

Situación del material vegetal de melocotonero utilizado en España

G. Llácer*, J. M. Alonso**, M. J. Rubio**, I. Batlle***, I. Iglesias****, F. J. Vargas***, J. García-Brunton*****, M. L. Badenes*

* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Departamento de Fruticultura, Apartado Oficial, 46113 Moncada (Valencia)

** Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Unidad de Fruticultura, Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza

*** Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Mas de Bover, Ctra. Reus-El Morell, Km 3,8, 43120 Constantí (Tarragona)

**** Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Estació Experimental de Lleida, Av. Alcalde Rovira Roure 177, 25006 Lleida

***** Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA), Departamento de Fruticultura, 30150 La Alberca (Murcia)

Resumen

El melocotonero es la especie de fruta dulce más cultivada en España. La superficie dedicada a este cultivo se ha incrementado ligeramente en los últimos 15 años, pero la producción se ha duplicado en ese mismo periodo como consecuencia de la creciente utilización del riego por goteo y de la introducción tanto de nuevas variedades como de nuevos patrones. La estructura varietal española se halla en plena evolución, con un incremento significativo de nectarinas y paraguayos, un aumento más ligero de los melocotones de carne blanda y una disminución importante de los melocotones de carne dura. Los principales problemas del cultivo son la mala adaptación de muchas variedades foráneas a las condiciones agroclimáticas españolas, la excesiva dependencia de las variedades extranjeras, la falta de calidad interna de los frutos de muchas de las variedades cultivadas, la incidencia de plagas, enfermedades y diferentes estreses abióticos y los costes de producción elevados. Estos problemas tratan de resolverse a través de programas de mejora genética mediante cruzamientos dirigidos. En estos momentos existen en España no menos de 14 programas activos de mejora del melocotonero. Para lograr los objetivos de estos programas es imprescindible disponer de nuevas fuentes de variación genética que contengan los caracteres deseados. La búsqueda y utilización de estas nuevas fuentes de variación genética requiere una fuerte inversión en investigación y caracterización de nuevo germoplasma frutal y en el estudio del control genético de los caracteres de interés.

Palabras clave: *Prunus persica*, evolución, estructura varietal, tendencias, problemática, programas de mejora, germoplasma.

Summary

Plant material of peach, situation in Spain

The peach species is the most important stone fruit grown in Spain. The acreage devoted to this crop has increased lightly in the last 15 years, however the production has been doubled in this period as a consequence of the use of drip irrigation and introduction of new varieties and more efficient rootstocks. The range of varieties in Spain is very dynamic, there is a substantial increase of nectarines and platicarpa types, a light increase of melting peaches and a decrease of non-melting varieties. The main problems of this crop are the bad adaptability of many varieties from foreign countries to the Spanish

environment, the dependency from varieties bred in other countries, the lack of internal quality of the fruits in many commercial cultivars, the incidence of pests, diseases and abiotic stresses and the high cost of the crop management. These problems might be overcome by means of breeding programs based on specific crosses. Currently, there are 14 active peach breeding programs in Spain. In terms of accomplishing the objectives of these programs new sources of variability carrying the desired traits are needed. The search and use of new sources of variation implies a high investment in research and characterization of the new plant material along with inheritance studies of those traits of interest.

Key words: *Prunus persica*, evolution, varietal structure, trends, problems, breeding programs, germplasm.

Introducción. Importancia del melocotonero en España

El melocotonero es la tercera especie frutal de mayor producción a nivel mundial después del manzano y del peral. En la Unión Europea (UE) ocupa el segundo lugar tras el

manzano, tanto en superficie como en producción, mientras que en España el melocotonero es la especie de fruta dulce más cultivada y se caracteriza por su extraordinario dinamismo varietal, por un incremento ligero de la superficie ocupada y un aumento mucho más acusado de la producción.

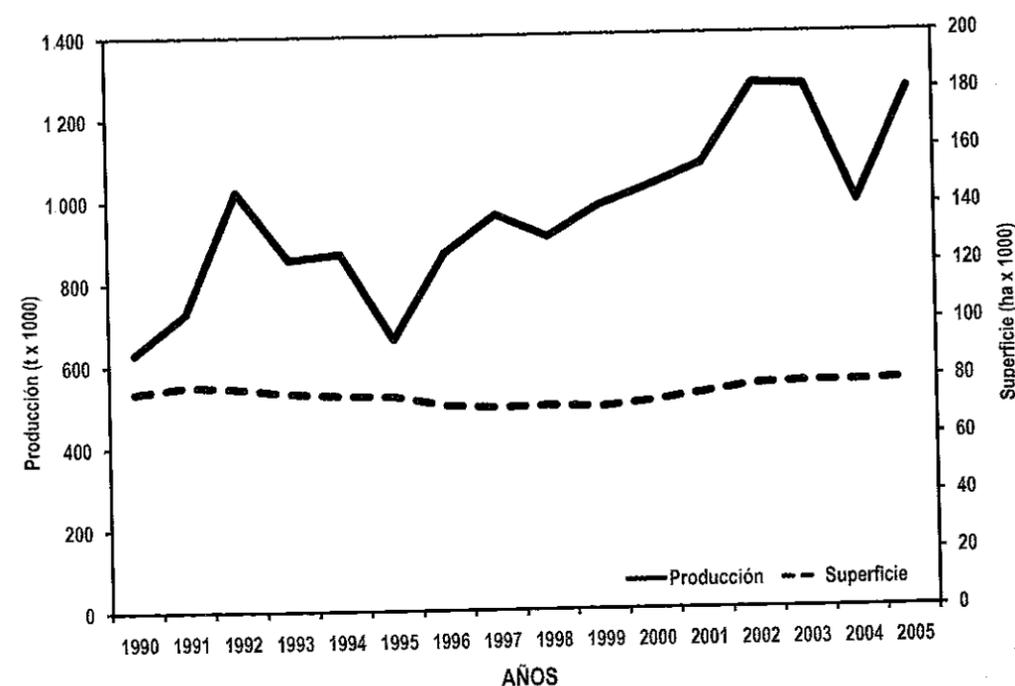


Figura 1. Evolución de la superficie plantada y de la producción de melocotonero en España (1990-2005) (MAPA, 2006)

Figure 1. Trends of acreage and production of peach in Spain (1990-2005) (MAPA, 2006)

En la figura 1 se muestra la evolución de la superficie plantada y de la producción en España en el período 1990-2005 (MAPA, 2006). En ella se observa que mientras la superficie dedicada al cultivo del melocotonero se ha incrementado ligeramente en los últimos 15 años, alcanzando las 79.000 ha en 2005, la producción se ha duplicado en ese mismo período, pasando de las 629.000 tm a 1.261.000 tm, como consecuencia sobre todo de la creciente utilización del riego por goteo y de la introducción de nuevos materiales vegetales, tanto de variedades como de patrones. En la actualidad, el melocotonero ocupa en España el 36% de la superficie dedi-

cada a la fruta dulce (por delante de manzanos, cerezos, perales, ciruelos y albaricoques) y representa el 29% de la producción final agraria de este tipo de frutas. España es el cuarto productor mundial, detrás de China, Italia y Estados Unidos (FAOSTAT, 2007) y produce el 25% del melocotón de la UE.

En la tabla 1 se presentan las superficies cultivadas y las producciones de melocotonero en las 6 Comunidades Autónomas (CC AA) que suman el 94% de la producción española (MAPA, 1997 y 2006). De la comparación entre los datos de 1995 y 2005 pueden destacarse los hechos siguientes:

Tabla 1. Superficies y producciones de melocotonero en las principales CC AA productoras en los años 1995 y 2005 (MAPA, 1997 y 2006)

Table 1. Acreage and production of peach in the main areas of Spain in 1995 and 2005 (MAPA, 1997 and 2006)

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)		Producción (tm)	
	1995	2005	1995	2005
Cataluña	17.200	16.987	162.842	340.000
Aragón	14.913	16.756	127.171	300.000
Murcia	14.859	14.458	147.537	259.000
Andalucía	8.965	12.176	83.165	133.500
C. Valenciana	10.631	8.092	56.626	50.500
Extremadura	2.161	6.064	29.568	108.000
Total 6 CC AA	68.729	74.533	606.909	1.191.000

La superficie dedicada al melocotonero ha descendido en Cataluña, Murcia y la C. Valenciana, ligeramente en las dos primeras y algo más en Valencia. Por el contrario, la superficie ha aumentado en Aragón, Andalucía y Extremadura. En el total de las 6 CC AA el aumento de la superficie cultivada no ha llegado al 9%. La producción, sin embargo, se ha incrementado notablemente en todas las CC AA excepto en la C. Valenciana, con un aumento en el total de las 6 Comunidades del 96%, confirmando el gran incre-

mento de la productividad ya comentado en el párrafo anterior.

Situación del cultivo del melocotonero en las principales regiones productoras

Antes de exponer esta situación conviene aclarar algunos aspectos sobre las distintas denominaciones comerciales de los frutos del melocotonero. Los frutos de esta especie

(*Prunus persica* L. Batsch) reciben diferentes nombres según su forma, la firmeza y el color de la pulpa, la adherencia al hueso y la vellosidad de la piel. Estos nombres varían, además, según los países y, dentro de España, según las regiones (Cambra, 1984). Las denominaciones "nectarina" y "paraguayo" no ofrecen dudas en estos momentos, pero sí las denominaciones para melocotón de carne blanda y melocotón de carne dura. En este documento, siguiendo la recomendación de Cambra (1984), recuperaremos la denominación "durazno" para todo el conjunto de variedades con frutos de piel vellosa y carne dura adherida al hueso, reservando la denominación "melocotón" para los frutos de piel vellosa, carne blanda y hueso libre o semi-libre. En resumen, en lo sucesivo utilizaremos las siguientes denominaciones:

- **Melocotones:** frutos de carne blanda (color amarillo o blanco), de hueso libre o semi-libre, forma más o menos redondeada y piel vellosa.
- **Nectarinas:** se diferencian de los anteriores en que la piel es glabra, no vellosa.
- **Paraguayos:** se caracterizan por su forma chata o aplanada ('platicarpa') y pueden ser de piel vellosa o glabra (platerinas).
- **Duraznos:** frutos de piel vellosa, carne dura o semidura y hueso adherido, dedicados en gran parte a la industria, pero que en España también se consumen en fresco.

Como se ha visto en la tabla 1, **Cataluña** es la Comunidad de mayor producción en España. La distribución según los tipos de fruto es la siguiente: melocotones 43%, nectarinas 39%, duraznos 14% y paraguayos 4%. La recolección de los primeros melocotones tiene lugar a finales de mayo (semana 21) y un poco más tarde (semana 23) la de los otros tipos y no finaliza hasta finales de septiembre o primeros de octubre (semanas 39 o 40).

En **Aragón**, segunda región productora española, predomina la producción de duraznos (melocotones de carne dura amarilla) con el 63%, seguida de las nectarinas (27%), melocotones de carne blanda (5%) y paraguayos (5%). La recolección empieza a mediados de junio, con las primeras nectarinas, y termina en noviembre, con los duraznos de Calanda.

En **Murcia** predomina también la producción de duraznos (62%), seguida de las nectarinas (16%), melocotones de carne blanda (12%) y paraguayos (10%). La recolección empieza en la segunda quincena de abril, con melocotones y nectarinas, y termina a finales de septiembre con los últimos duraznos.

En **Andalucía**, en cambio, predominan las nectarinas (67%), mientras que melocotones y duraznos representan el 21 y el 12% respectivamente. La recolección de melocotones y nectarinas comienza en la primera quincena de abril y termina en la segunda de julio.

En la **C. Valenciana** la producción de nectarinas también es predominante (51%), los melocotones representan el 38% y los duraznos el 11%. La recolección de melocotones y nectarinas se inicia a finales de abril o primeros de mayo (semanas 17 o 18) y termina a finales de junio para los melocotones y dos semanas más tarde para las nectarinas.

Finalmente, hay que mencionar a **Extremadura**, donde el cultivo del melocotonero ha crecido de forma importante en los últimos años, con un claro predominio de las nectarinas (50%) y melocotones (38%), seguidos por los duraznos (11%) y los paraguayos (1%). La recolección empieza en mayo y finaliza a mediados de septiembre.

En resumen, en el global español, la distribución según los tipos de fruto del melocotonero es la siguiente: la producción de duraznos es predominante, con el 41,6% del total, le siguen las nectarinas con el

32,6%, los melocotones con el 24,0% y los paraguayos con el 1,8%. Esta distribución varía de unas CC AA a otras según las características climáticas, especialmente la acumulación de horas-frío durante el invierno, y también la tradición del cultivo. Así, en Andalucía, con 200-400 horas-frío en el Valle bajo del Guadalquivir, en la C. Valenciana, con 300-800 horas-frío y en Extremadura, con 400-800 horas-frío, predominan las nectarinas y los melocotones con bajas necesidades de frío o "low chilling". En cambio en Murcia, que tiene una acumulación de horas-frío similares a las de la C. Valenciana, predominan los duraznos debido a la larga tradición en el cultivo del melocotonero de industria. Algo similar ocurre en Aragón, donde con 700-1.100 horas-frío y elevada frecuencia de heladas primaverales, no es posible cultivar variedades precoces y se han especializado en el cultivo de duraznos, muy tardías, de buena rusticidad y de gran calidad. En Cataluña, con un número similar de horas-frío que Aragón, el cultivo de duraznos ha descendido mucho en favor de nectarinas y melocotones de media estación y de paraguayos.

Estructura varietal española

El melocotonero es la especie frutal que muestra un mayor dinamismo varietal, apareciendo cada año numerosas variedades en el mercado. A escala mundial, en la década de los años 70 se registraron 202 nuevas variedades, en la década siguiente fueron 625 y en el período 1991-2001 se registraron 1.092 variedades, de las cuales el 56% eran de melocotones, el 36% de nectarinas y sólo el 8% de duraznos. Esta avalancha de nuevas variedades desorienta a fruticultores y técnicos, que no tienen tiempo de experimentar el comportamiento de las mismas en las diversas zonas productoras. En España, la

gama varietal de melocotones y nectarinas se ha renovado en buena medida en los últimos 15 años, buscando los productores el material vegetal que proporcione mayor rentabilidad al aportar alguna ventaja sobre las variedades competidoras, como precocidad, productividad, presencia exterior, calibre, resistencia o tolerancia específica a alguna enfermedad o estrés, calidad organoléptica, tipología distintiva del fruto que aumente su atractivo para el consumidor, etc.

Si analizamos la estructura varietal de los duraznos en España (MAPA, 2006), las variedades que predominan son las de carne amarilla de origen español y norteamericano, como 'Sudanell' (4.600 ha), 'Catherina' (4.500 ha), las variedades de la serie 'Babygold' (2.800 ha), 'Miraflores' (2.200 ha), 'Andross' (2.150 ha), 'Carson' (1.200 ha), los 'Tardíos de Calanda' (1.050 ha), 'Jerónimo' (800 ha), 'San Lorenzo' (730 ha) y 'Campiel' (600 ha). Las principales variedades de este grupo proceden de viveros comerciales y son consideradas libres. Dentro de las variedades de melocotón de carne blanda amarilla destacan a nivel nacional las variedades 'Springcrest' (2.700 ha), 'Maycrest' (1.400 ha), grupo 'Florida' (1.200 ha), 'Royal Glory' (1.100 ha), 'Sunred' (1.075 ha) y 'Spring Lady' (880 ha), todas ellas de origen norteamericano. La única variedad de melocotón de pulpa blanca que destaca en superficie dentro de las estadísticas disponibles sería la variedad 'Alexandra' (240 ha) (fig. 2). Las variedades de este grupo proceden de viveros comerciales y han sido adquiridas legalmente, aunque en la mayoría de los casos sin 'royalties', que sólo se están exigiendo desde hace unos pocos años.

Dentro de las nectarinas, de carne amarilla destacan 'Big Top' (1.500 ha), 'Fantasía' (730 ha) y 'Fairlane', (650 ha) y de carne blanca 'Snow Queen' (820 ha), 'Caldesi 2000' (840 ha), 'Flavor Giant' (384 ha) y 'Caldesi' (180 ha), también de origen norteamericano, salvo las 'Caldesi' de origen italiano (fig. 2).



de los mismos, lo que ha significado una pérdida de la calidad interna (sabor, aroma, textura, jugosidad) con la consiguiente decepción del consumidor (Iglesias et al., 2005; Iglesias, 2007).

En cuanto a las tendencias en la producción, la estructura varietal española se halla en plena evolución. Las variedades autóctonas tradicionales (duraznos de carne amarilla), cultivadas sobre todo en Murcia, Aragón y Cataluña, están en clara regresión, excepto los muy tardíos que han gozado de una selección clonal adecuada. Han sido sustituidos en parte por variedades de carne dura extranjeras, que ofrecen una mayor productividad, y allí donde la climatología lo permite (Andalucía, Murcia, C. Valenciana y Extremadura) por variedades de carne blanda y maduración precoz o superprecoz, que se destinan principalmente a la exportación (Llácer, 2005). Las proyecciones para los próximos años indican una continuación de las tendencias expuestas, con un incremento significativo de nectarinas y paraguayos, un aumento más ligero de los melocotones (carne blanda) y una disminución importante de los duraznos tradicionales (Iglesias y Casals, 2007).

Una tendencia creciente en la producción es el cultivo de las denominadas variedades subácidas o dulces, principalmente en nectarina amarilla y también importantes en nectarina de carne blanca y melocotón rojo. Hay que mencionar entre otras: 'Big Bang', 'Big Top', 'Honey Blaze', 'Nectareine' y 'Luciana' de carne amarilla; 'Nectarjune', 'Nectaperla' y 'Garcica' de carne blanca y 'Royal Glory', 'Royal Time' y 'Sweet Dream' en melocotón rojo de carne amarilla. En esta tipología de variedades, y en particular en las nectarinas, la satisfacción del consumidor en fechas anteriores a la de cosecha comercial es superior y la pérdida de firmeza menor a la de las variedades tradicionales o ácidas como 'Armking', 'Fantasia' o

'Venus' (Iglesias, 2007). También es destacable la buena aceptación que las variedades subácidas o dulces están teniendo en diferentes países del norte de Europa (Alemania, Polonia, Reino Unido, etc.), contrariamente a lo que cabría esperar.

Problemática del cultivo desde el punto de vista del material vegetal

Los principales problemas del cultivo del melocotonero desde el punto de vista del material vegetal pueden resumirse en los siguientes puntos (Llácer, 2007):

- Mala adaptación de muchas variedades foráneas, especialmente las californianas, a las condiciones agroclimáticas españolas. Ello origina frecuentemente bajas producciones. Adaptación desconocida por la falta de experimentación previa.
- Excesiva dependencia de las variedades obtenidas en programas de mejora extranjeros. Su disponibilidad en algunos casos está restringida a determinados grupos y frecuentemente los "royalties" requeridos para su plantación son excesivos.
- Falta de calidad interna de los frutos de muchas de las variedades cultivadas, sobre todo de las precoces.
- Incidencia de plagas, enfermedades y diferentes estreses abióticos.
- Costes de producción elevados (aclareo, poda, tratamientos y recolección, fundamentalmente).

La mala adaptación de muchas variedades foráneas se ha puesto especialmente de manifiesto con la creciente utilización de variedades precoces o muy precoces (maduración en abril-mayo), que permiten alcanzar precios de venta elevados, pero que a menudo presentan graves problemas de

adaptación ya que se plantan como novedad sin previa experimentación. Hay muchos ejemplos de este problema, quizás el más típico (sin ser muy precoz) es 'Big Top', la nectarina más cultivada en España por su gran calidad organoléptica, buen calibre y coloración intensa (Carbó e Iglesias, 2002), pero que presenta muy mala adaptación en muchas zonas de cultivo: poco productiva (baja densidad floral), frutos de forma irregular y gran cantidad de frutos dobles o triples y frutos con huesos abiertos.

La excesiva dependencia de variedades obtenidas en programas de mejora extranjeros, principalmente de Estados Unidos, Italia y Francia, se debe a que España ha carecido hasta hace pocos años de programas propios de mejora. En el pasado, las nuevas variedades que se producían en el extranjero eran libres o estaban mal protegidas, de forma que los viveristas y fruticultores españoles las podían introducir y ensayar y, si se comportaban bien, las podían multiplicar, cultivar y comercializar. Si era necesario, se cambiaba fraudulentamente el nombre original. Hoy en día esto es imposible. A partir de mediados de los años 90, la mayoría de las nuevas variedades están legalmente protegidas y esta protección es cada vez más eficiente, de modo que sólo pueden cultivarse si se obtiene la licencia de los obtentores y se pagan los 'royalties' correspondientes: 1-2 €/árbol o bien una cantidad por superficie plantada (hasta 4.000 €/ha). Algunas de estas variedades pertenecen en exclusiva a unos pocos productores con gran poder adquisitivo. La dependencia de las variedades extranjeras es, por tanto, muy cara y además incide a menudo en el problema de la mala adaptación a nuestras condiciones agroclimáticas, al ser variedades producidas y seleccionadas en otras condiciones diferentes.

La falta de calidad interna de los frutos ya ha sido mencionada en el apartado anterior. Los frutos de la mayoría de variedades

actuales presentan una buena calidad externa (tamaño, coloración intensa y precoz, aspecto general), pero a menudo carecen de cualidades organolépticas suficientes. Esto sucede sobre todo en las variedades precoces, cuyos frutos se venden porque son los primeros que aparecen en los mercados. Por otra parte, el valor añadido de la diferenciación del fruto por color, forma y tamaño ha desaparecido prácticamente, ya que los frutos de diferentes variedades en la misma época de maduración son muy parecidos y difíciles de distinguir visualmente. La calidad interna de los frutos depende sobre todo de dos factores relacionados entre sí, la firmeza y el sabor. Una firmeza adecuada de los frutos es esencial para su buen manejo y comercialización. La falta de firmeza obliga a recolectar los frutos demasiado verdes, para que resistan los procesos de post-cosecha, con la consiguiente pérdida sobre todo del sabor. Una firmeza mayor permite recolectar los frutos más cerca de la madurez fisiológica y, por lo tanto, con una notable mejora de la calidad. En cuanto al sabor de los frutos es una calidad importantísima y al mismo tiempo difícil de evaluar, ya que es en gran parte subjetiva, no perceptible exteriormente y depende de muchos factores (y de las relaciones entre ellos): la cantidad de sólidos solubles, las cantidades relativas de los diferentes azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa, sorbitol), la acidez (ácido cítrico, málico, etc), los componentes aromáticos e incluso la textura.

Las plagas que afectan al melocotonero son principalmente lepidópteros como *Anarsia lineatella* y *Cydia molesta*, áfidos como *Myzus persicae* entre otros, cóccidos como el piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), trips (*Frankiniella occidentalis*) y entre los dípteros destaca por su importancia la mosca de la fruta (*Ceratitidis capitata*), insecto polífago que constituye la plaga más importante de todos los frutales de

hueso. Mención aparte merecen los nematodos que, dependiendo del patrón utilizado, pueden producir importantes daños en melocotonero. Dentro de los hongos que afectan a la parte aérea están *Phomopsis amygdali*, *Cytospora* spp., el agente de la lepra (*Taphrina deformans*), el cribado (*Cladosporium carpophilum*), que afecta sobre todo a variedades tardías, el oidio (*Sphaerotheca pannosa*) y la *Monilia laxa*, agente también de la podredumbre de los frutos. Además, los hongos del suelo como *Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix* causan daños variables según la zona de cultivo y el portainjerto utilizado (Fideghelli y Sansavini, 2005). Entre las bacterias hay que considerar a *Agrobacterium tumefaciens* y, sobre todo, a *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* recientemente detectada en España (Roselló et al., 2007). En cambio, los aislados del virus de la sharka difundidos en nuestro país no producen en la actualidad daños apreciables en melocotonero (Cambrá et al., 2006), aunque esta situación podría variar en cualquier momento, ya que otros aislados más agresivos de este virus se han difundido ya en regiones italianas y francesas, algunas tan próximas como la zona de Perpiñán.

Entre los estreses abióticos hay que mencionar los efectos de las bajas temperaturas y heladas primaverales, que afectan principalmente a las variedades de floración precoz, y que ocasionan frutos con huesos abiertos y mermas en la producción, los efectos de las altas temperaturas del verano, que inducen la posterior presencia de frutos dobles o triples y, por el contrario, la caída de frutos pre-cosecha y los daños por frío en post-cosecha (mancha ocre y vitrescente), que afectan especialmente a los duraznos de maduración muy tardía cultivados en Aragón. Habría que añadir, por supuesto, todos los factores ligados al tipo de suelo (caliza, salinidad, sequía, asfixia radicular) que se resuelven con los portainjertos adecuados.

Finalmente, los costes de producción elevados se deben principalmente al coste de los numerosos tratamientos fitosanitarios y de la mano de obra necesaria para las operaciones de poda, aclareo y recolección.

Los programas de mejora genética

Los problemas expuestos en el apartado anterior tratan de resolverse con la obtención de nuevas variedades a través de programas de mejora genética mediante cruzamientos dirigidos. Ya se ha comentado previamente el enorme número de nuevas variedades de melocotonero que aparecen cada año en el mercado. Estas variedades tienen su origen en más de 70 programas de mejora existentes en el mundo, liderados por Estados Unidos de donde proceden el 50% de las nuevas variedades, mientras que el 30% procede de Europa (principalmente de Francia e Italia) y el resto de Sudáfrica, Australia, China, Japón, Méjico y Brasil (Byrne, 2002 y 2005). Los programas de mejora pueden ser públicos o privados. La mayoría de los programas realizados por empresas privadas dedican casi todo su esfuerzo a la obtención de 'novedades': variedades que el consumidor pueda distinguir de las demás por alguna característica de su presentación o de su sabor particular. Son programas que buscan la ganancia rápida con la mínima inversión de tiempo y esfuerzo en el estudio de los materiales obtenidos. Por el contrario, los programas realizados por centros públicos se dedican más al desarrollo de los bancos de germoplasma, a los estudios de genómica y tecnología para la selección y mejora y a la introducción de resistencias frente a factores bióticos y abióticos (Iglesias et al., 2005), lo que indudablemente requiere más tiempo y es costoso, pero tiene un indudable interés.

A pesar de todas estas innovaciones, muy pocas variedades de los programas extranjeros satisfacen las necesidades del productor español. Por esa razón, a finales de los años 80 y, sobre todo, en la década de los 90, se iniciaron en España varios programas de mejora genética del melocotonero con la intención principal de evitar la total dependencia de los programas extranjeros y conseguir variedades mejor adaptadas a las condiciones agroclimáticas de nuestras regiones productoras. Esta tendencia ha seguido e incluso se ha incrementado a partir del año 2000, de modo que a finales del 2007 existen en España no menos de 14 programas activos de mejora de esta especie. Las razones de esta proliferación de programas de mejora, que puede parecer excesiva en un país como España, son las siguientes:

- La ya citada situación actual de protección de casi todas las nuevas variedades, con acceso restringido para algunas y pago de elevados "royalties" en otras.
- La necesidad de diferenciación de la producción, cada obtentor quiere unas variedades que se distingan de las demás.
- La adaptación de las variedades a las condiciones de cada área de cultivo se facilita con programas propios de mejora, donde las descendencias obtenidas de los cruzamientos se seleccionan 'in situ'.

Los 14 programas se distribuyen de la siguiente forma: cinco en Andalucía, dos en Aragón, dos en la C. Valenciana, dos en Cataluña, dos en Murcia y uno en Extremadura. En cuanto a la financiación, seis programas son exclusivamente privados, uno es público y los otros siete tienen una financiación mixta, predominando la inversión pública en cuatro de ellos y la privada en los otros tres. Los principales objetivos de los programas españoles de mejora del melocotonero responden a la problemática expues-

ta en el apartado anterior (Llácer, 2005 y 2007):

- Adaptación climática y ampliación del calendario de comercialización. Existe un claro desplazamiento hacia variedades de bajas o muy bajas necesidades de frío invernal, lo que permite el cultivo en zonas de clima cálido, con un adelanto de más de 30 días en la época de recolección. Estas variedades de bajas necesidades en frío y corto período de desarrollo del fruto deben tener un vigor medio, producir cuajados de frutos con temperaturas relativamente bajas o altas, ser capaces de vegetar bien con poca luz primaveral, temperaturas extremas y con fuerte alternancia noche-día. También deben adaptarse a las altas temperaturas estivales de las zonas españolas donde se cultivan este tipo de variedades.
- Independencia de las obtenciones extranjeras para evitar el pago de 'royalties' y los problemas de mala adaptación.
- Calidad sensorial. Ya hemos dicho que las variedades precoces, sobre todo, suelen presentar una buena calidad externa (aparición, color, tamaño) pero carecen a menudo de calidad interna y que ésta depende principalmente de la firmeza y el sabor. En los mercados europeos el Reglamento en vigor R CEE N° 186/2004 de la Comisión exige actualmente (desde el 1 de marzo de 2005) para todas las variedades una firmeza inferior a 6,5 kg/cm² y un contenido en sólidos solubles superior a 8 °Brix. Para variedades que maduran a partir de junio suele requerirse más de 11 °Brix y firmeza de consumo superior a 1 kg/cm² (Badenes et al., 2006).
- Calidad nutricional. Otro aspecto de interés creciente es la llamada calidad nutricional o 'nutracéutica' (Llácer et al., 2006). El consumo de fruta se considera actualmente como altamente beneficioso para la salud, debido a las propiedades antioxidantes de

los carotenoides (pigmentos anaranjados o amarillos), los antocianos (pigmentos rojos) y los polifenoles (sin pigmentación) que protegen contra varios tipos de enfermedades, como cáncer, arteriosclerosis y otros problemas circulatorios (Gil et al., 2002; Thomas-Barberan et al., 2001; Wargovich, 2000). Hasta ahora no hay ninguna variedad de melocotón en el mercado que se haya obtenido específicamente por tener un mayor contenido de estas sustancias beneficiosas, pero sí que existen en el mundo varios programas de mejora que han obtenido nuevas variedades con mayores niveles de dichos compuestos.

– Resistencia a plagas y enfermedades. La obtención de variedades resistentes o tolerantes a plagas (especialmente pulgones) y enfermedades diversas (producidas por hongos y bacterias) es uno de los objetivos más frecuentes en los actuales programas de mejora genética del melocotonero, con el fin de poder reducir notablemente el empleo de plaguicidas y/o fungicidas y alcanzar, de ese modo, una disminución importante de costes, de residuos en la fruta y de contaminación ambiental, que son tres aspectos fundamentales para el futuro de este cultivo. La producción ecológica de fruta, que presenta un interés cada vez mayor en muchos países, también depende de la disponibilidad de variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades. Sin embargo, el proceso para lograr este objetivo es más largo y costoso con respecto a la mejora de caracteres como el color, el calibre o la calidad del fruto.

– Disminución de los costes de producción. Además de la reducción del empleo de productos fitosanitarios, se investiga la obtención de variedades con hábitos modificados de crecimiento, ramificación y fructificación, de forma que puedan reducirse los gastos de cultivo, poda y recolección.

Necesidad de nuevas fuentes de variación genética

Los programas españoles de mejora genética del melocotonero realizados por empresas privadas buscan, por lo general, la obtención de variedades de características mejores o, al menos, similares a los mejores cultivares extranjeros para evitar la dependencia de los programas foráneos y así poder cobrar 'royalties' en vez de tener que pagarlos, lo que ya es un objetivo importante. Para ello se recurre a combinar de múltiples maneras un cierto número de variedades de referencia, la mayoría obtenidas en California y Florida y derivadas, a su vez, de material chino con una base genética muy reducida (Aranzana et al., 2003). Los programas españoles de financiación total o mayoritariamente pública sentimos, en cambio, la necesidad de ir más allá, buscando no sólo la independencia de los programas extranjeros, sino los otros objetivos expuestos de adaptación climática, calidad interna y nutricional del fruto, resistencias a plagas y enfermedades y disminución de los costes de producción. Para lograr estos fines es imprescindible disponer de nuevas fuentes de variación genética que contengan los caracteres deseados.

Si nos referimos en primer lugar a las nuevas fuentes para la obtención de frutos de mayor calidad, hemos de pensar en que se trata de un carácter de definición muy compleja (Llácer et al., 2006). Tradicionalmente, la tipología y las características organolépticas del melocotón han ido asociadas con aspectos culturales de cada zona de cultivo. En Asia normalmente se prefieren melocotones de carne blanca y de baja acidez; en Norteamérica los tipos de carne blanda amarilla con acidez elevada; en España y Latinoamérica los melocotones de carne dura amarilla-naranja. La globalización, con la movilidad actual del consumidor, exige la presencia de

nuevos productos en los mercados y, en el caso del melocotonero, una mayor diversificación de los tipos de frutos, más aún en países turísticos como es el caso de España. Se buscan todas las combinaciones posibles: melocotón o nectarina, carne blanca o amarilla, carne dura o blanda, ácidos o subácidos, forma normal o 'chatos', y actualmente se empiezan a ofrecer dos colores más de la pulpa, naranja y sanguina. Los programas de mejora intentan obtener melocotones distintos a los comunes en la zona, con el fin de producir una diferenciación del producto, así como obtener material vegetal de procedencia foránea adaptado a las zonas de cultivo locales. Un ejemplo es la reintroducción en el mercado de los paraguayos, consumidos especialmente en China, que presentaban problemas de comercialización en Europa y América por su falta de firmeza y la frecuente presencia de "cracking". El éxito en España de variedades como la francesa 'Sweet Cap' o la serie UFO italiana, derivada de la americana 'Saturn', confirman estas tendencias. Los paraguayos sin vello (platerinas) también son un buen ejemplo de introducción de novedades.

Los melocotones de carne dura, no fundente, han sido utilizados durante siglos en España y Latinoamérica. Este carácter permite la cosecha con una elevada calidad, ya que el fruto maduro tiene la suficiente firmeza para comercializarse (Hough, 1985). Otro tipo de carne en estudio es el tipo "stony hard" derivado de la variedad 'Jing-yu' china (Byrne, 2005) o la japonesa 'Manami' (Hayama et al., 2006), que permite mantener el fruto a temperatura ambiente hasta diez días después de la cosecha, de manera que una vez totalmente maduros son como los fundentes. Este tipo de fruto produce menos etileno, por lo que madura más lentamente. Otros caracteres de interés son el tipo 'carne crocante' presente en la variedad coreana 'Yumyeoung' y la italiana

'Grezzano' (Liverani y Giovannini, 2000) y el gen de maduración lenta derivado de las nectarinas 'Fantasia', 'Fairlane' y 'Flamekist' (Brecht et al., 1984, Ramming, 1991).

Otro aspecto que se está estudiando es el aumento de los sólidos solubles en las variedades de maduración temprana, ya que generalmente decrecen con el acortamiento del período de desarrollo del fruto y aumentan con el tamaño de éste (Byrne, 2002), llegando a la conclusión de que es posible combinar una elevada proporción de sólidos solubles con gran tamaño del fruto si su ciclo de desarrollo es superior a los cien días (Byrne, 2005). Muchos otros factores necesitan considerarse para desarrollar variedades de mayor calidad, incluyendo los componentes aromáticos del sabor, las cantidades relativas de azúcares y ácidos específicos y la textura.

Otra búsqueda consiste en la selección de variedades que soporten bien el tratamiento postcosecha y las estrategias de empaquetado, para que se prolongue el período desde la recolección hasta el consumo. Un melocotón que pudiera recolectarse antes de la maduración, manteniéndose en esas condiciones durante el almacenamiento y después inducir su maduración una vez puesto en el mercado, sería el ideal para la exportación a larga distancia. Esto implica el control del proceso de maduración, mediante la identificación y el conocimiento de los genes que regulan la liberación del etileno y la tasa de maduración (Rasori et al., 2003). Uno de los problemas de postcosecha más comunes son los daños causados por el frío, que incluyen la mancha ocre y la mancha vítrea, cuyas bases fisiológicas y genéticas siguen desconocidas (Lurie y Crisosto, 2005) aunque parece existir control genético en algunas poblaciones (Peace et al., 2005). Se ha tratado de disminuir su incidencia controlando las condiciones durante el almacenamiento, principalmente las tem-

peraturas. Recientemente se han observado grandes diferencias entre variedades (Crisosto *et al.*, 1999), abriendo una puerta a la mejora genética como fuente de solución a este problema.

En cuanto a la obtención de nuevas variedades que necesiten menos tratamientos químicos para una producción sostenible, se está trabajando en la obtención de variedades con resistencias genéticas a monilia, oidio, abolladura, pulgones, *Xanthomonas* y virus de la sharka, entre otras (Bellini *et al.*, 1996; Byrne *et al.*, 2000; Gradziel *et al.*, 1998; Kervella *et al.*, 1998; Monet *et al.*, 1998; Foulonge *et al.*, 2003). Asimismo en los patrones se ha conseguido recientemente un gran avance con la selección asistida por marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a nematodos, *Armillaria*, *Phytophthora* y otros problemas edáficos (Pinochet *et al.*, 2000; Nyczepir y Beckman, 2000; Beckman y Pusey, 2001; Lecouls *et al.*, 2004; Yamamoto y Hoyashi, 2002).

Otra tendencia en la mejora ha sido la búsqueda de una mayor adaptabilidad para permitir la ampliación de la zona de cultivo. En parte se ha conseguido con la extensión de la época de recolección mediante el uso de variedades de bajas necesidades en frío y que presentan unos períodos muy cortos de desarrollo del fruto, produciéndose una maduración muy temprana, de abril a mayo en el hemisferio norte y de octubre a mediados de diciembre en el hemisferio sur. Ello beneficia a los productores por una entrada más temprana en el mercado internacional, con lucrativos precios de venta y menos riesgos, ya que la fruta permanece menos tiempo en el campo. Sin embargo al presentar muy bajas necesidades en frío, estas variedades florecen muy pronto, por lo que su cultivo se debe desarrollar en zonas con escaso riesgo de heladas, habiéndose extendido por regiones subtropicales y tropicales (Byrne *et al.*, 2000; Faust y Timon, 1995); en el caso de Espa-

ña, por Andalucía y la zona de Levante, en algunos casos mediante la protección del cultivo con invernaderos sencillos. Otro esfuerzo de mejora en estas variedades es la conservación de frutos en postcosecha, especialmente interesante para los países productores del hemisferio sur, con el fin de que puedan ser exportados de un hemisferio a otro, de modo que la oferta de melocotón permanezca durante todo el año.

Por último, el cambio de la arquitectura del árbol va encaminado a la reducción de los costes de producción, principalmente de los tiempos de mano de obra. Con este fin se pretende la obtención de patrones enanizantes y de variedades con una arquitectura enana, semi-enana, compacta, en forma de pilar o de porte llorón (Scorza *et al.*, 1989; Tworowski y Scorza, 2001; Byrne, 2005). Un aspecto también importante, aunque muy dependiente de la zona de cultivo, es la reducción de las necesidades de aclareo, que representa alrededor del 20% del coste de producción. Por ello interesan en general variedades con intensidades medias de floración.

La búsqueda y utilización de todas estas nuevas fuentes de variación genética requiere una fuerte inversión en investigación y caracterización de nuevo germoplasma frutal y en el estudio del control genético de los caracteres de interés, inversión que sólo los programas de financiación pública se pueden permitir. Por esa razón, los Institutos de Investigación Agraria de las 4 CC AA implicadas actualmente en la mejora genética del melocotonero (el CITA de Aragón, el IVIA de Valencia, el IRTA de Cataluña y el IMIDA de Murcia) van a promover de manera coordinada una propuesta al INIA de un conjunto de actuaciones destinadas a la prospección, caracterización y utilización de nuevo germoplasma de melocotonero, dirigidas especialmente a los países de origen y diversificación de esta especie frutal.

Bibliografía

- Aranzana MJ, Carbó J, Arús P, 2003. Microsatellite variability in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: cultivar identification, marker mutation, pedigree inferences and population structure. *Theor. Appl. Genet.* 106: 1341-1352.
- Badenes ML, Llácer G, Crisosto C, 2006. Mejora de la calidad de frutales de hueso. En: Llácer G, Díez MJ, Carrillo JM, Badenes ML (Eds.). "Mejora Genética de la Calidad en Plantas, p. 551-578. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-693-0.
- Beckman TG, Pusey PL, 2001. Field testing peach rootstocks for resistance to *Armillaria* root rot. *HortScience* 36: 101-103.
- Bellini E, Natarelli L, Nencetti, Sirico G, Mugnai L, 1996. Peach genetic improvement: results achieved with a breeding programme for resistance to *Taphrina deformans* (Berk. Tul.). *Acta Hort.* 347: 33-37.
- Borrás F, 2007. Problemas de la comercialización de la fruta. *Actas del II Congreso Internacional Frutícola 'Ciutat de Carlet'*, Carlet (Valencia), p. 117-136.
- Brecht JK, Kader AA, Ramming DW, 1984. Description and postharvest physiology of some slow-ripening nectarine genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 596-600.
- Byrne DH, 2002. Peach breeding trends: a world wide perspective. *Acta Hort.* 592: 49-59.
- Byrne DH, 2005. Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology* 15(3): 494-500.
- Byrne DH, Sherman WB, Bacon TA, 2000. Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm climatic conditions. In: Erez A (Ed.) "Temperate fruit crops in warm climates". Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Cambra M, Capote N, Cambra MA, Llácer G, Botella P, López-Quílez A, 2006. Epidemiology of sharka disease in Spain. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 36: 271-275.
- Cambra R, 1984. Denominaciones del melocotón. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza, Boletín nº 13, 120 pp.
- Carbó J, Iglesias I, 2002. Melocotonero: las variedades de más interés. Ed.: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Barcelona. 285 pp.
- Crisosto C, Mitchell F, Ju Z, 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars. *HortScience* 34: 1116-1118.
- FAOSTAT, 2007. Anuario Estadístico de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://faostat.fao.org/>
- Faust M, Timon B, 1995. Origin and dissemination of peach. *Horticultural Reviews* 17: 331-377.
- Fideghelli C, Sansavini S, 2005. Il pesco. Moderni indirizzi di allevamento, coltivazione, difesa, irrigazione, nutrizione, conservazione, trasformazione e mercato. Edagricole, Bologna, 260 pp.
- Foulonge M, Pascal T, Pfeiffer F, Kervella J, 2003. QTLs for powdery mildew resistance in peach x *Prunus davidiana* crosses: consistency across generations and environments. *Mol. Breed. New Strateg. Plant Improv.* 12: 33-50.
- Gil MI, Thomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader A, 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4976-4982.
- Gradziel TM, Thorpe MA, Bostock RM, Wilcox S, 1998. Breeding for brown rot (*Monilinia fructicola*) resistance in clingstone peach with emphasis on the role of fruit phenolics. *Acta Hort.* 465: 161-169.
- Hayama H, Tatsuki M, Ito A, Kashimura Y, 2006. Ethylene and fruit softening in *stony hard* mutation in peach. *Postharvest Biol. Technol.* 41: 16-21.
- Hough LF, 1985. Perspectives for peach breeding for the cultivars for 2000 AD. *Acta Hort.* 173: 11-20.

- Iglesias I, 2007. Nuevas variedades: más calidad, más seguras y mayor comodidad para el consumidor. Primeras Jornadas Europeas "5 al día". Feria de Valencia y Generalitat Valenciana. Valencia, 18 y 19 de abril de 2007. Publicación formato CD.
- Iglesias I, Carbó J, 2006. Situació actual, característiques i comportament agronòmic dels portaempelts de presseguer. Dossier Tècnic. DARP: 17: 3-18.
- Iglesias I, Casals E, 2007. Situación 2006 y prospección 2010 en España. Forum International Europèch' Fruits & Légumes, p. 39.
- Iglesias I, Carbó J, Bonany J, Casals M, Dalmau R, Montserrat R, 2005. Innovación varietal en melocotonero: especial referencia a las nuevas variedades de nectarina. Fruticultura Profesional 152: 6-36.
- Jiang W, Qu D, Mu D, Wang LR, 2004. China's energy saving greenhouses. Chronica Hort. 44: 15-17.
- Kervella JF, Pascal T, Pfeiffer F, Dirlwanger E, 1998. Breeding for multiresistance in peach tree. Acta Hort. 465: 177-184.
- Lecouls AC, Bergougnoux V, Rubio-Cabetas MJ, Bosselut N, Voisin R, Poëssel JL, Faurobert M, Bonnet A, Salesses G, Dirlwanger E, 2004. Marker assisted selection for the wide-spectrum resistance to root-knot nematodes conferred by the Ma gene from *Mirobolan plum* (*Prunus cerasifera*) in interspecific *Prunus* material. Mol. Breed. 13: 113-124.
- Liverani A, Giovannini D, 2000. The peach breeding program at the Instituto Sperimentale per la Frutticoltura di Forlì (Italy). Prunus Breeders Meeting, Pelotas (RS), Brasil, 29Nov-2 Dec. 2000. p. 19-23.
- Llácer G, 2005. Situación actual del cultivo del melocotonero. Tendencias. Agrícola Vergel 279: 133-141.
- Llácer G, 2007. Fruit breeding in Spain. XII Fruit Section Eucarpia Symposium. Zaragoza (Spain), Sept. 16-20. Acta Hort., in press.
- Llácer G, Badenes ML, Díez MJ, Carrillo JM, 2006. La calidad de los productos agrícolas en el marco de la mejora genética actual. En: Llácer G, Díez MJ, Carrillo JM, Badenes ML (Eds.). "Mejora Genética de la Calidad en Plantas, p. 3-17. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-693-0.
- Lurie S, Crisosto CH, 2005. Chilling injury in peach and nectarine. Postharvest Biol. Technol. 37: 195-208.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) 1997. Anuario de Estadística Agroalimentaria.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) 2006. Anuario de Estadística Agroalimentaria. http://www.mapa.es/estadistica/Anu_06/
- Monet R, Guye A, Massonie G, 1998. Breeding for resistance to green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer in the peach. Acta Hort. 465: 171-175.
- Nyczepir AP, Beckman TA, 2000. Host status of Guardian peach rootstocks to *Meloidogine sp.* and *M. javanica*. HortScience 35: 772.
- Peace CP, Crisosto CH, Gradziel TM, 2005. Endopolygalacturonase: a candidate gene for *Free-stone* and *Melting* flesh in peach. Molecular Breeding 16: 21-31.
- Pinochet JC, Fernández C, Calvet C, Hernández-Dorrego A, Felipe A, 2000. Selection against *Pratylenchus vulnus* population attacking *Prunus* rootstocks. HortScience 35: 1333-1337.
- Ramming DW, 1991. Genetic control of slow-ripening fruit trait in nectarine. Can. J. Plant Sci. 71: 601-603.
- Rasori A, Bertolasi B, Furini A, Bonghi C, Tonutti P, Ramina A, 2003. Functional análisis of peach ACC oxidase promoters in transgenic tomato and in ripening peach fruit. Plant Sci. 165: 523-530.
- Roselló M, Santiago R, Cambra MA, García-Vidal S, Morente C, López MM, 2007. Outbreaks of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* in Spain. Diagnostic and monitoring of bacterial diseases of stone fruits and nuts. Cost 873, Angers (France), April 17-19, p. 4.

- Rubio Cabetas MJ, Gómez Aparisi J, Arús P, Xiloyannis C, Dichio B, Di Vito M, Kleinhentz M, Dirlwanger E, 2005. Evaluación de nuevas selecciones de patrones de melocotonero resistentes a nematodos agalladores. Fruticultura Profesional (Especial Melocotonero) 152: 53-58.
- Scorza R, Lightner GW, Liveran A, 1989. The pillar peach tree and growth habit analysis of compact x pillar progeny. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 991-995.
- Thomas-Barberan FA, Gil MI, Cremin P, Waterhouse AL, Hess-Pierce B, Kader AA, 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. J. Agric. Food Chem. 49: 4748-4760.
- Tworcoski T, Scorza R, 2001. Root and shoot characteristics of peach trees with different growth habits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (6): 785-790.
- Wargovich MJ, 2000. Anticancer properties of fruits and vegetables. HortScience 35: 573-575.
- Yamamoto T, Hoyashi T, 2002. New root-knot nematode resistance genes and their STS markers in peach. Scientia Hort. 96: 81-90.
- (Aceptado para publicación el 18 de noviembre de 2008)