

Producción forzada de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) en el altiplano tropical de Boyacá (Colombia)

Forced production of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) in the tropical highlands of Boyacá (Colombia)



GERHARD FISCHER^{1, 4}

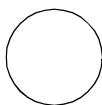
FÁNOR CASIERRA-POSADA²

CÉSAR VILLAMIZAR³

Duraznero 'Rubidoux' en fructificación, UPTC-Granja Tunguavita, Paipa, Boyacá.
Foto: G. Fischer

RESUMEN

El duraznero, originario de China, encuentra condiciones favorables para su producción continua en los trópicos, sin entrar en una dormancia profunda. En zonas altas de Colombia (1.800-2.700 msnm), variedades de bajo requerimiento de frío y rápido desarrollo del fruto (p.e. 'Eldorado' y 'Diamante'), se manejan por ciclos forzados con tres cosechas en 2 años. Para este manejo, las prácticas culturales, en el orden de secuencia después de la recolección de frutos, son: fertilización, control fitosanitario, defoliación, poda, riego y aplicación del compensador de frío, que inducen una floración 3-4 meses después de la cosecha. En el caso de variedades con un mayor requerimiento de frío y largo desarrollo del fruto (p.e. 'Rubidoux') se puede cosechar cada 10,5 a 11,0 meses; así se puede programar cosechas en la segunda mitad del año con valor en el mercado comparativamente más alto. Este artículo pretende esclarecer algunas bases de la fisiología y el desarrollo del duraznero en el trópico, sobre las cuales será posible implementar un sistema y manejo de cosechas continuas para las condiciones colombianas.



Palabras clave adicionales: endormancia, horas frío, cosechas continuadas.

¹ Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación Ecofisiología Vegetal, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja (Colombia).

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Agronomía, Universidad de Pamplona, Pamplona (Colombia).

⁴ Autor para correspondencia. gfisher@unal.edu.co



ABSTRACT

The peach, which originated in China, finds favorable conditions in the tropics for continuous production cycles, avoiding entering endodormancy for the buds. In the high altitude zones (1.800-2.700 m a.s.l.) of Colombia, varieties with low temperature requirements and short fruit development (e.g., 'Eldorado', 'Diamante') are managed in forced growing cycles with three harvests per 2 years. This is managed by the cultural practices, in order of sequence after fruit harvesting, of: fertilization, phytosanitary control, defoliation, pruning, irrigation, and application of a dormancy breaking chemical, which induces flowering 3-4 months after harvest. In the case of varieties with higher temperature requirements and longer fruit development (e.g., 'Rubidoux'), harvesting is possible every 10.5 to 11.00 months. Thus, production can be programmed for the second half of the year, when the value in the market is comparatively higher. This article aims to clarify some bases of physiology and development of the peach in the tropics upon which it could be possible to implement a system and management for continuous harvests under conditions found in Colombia.

Additional key words: endodormancy, chilling hours, continuous cropping.

Fecha de recepción: 17-03-2010

Aprobado para publicación: 02-06-2010

INTRODUCCIÓN

Normalmente, los árboles frutales se cultivan en zonas donde las condiciones agroecológicas son similares a las de su hábitat de origen (Stino, 1987). En el trópico, la temperatura y el fotoperiodo relativamente uniformes durante todo el año no forman parte de la fisiología natural de los frutales provenientes de las zonas templadas, los cuales están adaptados a temporadas climáticas fuertemente cambiantes (Westwood, 1993). Dentro de las especies caducifolias, los durazneros encuentran condiciones favorables para su crecimiento en varias regiones tropicales, donde brindan la posibilidad de producir anualmente una o más cosechas de manera continua, sin la entrada del árbol en endodormancia. La posibilidad de manejar los árboles con la técnica de cosechas continuas depende de la variedad y el régimen pluvial (Edwards, 1987a).

De igual modo que los demás caducifolios, el duraznero cultivado bajo condiciones de clima templado presenta un periodo en el que su actividad vegetativa y metabólica se detiene parcial o totalmente, lo que generalmente ocurre desde mediados del verano hasta fines del invierno o principios de primavera. Este comportamiento se describe como un mecanismo de adaptación a las condiciones

climáticas, en especial a la temperatura, con el propósito de protegerse del frío invernal extremo, que podría dañar tejidos e inclusive causar la muerte del árbol (Díaz, 1992). Además, los árboles caducifolios pueden expresar la dormancia en diferentes épocas del año, como una medida de sobrevivencia para prevenir el crecimiento del árbol durante condiciones desfavorables (Rom, 2003).

El duraznero, originario de China (Faust y Timon, 1995), fue inicialmente cultivado en Persia (Westwood, 1993), en zonas con clima entre templado y subtropical, que satisface su requerimiento de frío, entre 100 y 1.250 horas por debajo de 7,2°C, acorde con la variedad, para salir de la endodormancia de las yemas. Al contrario de las pomáceas, los durazneros no son muy aptos para las latitudes altas de las zonas templadas, debido a sus inviernos demasiado fríos (Szalay *et al.*, 2010). Dentro de los caducifolios, el duraznero es una de las especies mejor adaptadas a las condiciones tropicales, al punto de que en el caso de no existir temperaturas suficientemente bajas, se mantiene en crecimiento continuo. George y Erez (2000) destacan especialmente las zonas altas tropicales, en las cuales los durazneros pueden encontrar condiciones agroclimáticas adecuadas para su

desarrollo. Fischer (2000) menciona que para cumplir con la exigencia de horas frío de los frutales caducifolios en el trópico, los fruticultores seleccionan lugares entre 0 y 15° latitud N y S, que se encuentran ubicados entre 2.000 y 3.000 msnm.

La insuficiencia de frío puede causar irregularidad en la apertura de las yemas, especialmente de las vegetativas, e insuficiente brotación de las yemas laterales, mientras que árboles muy vigorosos entran en una dormancia muy profunda (Westwood, 1993). Por otro lado, las yemas florales tienen la capacidad de brotar antes de la estación invernal, cuando la pérdida de hojas ocurre como un resultado de enfermedades, desecación o por una defoliación artificial, fenómeno descrito como típico para los climas subtropicales y tropicales (Erez, 1989). Poerwanto *et al.* (2008) indican que también en las zonas tropicales, donde las temperaturas son relativamente constantes durante el año, las cosechas presentan gran estacionalidad. Durante la época de recolección hay frutos en abundancia, pero fuera de ella los hay en menor cantidad y sus precios son más altos que en temporada. El consumidor en los países tropicales y subtropicales aprecia mucho la calidad y el sabor de los frutos caducifolios (Stino, 1987); por ello y debido al incremento de la población y de los estándares de vida en estos países, continuamente aumenta la demanda de estos frutos.

Esta revisión de literatura, que en muchos casos se refiere a resultados de los años ochenta y noventa, en los cuales hubo el mayor avance en los estudios de adaptación de los frutales caducifolios a los trópicos y subtrópicos, está enriquecida por experiencias y observaciones propias de los autores. Infortunadamente, a raíz de la globalización de mercados, el cultivo de especies caducifolias en el trópico se redujo en importancia, en relación con los productos locales, que presentan mayor grado de competitividad y manejo más sencillo; lo mismo sucedió con la investigación en este renglón, razón por la cual son pocos los artículos que han aparecido después de los noventa sobre este tema; sin embargo, aún existen cultivadores de estas especies en los altiplanos tropicales, que requieren atención.

Considerando que para la economía de muchos países tropicales los frutos caducifolios no son favorables (Stino, 1987), este artículo pretende esclarecer algunas bases de la fisiología y el desarrollo del duraznero en el trópico, sobre las cuales será posible implementar un sistema y manejo de cosechas continuas para las condiciones colombianas.

ECOFISIOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN FORZADA

Las exigencias ecofisiológicas en caducifolios manejados bajo la técnica de cosechas continuas son muy diferentes a las de una única cosecha por año. En este último caso, el árbol entra en una dormancia profunda y necesita temperaturas óptimas entre 6 y 8°C para satisfacer su necesidad de frío (Erez y Lavee, 1971); en las zonas templadas, el duraznero recibe el estímulo de los días cortos y de las temperaturas bajas, que originan que las yemas terminen su crecimiento y entren en un periodo de dormancia, las hojas caigan y los tejidos se endurezcan (Erez, 1989). En la producción continua, el periodo inactivo de las plantas es corto, de uno a tres meses, durante el cual el árbol se encuentra en una fase de ecodormancia, en la que aún capaz de brotar, cuando existen estímulos suficientes para lograrlo (Díaz, 1992); las cosechas continuas, o ciclaje, en el trópico son posibles porque en estas latitudes se encuentran en la planta hojas fotosintéticamente activas durante 11 meses, mientras en los subtrópicos este tiempo es de 8-9 meses, y en las zonas templadas es de solo 6-7 meses (George y Erez, 2000), lo que explica que las reservas de carbohidratos sean suficientes para la producción forzada de cultivos en zonas tropicales, con cosechas dos veces por año o tres veces en dos años.

El potencial de rendimiento en el duraznero en el trópico depende de la presencia de una larga estación de crecimiento con temperaturas moderadas, combinadas con noches relativamente frescas. Por el contrario, cuando las temperaturas nocturnas son altas, la respiración de mantenimiento es elevada, aumentando el costo energético de la planta y disminuyendo el balance neto de carbono diario (Gariglio *et al.*, 2007).



Temperatura

Gil-Albert (1989) estableció los valores óptimos de las temperaturas medias durante el periodo estival para el duraznero, en el cual ocurre el mayor crecimiento vegetativo y del fruto; para el caso de España encontró un rango entre 22 y 26°C. Para Argentina, Gariglio *et al.* (2007) reportan temperaturas óptimas para el crecimiento entre 17 y 30°C. Estas diferencias pueden explicar parcialmente las producciones medias tan bajas de los duraznos en las zonas productoras en Colombia, en las cuales hay temperaturas mucho más bajas que en las regiones mencionadas. El cultivo comercial del duraznero en Colombia se ubica en zonas que se encuentran en altitudes entre 1.800 y 2.700 m.

En general, para el crecimiento de un cultivo comercial de frutales de hoja caduca en Colombia se reporta que se necesitan temperaturas anuales mínimas de 12 a 13°C (Fischer, 1992a). En cosechas continuas la temperatura debe ser uniforme durante todo el año y no se debe presentar estación fría, eventualmente causada por una época lluviosa prolongada, como sucede en Nuevo Colón (Boyacá) entre abril y octubre, debido al régimen monomodal de precipitaciones de la localidad. Temperaturas promedio entre 14 y 20°C han favorecido la producción continua de caducifolios en Colombia, en donde se ha encontrado que temperaturas alrededor de 18°C son adecuadas para el crecimiento, la floración y el desarrollo del fruto en frutales caducifolios (Fischer, 1992b).

En la tabla 1 se observan los rangos de temperatura encontrados en zonas donde se produce durazno y manzano bajo la técnica de cosechas continuas; se destaca que el duraznero necesita menos calor que el manzano; Edwards (1987a, b, c) menciona cosechas continuas en manzanos a partir de una temperatura mínima promedio de 11,3°C, y Fischer (1993a) reporta que en Duitama (Boyacá) estas especies se cultivan en localidades con temperatura mínima promedio de 6,4°C.

Hasta ahora se ha investigado poco sobre la necesidad térmica del duraznero para su antesis con temperaturas nocturnas moderadas, que no superen los 12-14°C (George *et al.*, 1988); con temperaturas altas, esta especie muestra un

Tabla 1. Rangos de temperatura observados en la región tropical y en Boyacá para la producción de manzano y duraznero bajo la técnica de cosechas continuas.

Temperatura	Duraznero (°C)	Manzano (°C)
<u>Trópicos</u> ¹		
Media mínima	6,8 – 9,5	11,3 – 20,1
Media máxima	21,4 – 23,3	23,3 – 29,7
<u>Boyacá (Colombia)</u> ²		
Media mínima	6,4 – 8,2	6,4 – 8,2
Media máxima	23,4 – 24,9	23,4 – 24,9

Fuente: ¹Edwards (1987a); ²Fischer (1993a)

cuajamiento muy reducido en varias zonas tropicales con temperaturas diurnas superiores a 25°C o temperaturas nocturnas por encima de 18°C (Edwards 1987c; Erez *et al.*, 1993). George *et al.* (1988) afirmaron que en duraznero, la temperatura promedio del mes más frío debe ser mayor de 13°C y esta no debe bajar a menos de 1°C, debido a que se causaría daño o restricción de los frutos en su desarrollo. Además, las temperaturas altas conducen a un crecimiento muy vigoroso y a un retraso en la formación de yemas florales. Tromp (1976) explica que se puede presentar inhibición en la diferenciación floral en zonas con temperaturas elevadas debido a una producción excesiva de giberelinas en hojas jóvenes. Altas temperaturas diurnas (superiores a 25°C) o nocturnas (por sobre 18°C) parecen reducir o inhibir completamente el cuajamiento en drupáceas (Edwards, 1987c; Erez *et al.*, 1993).

Por otro lado, el hecho de que las temperaturas no caigan por debajo de 10°C es muy importante para que las raíces no reduzcan su actividad; de esta manera se evita la entrada de las plantas en endodormancia (Erez, 1986) y los árboles continúan preparándose para la nueva brotación. Edwards (1987) corrobora que las zonas tropicales entre latitud 0 y 15° S y N son las más apropiadas para obtener cosechas continuas con temperaturas relativamente uniformes durante todo el año y una acumulación baja o nula de horas frío.

El sistema de medición de horas frío no es muy relevante en el contexto de las cosechas continuas, debido a que las plantas no entran en endodormancia (Westwood, 1993). Una vez las plantas se encuentren en endodormancia se hace necesario acumular cierto número de horas frío (<7.2 ó 7°C; «chilling hours») o unidades de frío

(«chill units», dependiendo del modelo de cálculo, p.e. de Richardson *et al.*, 1974) para salir de este estado de reposo (Real Laborde, 1987).

Precipitación

Para cosechas continuas, las zonas con dos periodos de lluvia y sequía, como es el caso de muchas en Colombia, son las más favorables, por tener una época seca durante la fase de posrecolección y una de lluvias durante el llenado del fruto (Fischer, 1993c). Mientras que para una sola producción anual se necesitan por lo menos 700-800 mm de precipitación, para dos cosechas se necesitaría el doble, es decir, 1.400-1.600 mm. Es así, como en duraznero, el sistema de riego por goteo ha mostrado los mejores resultados, por proporcionar una humedad más uniforme que los sistemas de riego por gravedad y aspersión (Bryla *et al.*, 2005). En sitios con altas precipitaciones se debe evitar que la anthesis y el cuajamiento coincidan con un periodo de lluvias muy intenso, debido a que se produciría una floración reducida, así como flores y frutos dañados. George y Erez (2000) indican que para mantener los árboles sanos con buena calidad de los frutos, las zonas más apropiadas son aquellas que reciben menos de 1.500 mm de lluvia en la fase reproductiva del árbol; por tanto, con este objeto, las zonas altas tropicales serían muy adecuadas por su clima seco.

INDUCCIÓN Y DIFERENCIACIÓN FLORAL

Lang *et al.* (1987) definen la dormancia como la suspensión temporal del crecimiento visible en cualquier estructura de la planta que contiene un meristemo; por consiguiente, el ciclaje solamente es posible cuando las yemas florales se diferencian al poco tiempo luego de la recolección y están listas para brotar; esta brotación continúa presentándose en la fase inicial de la dormancia (predormancia), cuando las yemas no han acumulado tantas sustancias inhibitorias (Sherman y Lyrene, 1984).

El concepto de cosechas continuas o ciclaje se basa en la inducción artificial de un nuevo ciclo de crecimiento después de la diferenciación floral, pero antes de que la planta entre en endodormancia (Westwood, 1993). Tomando en consideración la terminología propuesta por Lang

et al. (1987), la ecodormancia impuesta por el ambiente aprovechada para proveer las precondiciones para la iniciación y diferenciación floral que ocurre después en la paradormancia (inhibición correlativa). Es así como se puede inducir de manera forzada un nuevo ciclo de crecimiento, mediante la eliminación de fuentes de inhibición (hojas) antes de que las plantas eventualmente entren en endodormancia (Westwood, 1993).

Mientras la diferenciación floral tarda en las zonas templadas entre 7 y 9 meses (interrumpida por el invierno), en el trópico ceilanés se observó un desarrollo completo en un periodo de 8-10 semanas en manzano 'Rome Beauty' (Zeller, 1973). Se debe tener en cuenta que en los caducifolios, una yema completamente diferenciada durante el ciclo vegetativo no va a brotar mientras existan hojas en pleno crecimiento que produzcan hormonas inhibitorias (Fulford, 1970). Las yemas generativas tienen que pasar una serie de estados de desarrollo, y normalmente están completamente diferenciadas cuando se hinchan, lo cual ocurre poco antes de la brotación. Ríos (1993), mediante cortes histológicos, observó que en el duraznero 'Camuezo', en Cómbita (Boyacá), se formó el receptáculo floral cuando terminó el crecimiento de las ramas y la planta se encontró en la fase de la terminación de la cosecha (en marzo); luego, cuando inició la caída de hojas (en abril) y el árbol entró en ecodormancia, se formaron sucesivamente, en orden centrípeto, los primordios de los sépalos, de los pétalos, de los estambres y del pistilo, y finalmente la flor completa, con un posterior inicio de la floración en mayo. En duraznero, la inducción floral ocurre normalmente muy cerca de la cosecha, en ramas nuevas que aún no han producido; cuando el árbol se encuentra en sus estados fenológicos desfasados y traslapados, como sucede como consecuencia de una falta de frío o cuando de repente se da una humedad alta después de una sequía, las yemas pueden abrirse antes de la cosecha y dificultan el manejo adecuado para el ciclaje. En este contexto, Leite *et al.* (2004) sugieren que para entender el patrón de brotación de yemas florales en el duraznero, la capacidad de usar los azúcares solubles aparece crítica; por otro lado, al medir la capacidad de brotación se podría tomar como indicador la capacidad de sintetizar almidón.



Es importante evitar una sobrecarga de frutos en el duraznero, para garantizar una adecuada formación de las yemas florales; en los durazneros tipo Florida ('Flordaprince' o 'Flordared') se debe dejar uno o dos frutos por rama, con un total entre 150 y 200 frutos por árbol (George *et al.*, 1988). El exceso de concentración de nitrógeno, al igual que la deficiencia, ocasiona únicamente la diferenciación de yemas foliares. La relación hojas/fruto es un factor determinante de la calidad del durazno cv 'Rubidoux' y puede convertirse en un criterio para el raleo de frutos. En Guasca (Cundinamarca) se encontró que cuando los árboles se manejaban con un fruto por cada 40-50 hojas, los durazneros presentaron la mayor proporción de frutos de la mejor calidad, en comparación con los árboles en los cuales no se hizo raleo; además, el contenido de sólidos solubles totales en los frutos y la relación pulpa-semilla aumentaron en las plantas en donde se realizó raleo (Casiera-Posada *et al.*, 2007).

CONCEPTOS Y FISIOLOGÍA EN EL MANEJO DE COSECHAS CONTINUAS

Los pasos de la técnica para suprimir el reposo se realizan durante un tiempo corto, generalmente entres o, máximo, cuatro meses después de la recolección; este manejo en el duraznero fue

descrito por Sherman y Lyrene (1984) para Venezuela (tabla 2), con el objetivo de conseguir dos cosechas por año. Por su parte, A. Castro (comunicación personal, 2008) recomienda un tiempo más largo después de la cosecha para lograr una mejor recuperación del árbol, siempre y cuando no se le permita al árbol la entrada en endodormancia (tabla 3). Este sistema de las tres cosechas en dos años se recomendaría especialmente para las zonas de régimen bimodal de lluvias (T. Campos, comunicación personal, 2010). Por ejemplo, en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá), ubicado en el costado oriental de la cordillera oriental, se presenta el régimen monomodal de lluvias, que dificulta la aplicación del sistema de cosechas continuas en cualquier mes del año.

Hasta ahora está en discusión cuándo deben implementarse los pasos para el ciclaje, después de la cosecha, especialmente la defoliación. Se debe tener en cuenta que el árbol necesita cierto tiempo para almacenar carbohidratos, compuestos fosforados y nitrogenados, grasas y otros, para un buen desempeño en la temporada siguiente. El contenido de almidón en la madera se aumenta después de la recolección entre un 5 y 10-13%; además, el nitrógeno (almacenado para el inicio del nuevo ciclo en forma proteica) es de gran importancia, y es necesario un tercio de su reserva para la brotación (Fischer, 1993b). La

Tabla 2. Esquema de las prácticas culturales y la respuesta de la planta en la producción bianual, combinando temporadas secas y húmedas, para el duraznero en Venezuela.

Mes	Época	Prácticas culturales	Respuesta planta
Enero	Seca	Supresión agua	Cesa el crecimiento
Febrero	Seca	Defoliación y poda	
Marzo	Húmeda	Riego y fertilización	Brotación de yemas y floración
Abril	Húmeda	Control fitosanitario	Desarrollo de frutos
Mayo	Seca	Control fitosanitario	Desarrollo de frutos e iniciación floral
Junio	Seca	Cosecha 1	Evocación floral
Julio	Seca	Supresión de agua	Cesa el crecimiento
Agosto	Seca	Defoliación y poda	
Septiembre	Húmeda	Riego y fertilización	Brotación de yemas y floración
Octubre	Húmeda	Control fitosanitario	Desarrollo de frutos
Noviembre	Húmeda	Control fitosanitario	Desarrollo de frutos e iniciación floral
Diciembre	Seca	Cosecha 2	Evocación floral

Fuente: Sherman y Lyrene (1984)

maduración de tejidos y la formación de sustancias de reserva terminan con la caída de las hojas.

Para la defoliación, las plantas muestran el estado óptimo mediante el color de la lámina foliar, que pasa de verde a amarillo, y se inicia la caída foliar natural; en ese momento los carbohidratos de la hoja ya se han conducido y almacenado en tallos, raíces y brotes y es cuando se supone existe la condición óptima

para la defoliación artificial (M. Cabezas, comunicación personal, 2010). Observaciones más recientes indican que no se debe castigar tanto el árbol con la supresión de agua y la defoliación en la fase poscosecha, teniendo en cuenta que sigue fotosintetizando, llenando de nuevo sus reservas de carbohidratos; suficiente agua, nutrición y control fitosanitario favorece mucho la recuperación del árbol en esta fase, preparándolo adecuadamente para la nueva temporada.

Tabla 3. Esquema de las prácticas culturales y de la respuesta de la planta para la producción de tres cosechas durante dos años en las condiciones de Duitama (Boyacá), en duraznero 'Diamante' (200 horas frío, 130 d desarrollo fruto).

Mes	Práctica cultural / estado planta	Anotación
I	Cosecha	En época seca preferiblemente
II	Fertilización + control fitosanitario	Empezando 20 d después de cosecha
II-III	Defoliación	Químicamente
III	Poda	Cuando se hinchan las yemas
III	Riego	Para aumentar la humedad en suelo
IV	Aplicación del compensador de frío	Adelanta la cosecha 2-3 semanas
IV	Floración	En época seca preferiblemente
V-VIII	Desarrollo del fruto	Temperaturas elevadas aceleran su desarrollo
VIII	Cosecha	En época seca preferiblemente

Fuente: Completado según A. Castro (comunicación personal, 2008)

Estrés moderado de agua

Después de la cosecha, los árboles sin frutos tienen una menor demanda de agua que durante la fructificación. El mayor efecto de la deficiencia hídrica se observa en la reducción de la transpiración, la disminución del área foliar, la fotosíntesis, el crecimiento y la longitudinal de las ramas (Lakso, 1985). El efecto estresante de la sequía sobre el crecimiento se potencializa con otros factores como la defoliación, la reducción de fertilización nitrogenada o la aplicación de un inhibidor de crecimiento (George *et al.*, 1992).

En la posrecolección, la sequía reduce el crecimiento y fomenta la diferenciación de las yemas ya iniciadas; además, promueve la maduración de la madera y suspende temporalmente la dominancia apical (Saure, 1985). En caso de que se pretenda obtener cerca

de tres cosechas en dos años, no se suprime el agua tan drásticamente después de la recolección, sino que se mantiene el crecimiento de las ramas, para evitar su entrada en endodormancia. Así mismo, la supresión total del agua en el duraznero después de la cosecha puede llevar a la formación de frutos dobles (Johnson *et al.*, 1992).

En algunos casos, para forzar la floración en los árboles no es recomendable inducir la sequía, sino mantenerlos con suficiente agua y nitrógeno en crecimiento activo (A. Castro, comunicación personal, 2008); así, estos árboles brotarían más fácilmente después, mediante la defoliación y los compensadores de frío. Este planteamiento se basa en que el duraznero es oriundo de áreas de China con altas precipitaciones (Johnson, 2008), por lo que no es muy resistente al estrés de agua (Proebsting y Middleton, 1980).



Defoliación

Fisiológicamente, la abscisión foliar tiene el mayor efecto sobre la brotación cuando las plantas se manejan bajo el esquema de cosechas continuas, en donde, a través de la defoliación, se eliminan una cantidad de inhibidores como el ácido abscísico, que suprime la brotación de las yemas florales. Por otro lado, la defoliación aumenta la actividad de las giberelinas y de las citoquininas en las yemas (Edwards, 1985). El estímulo causado por la defoliación es relativamente ligero, y en algunos casos, en las drupáceas, brotan solamente las yemas florales luego de la eliminación de las hojas; por esta razón Erez (1986) recomienda acompañar el deshoje con la desecación y la aplicación de compensadores de frío. Casiera-Posada *et al.* (2008) mencionan que en plantas de manzano cultivadas en Boyacá, la remoción de hojas reduce el tiempo de defoliación a brotación. El momento de defoliación afectó positivamente el porcentaje de brotación y el peso seco de las yemas florales, no obstante, los contenidos de carbono y nitrógeno en las yemas reproductivas permanecieron inalterados. Mientras que las plantas sin defoliar mostraron el 32,6% de brotación, en los árboles defoliados brotaron el 94,6% de las yemas, lo cual revela el beneficio de la remoción de las hojas luego de la cosecha, con el objeto de incrementar la brotación.

En duraznero, los deshojes demasiado tempranos pueden inhibir la iniciación floral, además de producir flores anormales (Lloyd y Couvillon, 1974) y su posterior abscisión; razón por la cual no es recomendable defoliar estos árboles antes de un mes después de la cosecha. En las zonas templadas, Lloyd y Firth (1990) encontraron que una defoliación temprana reduce la profundidad de la endodormancia en el invierno.

En el trópico, en las regiones más cercanas a la línea ecuatorial, donde no existen días cortos que induzcan la defoliación de estas especies, ni temperaturas muy bajas, se realiza la defoliación manual o con químicos. En la práctica se emplean varios defoliantes químicos en concentraciones moderadas, para evitar daños por fototoxicidad. T. Campos (comunicación personal, 2008) recomienda mezclas de los dos sulfatos: sulfato de zinc (1%) + sulfato de hierro (1%) o también

Kocide® 101 (2%) solo; además, se menciona que la variedad 'Diamante' no defolia fácilmente. A. Castro (comunicación personal, 2008) menciona que los durazneros se deben defoliar con una mezcla de 0,75% de oxiclورو de cobre + 1% de sulfato de zinc. Por su parte, Edwards (1987a) reporta productos defoliantes para durazneros como el NaClO_3 (2%) y el $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ (0,76%).

El tiempo que transcurre entre defoliación y la nueva brotación es variable, de dos a ocho semanas, y depende en gran parte del nivel de humedad del suelo; si hay lluvias, inducirán más rápidamente la apertura de las yemas (Díaz, 1992). Para prolongar la época de la floración, y así la cosecha, hasta cuatro semanas en duraznero, George *et al.* (1988) recomiendan la aplicación de KNO_3 al 5% hasta cuatro veces durante un mes y sin aplicar posteriormente un compensador de frío.

Poda

La poda se debe realizar en el ciclaje después de la defoliación, con el propósito de permitir la previa traslocación de los nutrientes desde las hojas; esta práctica, según Grochowska *et al.* (1984), estimula la acumulación de hormonas como las giberelinas, auxinas y citoquininas en la brotación de las yemas. Díaz y Álvarez (1987) encontraron que una poda muy temprana, antes de la entrada de las yemas al reposo, demora la brotación.

En la poda es muy importante garantizar que la mayor parte de las ramas fructíferas se encuentren en posición casi horizontal, entre 65 y 90°, lo que disminuye el crecimiento vegetativo de estas ramas y favorece la formación de yemas florales; así, menos fotoasimilados son consumidos para el crecimiento vegetativo, y, más bien, estos son almacenados. Como regla general, los árboles podados pueden sobrevivir más fácilmente a la sequía prolongada al reducir el área transpiratoria (Proebsting y Middleton, 1980).

El duraznero, normalmente, se conduce en vaso abierto con despunte del tallo principal, y, en forma general, las ramas que ya produjeron se deben reemplazar a través de la poda, puesto que una rama que ya ha fructificado no produce de nuevo. En Colombia se aplican conceptos en

esta especie: (1) la formación de cuatro ramas principales o ejes, que soportan las ramas fructíferas que no se despuntan; el número de ejes depende de la edad y desarrollo del árbol (A. Castro, comunicación personal, 2008); (2) despuntar todas las ramas fructíferas (eliminando la dominancia apical) del árbol, lo que estimula la brotación de yemas basales de estas ramas (Westwood, 1993). No es recomendable una poda muy severa en la técnica del ciclaje, debido al estímulo de muchas yemas para brotar y crecer, con lo que se utilizan demasiadas reservas del árbol, se reduce la floración y se retarda la producción.

Productos químicos que fomentan la brotación

En la supresión del reposo, las sustancias químicas aplicadas después de la defoliación, la

poda y la administración de agua estimulan la brotación de yemas, además que pueden adelantar la floración y la cosecha. Con la técnica de cosechas continuas, los productos químicos no actuarían como compensadores de frío, porque se aplican mientras la planta se encuentra aún en la fase de predormancia; en todos los casos, ninguno de estos productos puede compensar una falta total de frío (Westwood, 1993).

Existen varios compuestos químicos promotores de brotación, especialmente recomendados en el ciclaje (tabla 4). Teniendo en cuenta la mayor susceptibilidad de algunas variedades a estos químicos, es de suma importancia hacer pruebas antes de usar un nuevo producto, con el objeto de evitar lesiones en yemas o ramas tiernas, y pérdidas en cosecha (Díaz, 1992).

Tabla 4. Ejemplos para el uso de químicos en la supresión de la dormancia en duraznero.

Producto	Concentración producto comercial
Cianamida hidrogenada (Dormex®), caso Colombia	0,75 - 1,5%
Cianamida hidrogenada (Dormex®), caso México ¹	1,0 - 1,5%
Cianamida hidrogenada (Dormex®) + Aceite mineral ²	0,5% + 2,0%
Nitrato de potasio (KNO ₃) + Aceite mineral	5-7% + 3-5%
Nitrato de potasio + thiourea ³	2% + 1%

¹BASF Mexicana (2006); ²Díaz (1992); ³Kuden *et al.* (1995).

La cianamida hidrogenada (H₂CN₂) es uno de los compuestos más utilizados para la ruptura de la dormancia en los subtrópicos; supuestamente, su modo de acción parece estar relacionado con el desbloqueo de la movilización de sustancias de reserva (Sozzi *et al.*, 2007). La H₂CN₂ actúa fisiológicamente inhibiendo la catalasa, con lo cual se incrementa la acumulación de H₂O₂. Se ha demostrado que el H₂O₂ provoca alteraciones respiratorias transitorias y una represión metabólica rápida de las enzimas involucradas en la glicólisis, en el ciclo de los ácidos tricarbóxicos y en el ciclo de Krebs, favoreciéndose de este modo la vía fermentativa y una redirección del flujo de carbono hacia el ciclo de las pentosas fosfato, para la regeneración de NADPH, y sobrellevar de esta forma el estrés oxidativo, procesos que tienen como consecuencia la ruptura de la dormancia

(Pinto *et al.*, 2006). La aplicación de la cianamida hidrogenada adicionando un surfactante, se realiza tres semanas antes de la brotación en yemas completamente diferenciadas y que se encuentran en estado de hinchamiento. El resultado es mejor con temperaturas cercanas a 20°C, durante seis horas posteriores a la aplicación. Para el caso de la ruptura de la dormancia, aplicaciones demasiado tempranas de la cianamida no compensan más que el 30% del requerimiento de frío, mientras aplicaciones demasiado tardías pueden causar quemaduras en yemas que ya habían salido de la dormancia (Erez, 1995).

El nitrato de potasio (KNO₃) no sólo es fuente de nutrientes; también actúa sobre la brotación de yemas en el ciclaje. Su efecto es ligero, y se usa en concentraciones de 5 a 7% (Yuan *et al.*,



2003), permitiendo la adición de hasta 5% de aceite en el duraznero y manzano. Se debe aplicar en los estados de la predormancia fomentando especialmente las yemas florales y evitando la formación de flores anormales como se observó en duraznero (Erez, 1987). Aplicando el KNO_3 al inicio de la dormancia, Erez *et al.* (1998) encontraron también un efecto sobre las yemas vegetativas, evitando su entrada en endodormancia.

Un producto químico de presencia más reciente en el mercado, conocido como «carrier» Armobreak, un amino graso, fue introducido por AKZO (Holanda); aumenta la penetración del compensador por la cutícula de la planta, reduciendo así los costos de las aplicaciones en el caso de productos costosos (p.e. la cianamida hidrogenada), lo cual también baja la fitotoxicidad del producto. Se ha encontrado que la adición de Armobreak incrementa el efecto del KNO_3 usado como compensador de frío (George y Erez, 2000).

VARIETADES APTAS EN EL CICLAJE

Para la técnica de la producción forzada se ajustan mejor a las condiciones tropicales las variedades de bajo requerimiento de frío, además de que resultan más adecuadas en el manejo de los pasos del ciclo (Díaz, 1992); adicionalmente, estas variedades tienen un periodo corto de desarrollo del fruto, como 'Flordaprince' (78 d) o 'Flordagold' (88 d) (Fischer, 1993c), para permitir ciclos más continuos. En este contexto, las variedades 'Diamante' y 'Eldorado', provenientes del Brasil, con 200 y 300 horas frío por debajo de $7,2^\circ\text{C}$, respectivamente, son muy aptas para cosechas continuas; mientras que 'Rubidoux', con exigencia de 600 horas frío (Hawerth *et al.*, 2009) y largo desarrollo del fruto, que alcanza 241 d (Casiera-Posada *et al.*, 2007), y 'Conservero', que alcanza 196 d de desarrollo (Casiera-Posada *et al.* 2004), serían más adecuadas para una cosecha por año. Russel y Topp (2002) reportaron tiempos de desarrollo del fruto de 139 y 153 d, respectivamente, para las variedades 'Diamante' y 'Eldorado', y, además, clasificaron a 'Diamante' como un durazno poco atractivo para el consumo en fresco.

Raseira *et al.* (2003) clasificaron la variedad 'Eldorado' como de doble propósito, con un sabor agradable agri-dulce; mientras 'Rio Grandense' se destaca por una mayor precocidad, madurando 15 a 20 d antes de 'Eldorado'. El 'Diamante' lo recomienda Pérez-González (2001) para las zonas subtropicales mexicanas, por su resistencia al mildew polvoso, su precocidad y su pulpa firme.

Gariglio *et al.* (2006) estudiaron varetas de 13 variedades de duraznero y nectarino, sometidas a frío artificial (3°C) y encontraron porcentajes de yemas brotadas en 'Flordaprince' (33%), 'Early Grande' (26%), 'Tropic Snow' (24%), 'Sun Red' (50%) y 'San Pedro 16-33' (44%), sin acumular ninguna hora frío.

En general, producir duraznos fuera de temporada, es importante para la agroindustria, al igual que para consumo en fresco, puesto que se prefiere un fruto recién cosechado; por tanto, con este propósito se deben manejar variedades de maduración temprana o aquellas muy tardías (Mounzer *et al.*, 2008; Caruso y Sottile, 1999). Recientemente, Byrne y Boonprakob (2008) reportaron buenas características de cuatro genotipos de la serie «Thai Tiger™» (frutos de pulpa amarilla con un sabor agri-dulce) para las zonas altas tropicales, con el fin de ampliar la temporada de la cosecha. Westwood (1993) reporta que las variedades del duraznero que crecen en los trópicos americanos, en muchos casos, son derivados de árboles francos, traídos por los españoles en siglos pasados; estas se han adaptado por selección natural al clima tropical.

Otras características de las variedades para su explotación en el trópico son su adaptación a condiciones de temperaturas superiores a 18°C , alta capacidad para formar yemas florales rápidamente (Díaz, 1992) y que sean de crecimiento vegetativo moderado (Edwards, 1987a). Además, en los programas de fitomejoramiento conducentes a la selección de variedades de bajo requerimiento de frío, la duración corta del desarrollo de fruto se ha convertido en el objetivo más importante, sobre todo para que estas variedades terminen su madurez antes del inicio de la temporada de lluvias, y así reducir el riesgo de problemas fitosanitarios (Topp *et al.*, 2008).



Las variedades con muy poca exigencia de frío, originarias de la Florida (Estados Unidos), no son muy aptas para sitios calurosos tropicales, por su insuficiente polinización y cuajamiento (Westwood, 1993). El portainjerto para la supresión del reposo debe ser débil hasta mediano-vigoroso, para que el crecimiento del árbol cese con la cosecha, fomentando así la diferenciación floral; además, son muy favorables los que no entren en dormancia profunda, como el 'Durazno Blanco Común' (T. Campos, comunicación personal, 2008), facilitando las producciones continuas.

PROGRAMACIÓN DE LA COSECHA

Uno de los aspectos más importantes en la programación de la producción forzada es adecuarse, en cuanto a calidad y cantidad, a las oportunidades del mercado, para que la actividad sea económicamente rentable. En Boyacá, la cosecha de durazno se presenta normalmente en enero-febrero, para el municipio de Nuevo Colón; pero lo que se busca es obtener cosechas en épocas de mejor precio, como sucedería en el segundo semestre del año.

El uso de variedades con distinta duración en el desarrollo del fruto, y la posibilidad de ampliar el tiempo de posrecolección hasta la defoliación, dentro de unos cuatro meses, ofrecen al productor la posibilidad de cosechar casi en cualquier época del año. A. Castro (comunicación personal, 2008) recomienda, por ejemplo, con la variedad 'Rubidoux', la programación de cosecha en 10,5 a 11 meses, mientras 'Rey Negro', 'Diamante' y 'Eldorado' pueden producir cada 8 meses (tabla 3).

En el ciclaje se debe considerar que altas precipitaciones serían indeseables durante la plena floración y en la época de la recolección, pues se aumentaría la pérdida de flores y los costos de producción, debido a las aplicaciones más frecuentes de fungicidas. Para garantizar el éxito en la aplicación de la técnica de cosechas continuas, se recomienda aplicar los productos de protección fitosanitaria en forma preventiva; además, se debe tener en cuenta que en épocas

lluviosas prolongadas se ampliarán los tiempos de floración a cosecha, mientras que temperaturas elevadas, con riego adicional, pueden disminuir la duración de los ciclos.

Existe también la posibilidad de retrasar la fecha de la floración a través de mantener los árboles en un estado más vegetativo con abundante fertilización y suministro de riego. En árboles que entrarán en reposo profundo, aplicaciones de etileno, en forma de ethephon, cuando el 10% de las hojas han caído, en concentraciones entre 100 y 400 ppm, pueden aplazar la floración hasta en 10 d (Paksasorn *et al.*, 1995), otros efectos similares se han observado con la aplicación de aceite crudo de soya y aceite de invierno («dormant oil», Drexel Chemicals, Memphis, TE) al 6% (Deyton *et al.*, 1992), empleados en regiones donde se cosecha una vez por año, con el fin de aplazar la floración y reducir el riesgo de heladas. También el empleo del injerto intermedio con un material de alto requerimiento de frío ha dado resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

En la aplicación de la técnica de cosechas continuas, desde la selección de la variedad hasta las diferentes prácticas de manejo y ubicación del sitio de la plantación deben ser cuidadosamente seleccionadas y ejecutadas.

Considerando que Colombia importa frutos de climas templados por más de 60 millones de US\$ por año (70% de la importación total de frutos, principalmente, de Chile y USA), las existentes 5.500 ha en especies caducifolias (incluyendo la vid) en el país son insuficientes para satisfacer la demanda; además, la producción por hectárea es demasiado baja, por lo cual los programas gubernamentales y de investigación son muy importantes para incrementar la producción y calidad de estos frutos (Fischer *et al.*, 2007). Dentro de este escenario, el durazno producido en épocas de mayor precio tiene muy buenas posibilidades de enriquecer la oferta de frutos durante todo el año, a costos y precios de venta atractivos para el mediano y el pequeño productor.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASF Mexicana. 2006. Agro móvil: Dormex. En: <http://www.basfagro.com.mx/pda/DORMEX.htm>; consulta: abril de 2010.
- Bryla, D.R., E. Dickson, R. Shenck, R.S. Johnson, C.H. Crisosto y T.J. Trout. 2005. Influence of irrigation method and scheduling on patterns of soil and tree water status and its relation to yield and fruit quality in peach. *HortScience* 40(7), 2118-2124.
- Byrne, D.H. y U. Boonprakob. 2008. Thai Tiger™ series of low-chill peaches for the subtropics. *HortScience* 43(7), 2226-2227.
- Caruso, T. y F. Sottile. 1999. La peschicoltura autunnale in Sicilia: Aspetti ambientali, varietali e culturali. *Frutticoltura* 2, 39-46.
- Casiera-Posada, F., V.E. Barreto y O.L. Fonseca. 2004. Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos. *Agron.Colomb.* 22 (1), 40-45
- Casiera-Posada, F., J.I. Rodríguez y J. Cárdenas. 2007. La relación hoja:fruto afecta la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux'). *Rev. Fac. Nal. Agr.Medellín* 60(1), 3657-3669.
- Casiera-Posada, F., C.A. Sepúlveda y Ó.E. Aguilar-Avendaño. 2008. Brotación del manzano (*Malus domestica* Borkh. cv. 'Anna') en respuesta a la época de defoliación. *Rev. UDCA Actual. Divulg. Cient.* 11 (1), 113-122.
- Deyton, D.E., C.E. Sams y J.C. Cummins. 1992. Application of dormant oil to peach trees modifies bud-twig internal atmosphere. *HortScience* 27(12), 1304-1305.
- Díaz, D.H. 1992. Regulación del reposo en duraznero bajo condiciones tropicales y subtropicales. *Acta Hort.* 310, 83-96.
- Díaz, D.H. y A. Álvarez. 1987. Cultural and chemical practices to induce uniform budbreak of peach and apple under warm climate of Mexico. *Acta Hort.* 199, 61-62.
- Edwards, G.R. 1987a. Producing temperate zone fruit at low latitudes: avoiding rest and the chilling requirement. *HortScience* 22(6), 1236-1240.
- Edwards, G.R. 1987b. Conditions of growth, dormancy and rest to produce temperate zone fruits under tropical conditions. *Acta Hort.* 199, 57-61.
- Edwards, G.R. 1987c. Temperature in relation to peach culture in the tropics. *Acta Hort.* 199, 61-62.
- Edwards, G.R. 1985. Changes in endogenous hormones in apple during bud burst induced by defoliation. *Acta Hort.* 158, 203-210.
- Erez, A. 1995. Means to compensate insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395, 81-95.
- Erez, A. 1989. Off-season production of deciduous fruits by manipulation of the rest period. pp. 4.1-4.13. En: *Proc. Intl. Symp. Off-Season Production of Horticultural Crops*, Taipei, Taiwan.
- Erez, A. 1987. Use of the rest avoidance technique in peaches in Israel. *Acta Hort.* 199, 137-144.
- Erez, A. 1986. The significance of the length of the leafless stage in deciduous fruit trees on fruit production potential. En: Lakso, A.N. y F. Lenz (eds.). *The regulation of photosynthesis in fruit trees*. New York State Agricultural Experiment Station, Geneva.
- Erez, A.; M. Faust y M. Line. 1998. Changes in water status in peach buds on induction, development and release from dormancy. *Scientia Hort.* 73, 111-123.
- Erez, A. y S. Lavee. 1971. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I. Temperatura. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96, 711-714.
- Erez, A., Z. Yablewicz y R. Korcinski. 1993. High density plantings for protected cultivation of fruit crops: plastic cover for peach and nectarine. *Acta Hort.* 349, 95-98.
- Faust, M. y B. Timon. 1995. Origin and dissemination of peach. *Hort. Rev.* 17, 331-379.
- Fischer, G. 2000. Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. *Acta Hort.* 531, 91-98.
- Fischer, G. 1993a. Fisiología en la producción de dos cosechas anuales en manzano y duraznero. *Agro-Desarrollo* 4(1-2), 18-31.



- Fischer, G. 1993b. Fisiología del crecimiento vegetativo del manzano. pp. 17-27. En: Memorias Simposio Internacional sobre el Manzano, Manizales, Colombia.
- Fischer, G. 1993c. Fisiología y manejo en pre y poscosecha. pp. 97-117. En: Frutales caducifolios – manzano, peral, durazno, ciruelo. Ed. Siac-Fenalce, Bogotá.
- Fischer, G. 1992a. Present state and development of deciduous fruit culture in Boyacá, Colombia. *Acta Hort.* 310, 41-49.
- Fischer, G. 1992b. Técnica de suprimir el reposo invernal del manzano en el altiplano colombiano. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 36, 49-54.
- Fischer, G., D. Miranda Lasprilla y F. Casierra-Posada. 2007. Current state of temperate fruits growing in Colombia (South America). p. 107. En: Memorias VIII International Symposium of temperate zone fruits in the tropics and subtropics. Oct. 21-25. Florianopolis, Brasil.
- Fulford, R.M. 1970. Leaves, fruit and flower initiation. *Proc. 18th International Horticultural Congress 4*, 143-150.
- Garigilio, N.F., R.A. Pilatti y M.A. Fonfría. 2007. Requerimiento ecofisiológicos de los árboles frutales. pp. 41-82. En: Sozzi, G.O. (ed.). Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- George, A.P. y A. Erez. 2000. Stone fruit species under warm subtropical and tropical climates. pp. 231-265. En: Erez, A. (ed.). Temperate fruit crops in warm climates. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- George, A.P., J. Lloyd y R.J. Nissen. 1992. Effects of hydrogen cyanamide, paclobutrazol and pruning date of dormancy release of the low chill peach cultivar Flordaprince in subtropical Australia. *J. Exp. Agr.* 32, 89-95.
- George, A.P., R.J. Nissen y B.W. Sherman. 1988. Overlapping and early single cropping of low chill peaches in Australia. *Fruit Var. J.* 42(3), 91-95.
- Gil-Albert, F. 1989. Tratado de arboricultura frutal. Vol. II. La ecología del árbol frutal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Grochowska, M.J., A. Karaszewska, B. Jankowska, J. Maksymink y M.W. Williams. 1984. Dormant pruning on auxin, gibberellin, and cytokinin levels in apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3), 312-318.
- Hawerroth, F.J., J.L. Petri, G. Berenhauser, F.G. Herter y A.C. Marafon. 2009. Efeito do frio e do desponte na brotação de gemas em pessegueiro. *Rev. Bras. Frutic.* 31(2), 440-446.
- Johnson, R.S. 2008. Nutrient and water requirements of peach trees. pp. 303-331. En: Layne, D.R. y D. Bassi (eds.). *The peach: Botany, production and uses*. CAB International, Wallingford, UK.
- Johnson, R.S., D.F. Handley y T.M. DeJong. 1992. Long-term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(6), 881-886.
- Küden, A.B.; A. Küden y N. Kaska. 1995. The effects of thiourea and potassium nitrate - thiourea treatments on the release from dormancy of peaches and nectarines. *Acta Hort.* 409, 133-136.
- Lakso, A.N. 1985. The effects of water stress on physiological processes in fruit crops. *Acta Hort.* 191, 275-290.
- Lang, G.A., J.D. Early, G.C. Martin y R.L. Darnell. 1987. Endo-, para -, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22, 371-377.
- Leite, G.B.; M. Bonhomme; A. Lacoite; R. Rageau; S. Sakr; A. Guilliot; K. Maurel; G. Petel y A. Couto-Rodríguez. 2004. Influence of lack of chilling of bud-break pattern and evolution of sugar contents in buds and stem tissues along the one-year-old shoot of the peach tree. *Acta Hort.* 662, 61-71.
- Lloyd, D.A. y G.A. Couvillon. 1974. Effects of date of defoliation on flower and leaf bud development in the peach *Prunus persica* (L.) Batsch. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(6), 514-517.
- Lloyd, J. y D. Firth. 1990. Effect of defoliation time on depth of dormancy and bloom time for lowchill peaches. *HortScience* 25(12), 1575-1578.
- Mounzer, O.H., W. Conejero, E. Nicolás, I. Abrisqueta, Y.V. García-Orellana, L.M. Tapia, J. Vera, J.M. Abrisqueta y M. del C. Ruiz-Sánchez. 2008. Growth pattern and phenological stages of early-maturing peach trees under a mediterranean climate. *HortScience* 43(6), 1813-1818.
- Paksasorn, A., M. Masuda, H. Matsui, M. Ohara y N. Hirata. 1995. Effect of fall ethephon application on bloom delay and fruit set in Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). *Acta Hort.* 395, 193-200.
- Pinto, M., W. Lira, H. Ugalde y F. Pérez. 2006. Latencia de las yemas, fisiología de la latencia de las yemas de vid : hipótesis actuales. *Vino y su Industria* 5 (46), 54-70.



- Poerwanto, R., D. Efendi, W.D. Widodo, S. Susanto y B.S. Purwoko. 2008. Off-season production of tropical fruits. *Acta Hort.* 772, 127-133.
- Proebsting, Jr., E.L. y J.E. Middleton. 1980. The behavior of peach and pear trees under extreme drought stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 380-385.
- Raseira, M. do C.B.; F. Herter y C.A.S. Posser. 2003. The Embrapa/clima temperado peach breeding program and adaptation to subtropical regions. *Acta Hort.* 606, 45-50.
- Real Laborde, J.I. 1987. Estimating chill units at low latitudes. *HortScience* 22(6), 1227-1231.
- Richardson, E.A., S.D. Seeley y D.R. Walker. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peaches. *HortScience* 9, 331-332.
- Ríos, F. 1993. Desarrollo histológico de la yema floral y determinación del estado óptimo para la aplicación del compensador de frío en duraznero *Prunus persica* (L.) Batsch. *Agro-Desarrollo* 4(1), 32-36.
- Rom, C.R. 2003. Dormancy and acclimation. pp. 57-63. En: Baugher, T.A. y S. Singha (eds.). *Concise encyclopedia of temperate tree fruit*. Food Product Press, New York.
- Russel, D.M. y B.L. Topp. 2002. Performance of Brazilian stonefruit varieties in a temperate region of Australia. *Acta Hort.* 592, 149-155.
- Saure, M.C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 7, 256-259.
- Sherman, W.P. y P.M. Lyrene. 1984. Biannual peaches in the tropics. *Fruit Var. J.* 38, 37-39.
- Sozzi, G.O.; N.F. Gariglio y M.I. Figueroa de Orell. 2007. Dormición en árboles frutales de hojas caducas. pp. 85-106. En: Sozzi, G.O. (ed.). *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Stino, G.R. 1987. Is growing temperate-zone fruits profitable in the tropics and subtropics? *HortScience* 22(6), 1243-1246.
- Szalay, L., B. Timon, S. Németh, J. Papp y M. Tóth. 2010. Hardening and dehardening of peach flower buds. *HortScience* 45(5), 761-765. 2010.
- Topp, B.L., W.B. Shermann y M.C.B. Raseira. 2008. Low-chill cultivar development. pp. 106-138. En: Layne, D.R. y D. Bassi (eds.). *The peach: Botany, production and uses*. CAB International, Wallingford, UK.
- Tromp, J. 1976. Flower bud formation and shoot growth in apple as affected by temperature. *Scientia Hort.* 5, 331-338.
- Westwood, M.N. 1993. *Temperate-zone pomology*. Timber Press, Portland. pp. 420-426.
- Yuan, Z.; X. Li; L. Li; X. Han y T. Yan. 2003. Effects of temperature and several chemicals on metabolic changes during dormancy release in NJ72 nectarine. *Agric. Sci. China* 2, 549-555.
- Zeller, O. 1973. Blürrhythmik von Apfel und Birne im tropischen Hochland von Ceylon. *Gartenbauwiss.* 38, 327-342.