronutrients and vegetative and reproductive growth of each tree, were recorded. In 1998 fruit drop and fruit set did not differ among orchards and there was no correlation between fruit drop and foliar concentration of nitrogen, boron, and calcium. Air temperature after endodormancy, in terms of growing degree days, explained 56 % of fruit drop. On the average, a 36 % of fruit set was registered, which can be considered sufficient for a commercial yield.

Index words: *Prunus persica* L. Batsch, fruit set, fruit growth, nutrients.

INTRODUCCIÓN

Un problema que enfrentan los productores de frutales es la caída de fruto y muchas de las prácticas de cultivo en el huerto están dirigidas a minimizar este fenómeno (Schupp y Greene, 2004), el cual también ocurre en las distintas regiones productoras de durazno criollo (*Prunus persica* L. Batsch) en Zacatecas (Rincón *et al.*, 2004), pero no ha sido evaluado. El durazno tiende a cuajar más frutos de los que comercialmente conviene producir (Blanco *et al.*, 1995). Por consiguiente, el aclareo de fruta es una práctica obligada para favorecer el tamaño de fruto y la estructura del árbol (Marini, 2003). De acuerdo con Myers y Okie (1986) y Myers *et al.* (1993), entre 10 y 36 % del cuajado de fruto asegura un rendimiento comercial.

En un año sin heladas primaverales se espera que la caída del fruto sea cerca del 64 %, valor que puede cambiar con la variedad (Myers y Okie, 1986). De manera natural existen tres épocas de caída de fruto durante su desarrollo, y la más dramática se observa entre mayo y junio (Myers *et al.*, 1993). La caída o la falta de cuajado del fruto puede ser inducida por factores genéticos (Myers y Okie, 1986), temperaturas inadecuadas durante o después del endoletargo (Cronjé *et al.*, 2004), déficit hídrico durante alguna de las etapas fenológicas del árbol (Girona *et al.*, 2003), deficiencia de nitrógeno (N) y boro (B) (Faust, 1989), entre otros.

En esta región productora de durazno criollo se ha postulado que la caída de fruta, y por ende el bajo rendimiento, podría estar asociada con alguna deficiencia nutricional (Rincón *et al.*, 2004). Por ello en esta investigación se evaluó la caída de fruto de durazno criollo y su relación con la concentración foliar de N, B y calcio en diferentes estadios fenológicos del árbol, en tres localidades con diferentes regímenes hídricos, tipos de suelo, densidades de

plantación y poda de los árboles. Aquí se postula que si el déficit hídrico no restringe la translocación del N y B en fruto recién cuajados, entonces otros factores tales como la temperatura durante y después de endoletrago (Meyers y Okie, 1986) o una deficiencia hídrica severa (Girona *et al.*, 2003) o una combinación de ambos, podrían acentuar la caída de fruto. Es por ello que la temperatura del aire y el contenido del agua en el suelo fueron registrados durante el experimento. También fue de interés observar el crecimiento vegetativo y el reproductivo, ya que la práctica de despunte de la rama mixta normalmente no se lleva a cabo en huertos comerciales, lo que podría intensificar la dominancia apical e inhibir el desarrollo de yemas florales y vegetativas (Cronjé *et al.*, 2004) y, en consecuencia, reducir el cuajado de frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de abril a septiembre de 1998 y 1999, en tres huertos del estado de Zacatecas. Los huertos elegidos fueron: el Campo Experimental Zacatecas (22° 54' LN 102° 39' LW; 2197 msnm y 338 mm de lluvia), y dos huertos comerciales con productores cooperantes, uno en la comunidad de Mesa de Fuentes (23° 01' LN 102° 52' LW; 2402 msnm y 449 mm de lluvia) y otro en San José de Félix (23° 43' LN 103° 44' LW; 2327 msnm y 245 mm de lluvia) en los municipios de Calera de V. R., Fresnillo y Sombrerete del estado de Zacatecas, respectivamente. En lo sucesivo estos huertos se denominarán huerto 1, 2 y 3, respectivamente. Las regiones donde se ubicaron los huertos tienen un potencial de producción promedio de 20, 5 y 2 t ha⁻¹, los cuales son considerados como bueno, regular y malo, respectivamente.

En cada huerto se tomaron cinco muestras de suelo a una profundidad de 0-40 cm para la determinación de sus características físico-químicas. En el huerto 1 el suelo es de textura franca y pH de 7.7; el del huerto 2 es de textura migajón-arcillosa y pH de 5.6; y el del huerto 3 es de textura migajón-arenosa y pH de 6.1. Los tres suelos son pobres en nitrógeno (N), fósforo (P) y magnesio (Mg), pero ricos en potasio (K) y calcio (Ca); y en materia orgánica sus contenidos van de medio ($\leq 2\%$) a rico y muy rico (entre 2 y 4.5 %).

Los árboles del huerto 1, 2 y 3 tenían 10, 8 y 9 años de edad, con espaciamientos de 4.5 x 4.5, 4.0 x 4.0 y 5.0 x 5.0 m, respectivamente. Los árboles del huerto 1 recibieron una poda de rebaje, con despunte y aclareo en ramas mixtas y eliminación de chifones y ramilletes de mayo. Los huertos 2 y 3 recibieron también poda de rebaje, pero las ramas mixtas no fueron despuntadas ni entre sacadas, y los chifones y ramilletes de mayo tampoco fueron elimina-

dos. El huerto 1 recibió riegos por un total 210 mm durante la época seca, mientras que los huertos 2 y 3, respectivamente recibieron 2 y 4 riegos de 50 L por árbol en cada uno.

En todos los casos la mayor proporción de la raíz se encontró a una profundidad del suelo de 0-40 cm. El contenido de humedad del suelo obtuvo por el método gravimétrico a los 65, 113, 147, 166, y 181 d después de floración completa (DDFC), la cual ocurrió el 18 de marzo. Dos muestras de suelo se tomaron a 50 cm del tronco, una en el lado norte y la otra en el lado sur del árbol, y los datos se expresaron con base en peso seco. La capacidad de campo fue de 19, 22 y 13 % en los huertos 1, 2 y 3, respectivamente. El punto de marchitez permanente se estableció a 10, 12 y 7 % en los huertos 1, 2 y 3, respectivamente.

En el invierno de 1997-1998 (del 1 de noviembre de 1997 al 28 de febrero de 1998) la acumulación de frío, en términos de unidades frío (UF) estimada con el método de Richardson y colaboradores (Atwell *et al.*, 1999) fue de 282, 250 y 224 UF para los huertos 1, 2 y 3, respectivamente. En el invierno 1998-1999 la acumulación de frío fue nula en los huertos 1 y 3, y el huerto 2 apenas recibió 150 UF, cuando el requerimiento del durazno criollo es de 430 UF. Por consiguiente, la falta de frío invernal indujo aborto de yemas florales e impidió la evaluación de la caída de fruto en los huertos 1 y 3 en 1999.

En cada localidad se marcaron diez árboles al azar, los cuales fueron seleccionados por el perímetro de tronco a 20 cm sobre la superficie del suelo. En cada árbol se marcaron cuatro ramas mixtas diferenciadas en el cielo anterior, y se procuró que fueran lo más uniforme posible en longitud dentro de cada localidad. Los valores promedio (cm \pm la desviación estándar) fueron: 22.3 \pm 1.5, 9.9 \pm 1.7 y 9.8 \pm 2.2 para los huertos 1, 2 y 3, respectivamente. En esas mismas ramas se midió la longitud de crecimiento del nuevo brote, y se eligió el más distal. En las mismas ramas se contó el número de frutos aparentemente cuajados a los 37 DDFC, y la ausencia o permanencia de éstos se observó periódicamente cuando la humedad del suelo se midió. El número de frutos (\pm la desviación estándar) promedio por rama fue: 14 \pm 7, 15 \pm 6 y 14 \pm 6 para los huertos 1, 2 y 3, respectivamente. Los frutos no fueron raleados. El crecimiento del fruto se obtuvo mediante el diámetro ecuatorial de 10 frutos tomados al azar de la parte media de los árboles; las mediciones se hicieron con un vernier digital (Digimatic, model 700-113, Mitutoyo Co., Kanagawa, Japan) a los 65, 113, 146, 166 y 180 DDFC.

Se tomaron 60 hojas maduras de la parte media de brotes elegidos al azar y de la parte media de cada árbol por sitio. Las muestras se colectaron en tres etapas fenológicas: al inicio de la formación del hueso (66 DDFC), al inicio del segundo crecimiento rápido del fruto (elongación celular, 84 DDFC) y en postcosecha (189 DDFC). Las hojas se lavaron con agua destilada, se secaron a 65 °C por 48 h y se les determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, y Cu como lo indicaron Medina y Chávez (1999). La interpretación de los resultados de la concentración de nutrientes en las hojas se hizo con base en la concentración e intervalos de adecuancia (Westwood, 1982).

El experimento fue conducido en un diseño completamente aleatorio y la información se analizó con un modelo jerárquico con el procedimiento GLM en el del Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 8.2 (SAS Institute, 1999-2001, Cary, NC, EE.UU.), al considerar a cada árbol como repetición (diez). Las medias de tratamientos fueron separadas mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). El porcentaje de caída y del cuajado de fruto fueron transformados a arcoseno, y se presentaron después de retransformarlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de caída de fruto se registró a los 65 DDFC, y la magnitud de este fenómeno fue estadísticamente igual en las tres localidades a los 65, 147 y 166 DDFC (Cuadro 1). La caída de fruto fue mayor ($P \leq 0.05$) en el huerto 1 que en los huertos 2 y 3, a los 113 y 181 DDFC, pero esto no condujo a un mayor porcentaje total de caída en los tres huertos estudiados, cuyos valores fueron de 68, 64 y 61% para los huertos 1, 2 y 3, respectivamente. Por consiguiente, el cuajado de fruto fue de 32, 36 y 39 %, sin diferencias estadísticas entre huertos, valores que se ubican dentro del intervalo normal de cuajado para un rendimiento comercial en durazno, que es de 10 a 36 % (Myers y Okie, 1986; Myers *et al.*, 1993).

Cuadro 1. Porcentaje de caída de fruto del durazno criollo en diferentes días después de la floración completa, en tres localidades productoras de durazno criollo en Zacatecas, México.

Localidad	Días después de floración completa				
	65	113	147	166	181
Campo Experimental Zacatecas	47 a ¹	13 a	1.0 a	1.0 a	7.0 a
Mesa de Fuentes	62 a	02 b	0.9 a	0.2 a	0.0 b
San José de Félix	59 a	01 b	0.2 a	0.0 a	0.0 b

¹Medias con letras iguales dentro de columnas en los DDFC, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Sin embargo, el reducido crecimiento observado en las ramas mixtas de los huertos 2 y 3, es un indicativo de un cuajado de fruto excesivo (Blanco *et al.*, 1995). Dado que

el crecimiento final de dichas ramas (DMS=3.2 cm) fue en promedio 3.0 y 2.9 cm para los huertos 2 y 3, y de 21.5 cm en el huerto 1; la asociación con cuajado de fruto

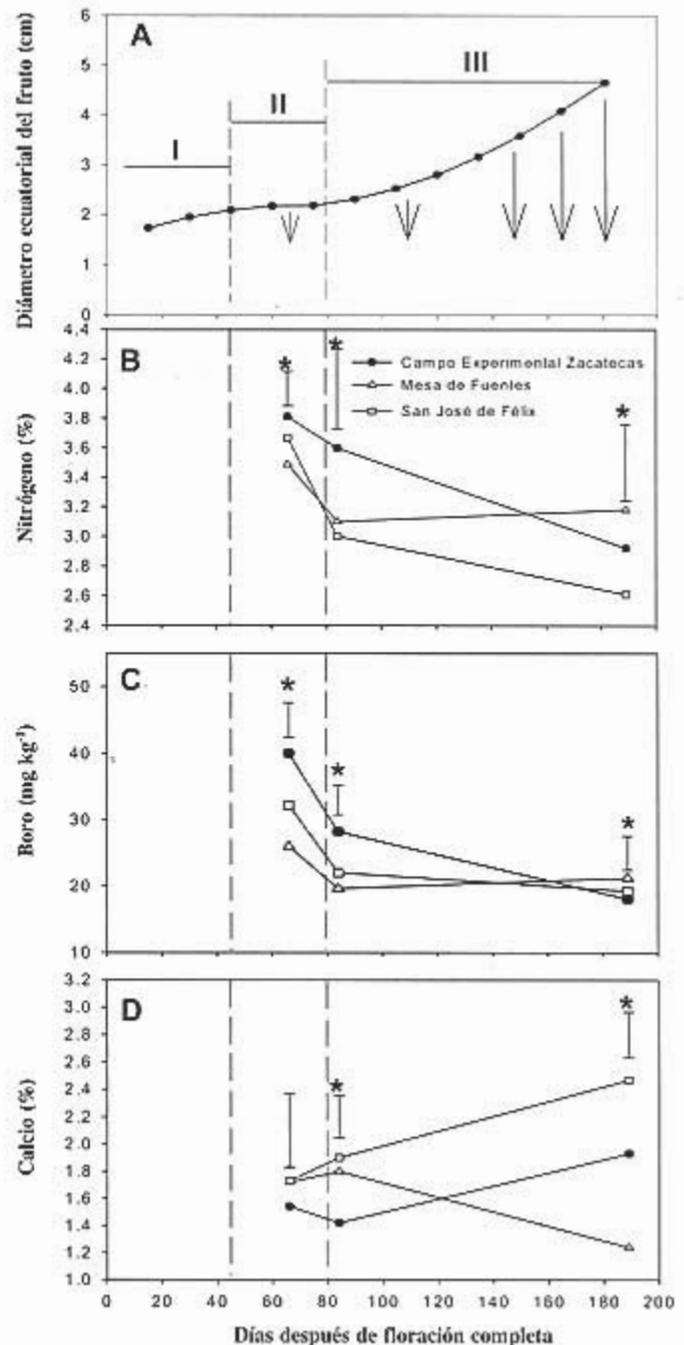


Figura 1. Crecimiento y caída de fruto a través de la estación de crecimiento de 1998 (A). Cambios estacionales de nutrientes en hojas de durazno criollo (B, C y D). Las flechas indican las caídas de fruto evaluadas. Se indican los tres estadios de crecimiento del fruto: primero (I) y segundo (II) crecimiento rápido del fruto y endurecimiento del hueso (II). Las barras verticales indican la diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey y los asteriscos indican diferencias estadísticas con $P \leq 0.05$.

fue negativa ($r = -0.53$, $P \leq 0.0001$). Esto implica que un raleo de fruta convendría para balancear la distribución de los fotoasimilados, y así favorecer el crecimiento vegetativo y reproductivo (Zegbe *et al.*, 1998). Esto es de importancia en los huertos cultivados con riego restringido, pues el efecto es más evidente en el tamaño del fruto (Girona *et al.*, 2003). El diámetro promedio del fruto a los 181 DDFC fue de 4.6, 4.2 y 4.0 cm ($DMS=0.06$) para huertos 1, 2 y 3, que correspondieron a los huertos con riego (huerto 1) y con restricción de riego (huertos 2 y 3). El porcentaje de caída de frutos pudo ser confirmado sólo en el huerto 2 en el ciclo 1999. Los valores fueron 56.0, 3.6 y 2.2 % a los 70, 117 y 140 DDFC. La falta de frío invernal en los huertos 1 y 3 impidió la colecta de datos, por tal razón no se indica comparación alguna.

Las concentraciones foliares de N y B mostraron un patrón descendente durante la estación de crecimiento, de modo que fueron de adecuadas a los 66 DDFC, a marginales a los 189 DDFC (Figuras 1B y 1C). En cambio, la concentración del Ca tendió a incrementarse de marginal a adecuada en los huertos 1 y 3, pero no en el huerto 2 donde la concentración de este nutriente se redujo ($P \leq 0.05$) a partir de los 84 DDFC (Figura 1D). Independientemente de que el pH de 5.6 del suelo en el huerto 2 haya influido en una baja disponibilidad del Ca, también la restricción de agua en el suelo pudo ser otra causa en la baja absorción y transporte de este nutriente (Glenn, 2000). Esto explicaría, en parte, las diferencias estadísticas en N y B detectadas entre huertos (Figuras 1B-1D).

La reducción significativa ($P \leq 0.05$) en la concentración de Ca registrada entre el huerto 1 y el huerto 3, no pudo ser explicada en términos de déficit hídrico, pH del suelo, o por deficiencia de Ca en el suelo; además, los niveles foliares de Ca en los tres huertos fueron encontrados dentro de lo normal. Los elementos P, K, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn son nutrimentos importantes para el desarrollo de los árboles, pero no son muy decisivos en el cuajado de frutos. No obstante, la deficiencia severa de alguno de los

últimos cinco elementos puede inducir amarillamiento de las hojas y defoliación de los árboles (Westwood, 1982), lo que eventualmente provocaría una caída prematura de fruto; pero no se observaron tales deficiencias a los 84 DDFC (Cuadro 2). Las concentraciones de P, K, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn fueron significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) entre localidades, lo que pudo ser debido a diferencias en régimen hídrico y en el pH del suelo donde los árboles se desarrollaron. Tales concentraciones se ubicaron dentro de los valores normales para ese estadio fenológico, según Westwood (1982).

El transporte de N y B hacia las flores y luego a los frutos en desarrollo, es importante para asegurar un cuajado adecuado de frutos (Faust, 1989). La concentración de N y B a los 66 DDFC es indicativo de que la concentración foliar de B fue la adecuada para asegurar un buen cuajado de frutos (Westwood, 1982); de hecho, no se encontró correlación significativa entre la caída de fruto y las concentraciones foliares de N, B y Ca ($r = 0.03$, -0.39 y -0.2 , para N, B y Ca, respectivamente). Esto último implica que el estado nutricional de los árboles en los tres huertos no tuvo relación con la caída de fruto, como sugirieron Rincón *et al.* (2004), y que los porcentajes de caída se encuentran dentro de los intervalos normales para un rendimiento comercial (Myers y Okie, 1986; Myers *et al.*, 1993).

Al relacionar la caída de fruto con los eventos climáticos como la acumulación de calor postletargo (UC, temperatura base 5 °C; Zegbe, 1995) y el contenido del agua en el suelo (CAS) durante la estación de crecimiento de 1998, se encontró que la correlación de la caída con UC y CAS fue relativamente alta ($r=-0.76$) y muy baja ($r=-0.36$) con CAS, pero significativa ($P \leq 0.0001$) en ambos casos. Cuando el CAS fue incluido en un modelo de regresión lineal múltiple, su importancia para explicar la caída de

Cuadro 2. Concentraciones de fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn) en hojas de durazno criollo de tres regiones productoras de Zacatecas a 84 días después de plena floración. CEZAC = Campo Experimental Zacatecas.

Localidad	Nutrimentos						
	P	K	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(g kg ⁻¹ × 10)			(mg kg ⁻¹)			
CEZAC	0.19 a ¹	1.5 a	0.54 a	102.4 b	23.0 c	12.0 a	18.0 b
Mesa de Fuentes	0.12 a	0.9 b	0.49 b	150.8 a	58.8 a	10.6 ab	24.8 a
San José de Félix	0.11 a	1.4 a	0.45 b	125.6 ab	44.6 b	06.8 b	18.6 b

¹ Medias con letras iguales dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

fruto fue rechazada ($P=0.96$) debido a su pobre contribución (r^2 parcial = 0.14) en la explicación del fenómeno. En contraste, UC explicó 56 % de la caída de fruto (CF) y respondió al siguiente modelo de regresión lineal simple: $CF = 61.5 - 0.025 UC$. Por tanto, sería necesario hacer un monitoreo más preciso y frecuente de la temperatura del aire durante la primera etapa de crecimiento rápido del fruto ya que ayudaría a encontrar un umbral de temperatura, en términos de UC, y mejoraría la explicación y predicción de la caída de fruto.

Se concluye que la caída de fruto fue igual en los tres sitios estudiados, que el cuajado de fruto fue mayor al 30 % en los tres sitios, valor que es suficiente para lograr un rendimiento comercial. El estado nutricional de los árboles estuvo dentro de los intervalos de adecuancia, por lo que los contenidos foliares de N, B y Ca no se relacionaron con la caída de fruto. En cambio, la acumulación de calor postletrago explicó 56 % de la caída de fruto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado en parte por la Fundación Produce Zacatecas, A.C., a través del proyecto 13/F.

BIBLIOGRAFÍA

- Atwell B, P Kriedemann, C Turnbull (1999) *Plants in Action: Adaptation in Nature, Performance in Cultivation*. MacMillan Education Australia PTY LTD, South Yarra, Australia. 664 p.
- Blanco A, A Pequerul, J Val, E Monge, J Gomez A (1995) Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach. *J. Hort. Sci.* 70:623-629.
- Cronjé J R, G Jacobs, N C Cook (2004) Pruning affects the development of correlative phenomena among lateral shoots in dormant two-year-old 'Royal Gala' apple branches. *HortScience* 39:965-968.
- Faust M (1989) *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley & Sons Inc., New York, USA. 338 p.
- Girona J, M Mata, A Arbones, S Alegre, J Rufat, J Marsal (2003) Peach tree response to single and combined regulated deficit irrigation regimens under shallow soils. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:432-440.
- Glenn D M (2000) Physiological effects of incomplete root-zone wetting on plant growth and their implications for irrigation management. *HortScience* 35:1041-1043.
- Marini R P (2003) Peach fruit weight, yield, and crop value are affected by number of fruiting shoots per tree. *HortScience* 38:512-514.
- Medina M Ma C, J F J Chávez G (1999) Efecto del abastecimiento foliar del zinc sobre el balance nutricional del nogal pecanero. *Terra* 17:293-298.
- Myers S C, W R Okie (1986) Low midwinter temperature injury to peach flower buds in Georgia. *Fruit Var. J.* 40:136-139.
- Myers S C, A King, A T Saville (1993) Bloom thinning of 'Winblo' peach and 'Fantasia' nectarine with monocarbamide dihydrogen-sulfate. *HortScience* 28:616-617.
- Rincón V F, F G Echavarría Ch, A F Rumayor R, J Mena C, A G Bravo L, E Acosta D, J L Gallo D, H Salinas G (2004) Cadenas de sistemas agroalimentarios de chile seco, durazno y frijol en el estado de Zacatecas: una aplicación de la metodología IS-NAR. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Publicación Especial No.14. 157 p.
- Schupp J R, D W Greene (2004) Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. I. Concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience* 39:1030-1035.
- Westwood M N (1982) *Fruticultura de Zonas Templadas*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 461 p.
- Zegbe-Domínguez J A (1995) Fenología del duraznero criollo en Jerez, Zacatecas, México: Un modelo y código decimal fenológico. *Agro-Ciencia* 11:129-136.
- Zegbe J A, A F Rumayor, M H Pérez, J L Chan (1998) A Study of pruning on seedling peaches at low latitude. *Acta Hort.* 465:637-645.