ITEA (2003), Vol. 99V N.° 1, 11-22

MEJORA Y SELECCIÓN DE PATRONES FRUTALES DE HUESO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE AULA DEI

M.A. Moreno

Departamento de Pomología, Estación Experimental de Aula Dei (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Apartado 202, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

La selección y el estudio del comportamiento de patrones para especies frutales de hueso ha sido, y continúa siendo, uno de los objetivos prioritarios del Departamento de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei. La recogida y el aprovechamiento de la variabilidad genética existente para las especies cultivadas tradicionalmente en España, ha dado lugar a la selección de una serie de patrones clonales, algunos de los cuales están siendo comercializados actualmente. En general, los criterios de selección han incluido la buena aptitud a la propagación vegetativa, la compatibilidad con los cultivares de las especies a las que iban destinados y la buena adaptación a las condiciones de cultivo más frecuentes del área mediterránea (suelos calizos y pesados, que ocasionan problemas de clorosis y asfixia de raíces). Además, se han tenido en cuenta las buenas características agronómicas inducidas a los cultivares injertados (vigor, productividad, calidad del fruto), lo que ha implicado unos largos procesos de selección. Como consecuencia de estos estudios se han obtenido, entre otros, los siguientes patrones clonales: los híbridos almendro x melocotonero 'Adafuel' y 'Adarcias', el pollizo 'Adesoto', el ciruelo 'Adara' y el mirobolán 'Ademir'. Actualmente, los programas de mejora en curso se dirigen a la obtención de nuevos patrones, con multi-tolerancia y/o resistencia frente a los factores bióticos (nematodos, hongos de suelo) y/o abióticos (clorosis, asfixia) más limitantes en nuestras condiciones. Para ello, se está aprovechando la variabilidad genética existente en especies próximas del género *Prunus*, mediante la realización de cruzamientos interespecíficos.

Palabras clave: Mejora, Selección, *Prunus*, Patrón.

SUMMARY

BREEDING AND SELECTION OF *PRUNUS* ROOTSTOCKS AT THE ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE AULA DEI

The selection and study of the performance of rootstocks for stone fruit species has been and still remains one of the main tasks of the Department of Pomology of the Estación Experimental de Aula Dei. Initial selection was made from spontaneous *Prunus* germplasm, mainly open-pollinated, growing in Spain. In the first years, this program of selection included rooting aptitude by hardwood cuttings as an important trait. Other main objectives were tolerance to calcareous soils and compatibility with a wide range of cultivars in the nursery. Elite candidates during these initial screens were virus tested, propagated and tested with a limited number of scion cultivars. Trees were planted in the field and grown under normal management techniques for the area, with records kept for several years, in which growth and fruiting were evaluated. Following this long process, several clonal rootstocks have been released and some of them are

already under extensive commercial exploitation: the almond x peach hybrids 'Adafuel' and 'Adarcias', the pollizo plum 'Adesoto', the plum rootstock 'Adara' and the myrobalan 'Ademir'. Currently, the *Prunus* breeding program is mainly directed to obtaining new stone fruit rootstocks, from hybridisation within *Prunus* related species, and selecting for specific adaptation to unfavourable Mediterranean environments.

Key words: Breeding, Selection, *Prunus*, Rootstock.

Introducción

La selección y el estudio del comportamiento de patrones y cultivares de especies frutales de hueso ha sido, y continúa siendo, uno de los objetivos prioritarios del Departamento de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei desde su fundación en 1950. Estos estudios fueron iniciados con los trabajos de prospección y recogida de la variabilidad existente en España para las especies frutales de hueso más cultivadas (HERRERO *et al.*, 1964).

Los patrones pertenecientes al género *Prunus* presentan, en general, una compatibilidad de injerto con distintas especies frutales de hueso. Esta polivalencia aumenta la utilidad de los patrones seleccionados, además de permitir el cultivo de especies con escasa variabilidad intra-específica frente a condiciones edafológicas y parasitarias limitantes.

En lo que se refiere a la selección de patrones para especies frutales de hueso en Aula Dei, los trabajos se han llevado a cabo según las especies a las que iban destinados:

1) Patrones ciruelo para ciruelo, melocotonero, albaricoquero y almendro.

2) Híbridos almendro x melocotonero para melocotonero y almendro.

3) Patrones para cerezo.

Selección de patrones pertenecientes al grupo ciruelo

Los patrones ciruelo toleran mejor la humedad y los suelos con problemas de encharcamiento que otras especies del género *Prunus*, razón fundamental por la que han sido utilizados (BERNHARD y GRASSELLY, 1959; ROWE y CATLIN, 1971; SALESSES y JUSTE, 1970; BERNHARD *et al.*, 1979). La tolerancia frente a los problemas de clorosis en suelos calizos y compatibilidad con distintas especies también ha potenciado el uso de estos patrones (MORENO *et al.*, 1995a; 1995b; 1995c). Además, a algunos de ellos se les atribuye una entrada en producción más temprana y una mayor calidad de los frutos (BERNHARD y GRASSELLY, 1959; LORETI y MASSAI, 1990; MORENO *et al.*, 1990).

En este grupo de patrones, se encuentran los mirobolanes (*P. cerasifera*), los 'Pollizos de Murcia' (*P. insititia*) y otros ciruelos de crecimiento lento (*P. domestica*). Además existen numerosos híbridos interespecíficos, tanto entre los ciruelos diploides (*P. cerasifera, P. salicina*) como hexaploides (*P. domestica, P. insititia*) y otras combinaciones con distinto nivel de ploidía.

Ciruelo mirobolán (*P. cerasifera* Ehrh)

Para la producción de la ciruela de mesa (*P. domestica* L. y *P. salicina* Lindl.), la disponi-

bilidad de patrones es más amplia que para otras especies del género *Prunus*. Sin embargo, es bien conocida la marcada incompatibilidad de muchos cultivares sobre los patrones mirobolán y mariana (HERRERO, 1951, 1962; CAMBRA y CAMBRA, 1973; MORENO *et al.*, 1995c) que normalmente son los más utilizados para el cultivo del ciruelo. Para superar la incompatibilidad de algunos cultivares sobre estos patrones se ha recurrido a la utilización de intermediarios (TABUENCA *et al.*, 1991). Sin embargo, el uso de un intermediario aumenta los costes de la producción de plantones y, por tanto, de la inversión inicial.

En 1950 se inició en Aula Dei la selección de mirobolán partiendo de una numerosa población de plantones de dicho ciruelo procedentes de fuentes comerciales españolas. En una primera fase de selección se evaluó su aptitud a la propagación vegetativa, reteniéndose 26 clones por su mejor comportamiento. Los estudios de compatibilidad en vivero con cultivares de ciruelo y albaricoquero, llevaron a la preselección de un número limitado de clones, mostrando algunos de ellos buena compatibilidad con cultivares de ciruelo que son incompatibles sobre 'Mirobolán B' y sobre otros patrones mirobolán y mariana (CAMBRA y CAMBRA, 1972; 1973). Igualmente, se observó una mejor compatibilidad con albaricoquero para algunos de los clones en selección, comparados con otros patrones comerciales (CAMBRA, 1979a; 1990a). Sin embargo, no se pudo garantizar la buena compatibilidad con albaricoquero, especialmente para 'Búlida', 'Canino' y 'Moniquí', incluidos en el grupo de los cultivares denominados "exigentes" (CROSSA-RAYNAUD y AUDERGON, 1987).

Entre los clones preseleccionados, destacó 'Ademir' (mirobolán 599 AD) (CAMBRA, 1979a; 1990a; MORENO *et al.*, 1995c), por presentar una excelente aptitud a la propagación vegetativa por estaquilla leñosa, tolerancia a la asfixia radicular y a la clorosis en suelos compactos y calizos. También muestra buenas características productivas, injertado con cultivares de ciruelo europeo ('Reina Claudia de Bavay' y 'Reina Claudia Tardía de Chambourcy'). Además, es resistente frente a nematodos del género *Meloidogyne* (PINOCHET *et al.*, 1999; D. Esmenjaud, comunicación personal). Su interés llevó a tramitar su protección en la Oficina Europea de Variedades Vegetales, obteniéndose el Título de Obtención Vegetal en el año 2002.

Por otra parte, a partir de 1978 se estudió el comportamiento de 'Adara' (ciruelo 2977 AD) como patrón para distintas especies frutales de hueso. Por sus características morfológicas (MORENO, 1989a), 'Adara' podría incluirse dentro del grupo de ciruelos denominados por Bernhard y Grasselly (1959) de crecimiento rápido. Procede de una población de ciruelos mirobolán polinizados libremente. Como es frecuente en este grupo, 'Adara' se adapta bien a suelos pesados y calizos, donde son frecuentes los problemas de asfixia de raíces y clorosis. Además, se propaga fácilmente por estaquilla leñosa y es compatible con un gran número de cultivares de cerezo (MORENO y TABUENCA, 1991; MORENO *et al*, 1995b). También se comporta bien con algunos cultivares de melocotonero, ciruelo y albaricoquero (TABUENCA y MORENO, 1988; MORENO y TABUENCA, 1991; MORENO *et al.*, 1995b; 1996) y es resistente a nematodos agalladores (PINOCHET *et al.*, 1999).

El interés de los mirobolanes como patrones de ciruelo y otras especies frutales de hueso, por su mayor tolerancia a asfixia radicular, clorosis, salinidad, nematodos, micoplasmas o fitoplasmas y otros patógenos (ROWE y CATLIN, 1971; DOSBA, 1992; EL-MOTAIUM *et al.*, 1994; ESMENJAUD *et al.*, 1994), plantea su posible utilización como fuente de genes para la obtención de nuevos

patrones. Además, la facilidad de hibridación dentro del género *Prunus* (CASAS *et al.*, 1999), ofrece también la posibilidad de la obtención de híbridos complejos (MORENO *et al.*, 1999).

Así, a partir de 1997 se inició un nuevo programa de mejora de patrones para melocotonero y otras especies frutales de hueso, mediante la realización de cruzamientos inter-específicos dirigidos y tratando de reunir las buenas características de las especies ciruelo (principalmente *P. cerasifera*), melocotonero y/o especies próximas a melocotonero (*P. persica*, *P. amygdalus* y *P. davidiana*) (MORENO *et al.*, 1999). Aunque el melocotonero es generalmente incompatible cuando se injerta sobre la especie *P. cerasifera* o mirobolán (HERRERO, 1951, 1955; TABUENCA, 1960, 1962), existen clones compatibles con numerosos cultivares de melocotonero (TABUENCA y MORENO, 1988; MORENO *et al.*, 1993; 1994a; 1995b), que pueden utilizarse con vistas a la obtención de híbridos de dos o más vías, mediante la realización de híbridos complejos. Actualmente, se dispone de una serie de descendencias de este tipo de híbridos interespecificos en fase de selección. Además de la buena compatibilidad con melocotonero y otras especies frutales de hueso, se busca la multitolerancia y/o resistencia frente a los principales limitantes en las condiciones de cultivo más frecuentes del área mediterránea (clorosis, asfixia, nematodos, replantación). La micropropagación de algunas de estas descendencias ha acelerado el proceso de selección, disminuyendo el tiempo necesario para disponer de un número suficiente de plantas. Esto ha permitido que actualmente ya se encuentren en las primeras fases de cribado, frente a clorosis, asfixia, nematodos, bacterias y compatibilidad patrón-injerto.

En la misma línea, se ha iniciado recientemente un nuevo programa de mejora genética de patrones para albaricoquero, llevando a cabo cruzamientos interespecíficos entre el patrón ciruelo mirobolán y un cultivar exigente de albaricoquero ('Moniquí'), tratando de aprovechar la rusticidad y adaptación a los suelos pesados del Valle del Ebro del patrón mirobolán (DAORDEN *et al.*, 2001). La aplicación de técnicas de cultivo *in vitro*, como el rescate de embriones y la micropropagación, también han acortado los procesos necesarios para la obtención de nuevos clones híbridos y su multiplicación, proporcionando mayor número de plantas para su estudio y mayor número de clones, al poder recuperar las semillas con embriones que no serían viables con las técnicas tradicionales (GARCÍA *et al.*, 2001).

"Pollizo de Murcia" (*P. insititia* L.) y otros ciruelos de crecimiento lento (*P. domestica* L.)

En España, el ciruelo "Pollizo de Murcia" constituye el patrón de uso más generalizado, para el cultivo de frutales de hueso en la región murciana, siendo esta zona una de las máximas productoras de dichos frutales. Ofrece tolerancia a la caliza activa, a la asfixia radicular y a la salinidad (CAMBRA, 1970). En su zona de origen, la multiplicación tiene lugar mediante el empleo de los rebrotes de raíz o sierpes, lo que plantea problemas de transmisión de enfermedades, virosis y decaimiento vegetativo (LLÁCER *et al.*, 1986).

Su interés, los inconvenientes mencionados y la necesidad de un sistema de propagación racional y económico llevó a plantear una selección clonal en Aula Dei a partir de 1963. La selección de "Pollizo de Murcia" se inició con la prospección de este material en diferentes puntos de la provincia de Murcia, estudiando su aptitud a la multiplicación vegetativa y su comportamiento

en vivero. Como consecuencia de tal proceso, se lograron seleccionar algunos clones, aunque persistieron los problemas de una baja aptitud a la propagación vegetativa (CAMBRA, 1970; 1979b; MORENO, 1989b). Con los clones más destacados, se continuaron los estudios de compatibilidad en vivero, injertados con cultivares de melocotonero, ciruelo, albaricoquero y almendro, y se establecieron ensayos en vergel (MORENO, 1990; MORENO *et al.*, 1990).

En este proceso fue seleccionado el pollizo 'Adesoto' ('Puebla de Soto 101') como patrón polivalente para distintas especies frutales de hueso, aunque muy especialmente para el cultivo de melocotonero en condiciones de suelos pesados y calizos (MORENO, 1991a; MORENO *et al.*, 1995a; MORENO y CAMBRA, 1998). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto su alta eficiencia productiva y la mayor calidad del fruto obtenido, la reducción de vigor entre un 30 y un 40% respecto al GF 677, y su tolerancia frente a la clorosis férrica y asfixia de raíces (MORENO *et al.*, 1990; IGLESIAS *et al.*, 2001). Además, este patrón es resistente a los nematodos agalladores del género *Meloidogyne* (*M. arenaria, M. javanica, M. incognita*) (PINOCHET *et al.*, 1991; 1999). El interés de 'Adesoto' llevó a tramitar su protección en la Oficina Europea de Variedades Vegetales, obteniéndose el Título de Obtención Vegetal en el año 2002. Actualmente, se encuentra en fase de explotación comercial en España y otros países del área mediterránea, y se está iniciando su difusión comercial en países americanos.

Por otra parte, la falta de diversidad que se apreció en la población de partida (CAMBRA, 1979b), planteó la necesidad de utilizar la variabilidad genética propia de la reproducción sexual por semilla, tras una polinización libre de árboles adultos de Pollizo. Se inició el estudio con la recolección de semillas y tras los primeros trabajos se eligieron 153 clones con los que se estableció en 1980 un nuevo campo de plantas madres. A partir de este material se preseleccionaron 4 clones (MORENO, 1990; 1991b). Estos clones manifestaron unas buenas características de aptitud a la propagación vegetativa y de comportamiento en vivero al injertarse. También se ha observado su resistencia frente a nematodos (PINOCHET *et al.*, 1999; D. Esmenjaud, comunicación personal). De forma paralela, en el Departamento de Fruticultura del Servicio de Investigación Agroalimentaria de la DGA, también fueron seleccionados los pollizos clonales 'Montizo' y 'Monpol' a partir de una población de semilla de "Pollizos de Murcia" polinizados libremente (FELIPE *et al.*, 1989; FELIPE y PASCUAL, 1990). Por ello, actualmente se están realizando estudios conjuntos de evaluación de estos nuevos materiales en los oportunos ensayos en vergel.

La prospección de otros ciruelos autóctonos de *P. domestica,* usados como patrones para melocotonero en diversas localidades españolas, y su estudio en Aula Dei permitió destacar, por su buen comportamiento, tolerancia frente a clorosis y resistencia a nematodos, de dos ciruelos comunes denominados 'Constantí' y 'Mas Rubí' (CAMBRA *et al.*, 1989; MORENO *et al.*, 2001a; PINOCHET *et al.*, 1999). Actualmente estos patrones se encuentran en fase de evaluación por sus características agronómicas en vergel.

Selección de patrones híbridos almendro x melocotonero [*Prunus amygdalo-persica* (West) Rehd.]

Los híbridos almendro x melocotonero son especialmente útiles en suelos calizos ya que toleran bien la clorosis y generalmente

son compatibles con melocotonero y almendro. Son vigorosos y por ello, muy apropiados para ser usados en suelos pobres, secos y en situaciones de replantación de frutales (BERNHARD y GRASSELLY, 1959; KESTER y ASSAY, 1986; BYRNE *et al.*, 1990; SOCIAS i COMPANY *et al.*, 1995; IGLESIAS *et al.*, 2001). No obstante, entre los inconvenientes que pueden presentar hay que mencionar su sensibilidad a la asfixia de raíces en suelos pesados, sensibilidad a determinados nematodos y hongos patógenos del suelo, el excesivo vigor que confieren a los cultivares injertados y, en ocasiones, la disminución del tamaño y color del fruto, comparados con otros patrones ciruelo o francos de melocotonero (LORETI y MASSAI, 1990).

En Aula Dei la selección de híbridos almendro x melocotonero se inició en 1970 con la prospección, en once provincias españolas, de 58 híbridos espontáneos, que fueron incorporados a las colecciones de la Estación. Los trabajos se centraron básicamente en el estudio de su aptitud a la propagación vegetativa (CAMBRA, 1979c). Para los clones que destacaron en esta primera fase, se determinó su estado sanitario y se optimizaron las condiciones de su propagación, buscando también controlar el vigor del plantón con vistas a su injerto (CAMBRA, 1981). En viveros experimentales se determinó su compatibilidad con un cierto número de cultivares y su tolerancia frente a clorosis. Posteriormente, los clones más destacados se establecieron en plantaciones para evaluar su influencia en las características productivas de los cultivares injertados.

Como consecuencia de este largo proceso de selección destacó el patrón 'Adafuel' (Jarafuel) por sus mejores características de propagación vegetativa, compatibilidad con melocotonero y almendro, tolerancia frente a clorosis y elevado vigor (CAMBRA, 1981, 1990b; CAMBRA e ITURRIOZ, 1986; MORENO *et al.*, 1994b). Su elevado vigor lo aconseja para suelos pobres, con problemas de clorosis y replantación. Además, parece mostrar buena compatibilidad con los cultivares de ciruelo japonés con los que se ha injertado, aunque presenta problemas de incompatibilidad con algunos de ciruelo europeo (MORENO *et al.*, 1995d).

Más recientemente, fue seleccionado el híbrido 'Adarcias' (Arbucias) por su buen comportamiento con melocotonero, confiriéndole un menor vigor que los híbridos 'GF 677' y 'Adafuel'. Además, induce una mayor productividad a los cultivares injertados y una mayor calidad del fruto (MORENO y CAMBRA, 1994; MORENO *et al.*, 1994b; ALBÁS *et al.*, 2002). Estas características lo hacen más apropiado en suelos donde se requiere un mayor control del vigor del árbol, para aumentar la densidad de la plantación o reducir costes de producción. Al igual que en el caso de 'Adafuel', también se tramitó para 'Adarcias' su protección en el registro nacional de variedades del INSPV, a través de la Oficina Española de Variedades Vegetales.

El interés en conocer el comportamiento de los patrones 'Adafuel' y 'Adarcias', comparados con las nuevas selecciones 'Garnem', 'Monegro' y 'Felinem' (procedentes del cruzamiento del almendro 'Garfi' x melocotonero 'Nemared', GxN), desarrolladas en el Servicio de Investigación Agroalimentaria de la DGA (FELIPE *et al.*, 1997; PINOCHET *et al.*, 1992; SOCIAS i COMPANY *et al.*, 1995; GÓMEZ APARISI *et al.*, 2001), llevó al establecimiento de un ensayo conjunto donde se evalúan las características agronómicas, con especial referencia a la influencia sobre el vigor, estado nutricional del árbol, producción y calidad del fruto de los cultivares injertados.

Selección de patrones para cerezo (*P. cerasus* L., *P. cerasifera* Ehrh)

El cerezo es un frutal que se ve especialmente afectado por la escasez de patrones disponibles y por las limitaciones que presentan los existentes; entre ellas, la falta de adaptación a suelos pesados, con problemas de asfixia de raíces y mortalidad de árboles en condiciones de regadío; la clorosis en suelos calizos; la sensibilidad frente a la sequía y el excesivo vigor que confieren al cultivar injertado.

En España y otros países mediterráneos, el patrón 'Santa Lucía' (*P. mahaleb* L.) o una selección clonal, 'SL 64', han sido muy utilizados como patrones de cerezo en secano, en terrenos bien drenados y calizos. Sin embargo, el patrón Santa Lucía no se adapta bien en suelos pesados o en condiciones de encharcamiento (BRETON *et al.*, 1972; PERRY, 1987; MORENO *et al.*, 1996).

El guindo (*P. cerasus* L.) es otra especie utilizada como patrón de cerezo debido a alguna de sus características positivas como la reducción del vigor frente al franco de cerezo, la precocidad productiva y su buena adaptación a los terrenos pesados (MORENO *et al.*, 2001b). No obstante, esta especie puede presentar algunos problemas, como el excesivo serpeo y la falta de afinidad con algunos cultivares de cerezo.

A partir de 1969 se inició en Aula Dei un proceso de selección de *P. cerasus* locales como patrones para cerezo (CAMBRA, 1979d). Entre ellos, se encontraba la población 'Masto de Montañana'. Tras los estudios de propagación se preseleccionaron 5 clones, entre ellos el denominado 'Masto de Montañana 9'. No obstante, la mala aptitud a la propagación vegetativa por estaquillado leñoso aconsejó la puesta a punto de las técnicas de cultivo '*in vitro*'. Además, el excesivo serpeo que presentan es todavía un grave problema en el manejo de las plantaciones. El uso de las técnicas de cultivo '*in vitro*' permitió un método de propagación más práctico y así continuar el proceso de selección (GELLA y MARÍN, 1990; MARÍN y GELLA, 1991), que actualmente se lleva a cabo en el Servicio de Investigación Agroalimentaria de la DGA.

Como ya se ha mencionado, en el apartado de patrones ciruelo, a partir de 1978 se estudió el comportamiento de 'Adara' como patrón para distintas especies frutales de hueso, pero especialmente para cerezo, debido a su compatibilidad con un gran número de cultivares de esta especie (MORENO y TABUENCA, 1991; MORENO *et al.*, 1995b). Es un clon vigoroso que permite el cultivo del cerezo en condiciones de regadío (MORENO, 1989; TABUENCA y MORENO, 1988; MORENO y TABUENCA, 1991; MORENO *et al.*, 1995b; 1996). El comportamiento en vergel de 'Adara' como patrón de cerezo ha sido comparado con algunos de los patrones más utilizados para cerezo. En condiciones de regadío, en suelos pesados y calizos, se han obtenido tanto las mayores producciones sobre 'Adara', como la ausencia de árboles muertos y de clorosis sobre dicho patrón. Por el contrario, en dichas condiciones, hay que destacar la elevada mortalidad de los árboles sobre Santa Lucía (superior al 50%) y mortalidad, clorosis, deficiencias nutricionales y baja productividad sobre 'Colt' (MORENO *et al.*, 1996).

Las buenas características del ciruelo 'Adara', como patrón polivalente para distintas especies frutales de hueso, pero muy especialmente para el cultivo del cerezo en condiciones de regadío y en suelos pesados, calizos y con problemas de nematodos (MORENO, 1989a; MORENO y TABUENCA, 1991; MORENO *et al.*, 1995b; PINOCHET *et al.*,

1999), llevó a tramitar su protección en la Oficina Europea de Variedades Vegetales, obteniéndose el Título de Obtención Vegetal en el año 2002. Actualmente, se encuentra en fase de difusión comercial.

Perspectivas actuales

Actualmente, el programa de mejora de patrones *Prunus* en Aula Dei se dirige principalmente a la obtención de nuevos patrones, adaptados a condiciones limitantes del área mediterránea (MORENO *et al.*, 1999). Entre dichos limitantes, destacan especialmente los problemas de clorosis, asfixia de raíces, replantación, presencia de nematodos y hongos de suelo. Entre los patrones en proceso de selección y/o evaluación se encuentran patrones híbridos almendro x melocotonero *(P. amygdalo-persica)*, ciruelos Pollizo de Murcia (*P. insititia*), ciruelos *P. domestica*, mirobolanes (*P. cerasifera*), otros híbridos dentro del género *Prunus* y patrones francos de melocotonero (*P. persica*). Además, se está utilizando la variabilidad genética existente en el género *Prunus* para la obtención de nuevos patrones, mediante la realización de cruzamientos interespecíficos.

Se evalúan principalmente: la facilidad de propagación vegetativa, las buenas aptitudes viverísticas, la compatibilidad patrón-injerto y una polivalencia con distintas especies frutales, así como la resistencia frente a los estreses más comunes en nuestras condiciones (suelos calizos y pesados, con problemas de clorosis y asfixia de raíces). Para evaluar la posible influencia del patrón en las características productivas y de calidad del fruto, se determinan el vigor, producción de los árboles y los parámetros de peso y calibre, color, firmeza, acidez, pH, concentración de sólidos solubles, contenido en los azúcares mayoritarios e índice de madurez de fruto.

En un programa de mejora de árboles frutales, el factor más limitante es la capacidad para evaluar árboles en el campo. Esto se debe tanto al tiempo requerido para completar su desarrollo vegetativo y reproductivo, como a la superficie necesaria para su cultivo.

Actualmente, las nuevas posibilidades de multiplicación que ofrece el cultivo *in vitro* han disminuido los costes, en determinados casos, y también han favorecido la difusión de nuevos patrones, difíciles de propagar por técnicas tradicionales. Por otra parte, con los sistemas tradicionales de propagación, son necesarios varios años hasta que podemos disponer de un número suficiente de plantas madre y de plantones para ser evaluados. Con la propagación *in vitro* esta fase puede reducirse en el tiempo y en el espacio, con lo cual se han abierto nuevas perspectivas de acelerar los procesos de selección y mejora, tan lentos en especies arbóreas (DAORDEN *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2001).

En este sentido, para evitar el elevado coste económico y de tiempo que implica trabajar con especies frutales leñosas, se ha desarrollado un nuevo método para seleccionar nuevos patrones *Prunus* tolerantes a clorosis (GOGORCENA *et al.*, 2000). Así, plantas procedentes de cultivo *in vitro* y con un escaso desarrollo (varias semanas) se someten a deficiencia inducida de hierro en condiciones de cultivo hidropónico y se analiza su capacidad reductora de compuestos férricos como una técnica de cribado frente a clorosis. Para los genotipos estudiados hasta la fecha, la correlación con los resultados observados en condiciones cloro-

santes de campo parecen muy prometedores (Jiménez *et al.*, 2003).

La caracterización morfológica de los patrones ya seleccionados o en fase de selección en Aula Dei se ha realizado tradicionalmente siguiendo los caracteres propuestos en las fichas descriptivas UPOV e IPGRI (IBPGR). Más recientemente, se ha llevado a cabo su caracterización molecular mediante la utilización de RAPDs (Casas *et al.*, 1999) y microsatélites (Bouhadida *et al.*, 2003).

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado en parte con los Proyectos CICYT AGL2001-2303 y AGL 2002-04219. Se agradecen los comentarios de A.M. Casas y R. Socias i Company.

Bibliografía

ALBÁS E.S., JIMÉNEZ S., APARICIO J., BETRÁN J.A., MORENO M.A., 2002. Effect of several peach x almond hybrid rootstocks on fruit quality of peaches. Acta Hort. (en prensa).

BERNHARD R., GRASSELLY C., 1959. Les pruniers portegreffes du pêcher. J. Fruit Maraich. Avignon, pp. 75-100.

BERNHARD R., GRASSELLY C., SALESSES G., 1979. Orientations des travaux de sélection des portegreffes du pêcher a la Station d'Arboriculture I.N.R.A. de Bordeaux. Proc. Eucarpia Fruit Section, pp. 277-286.

BOUHADIDA M., CASAS A.M., MORENO M.A., GOGORCENA Y., 2003. Caracterización de patrones Prunus con microsatélites. Actas Hort. (en prensa).

BRETON S., JEANDET C., MESNIL G., TRILLOT M., VIDAUD J., VIARD M.P., FOUREL M.A., 1972. Le Cerisier. Invuflec, Paris, 235 pp.

BYRNE D.H., BACON T.A., EGILLA J.N.A., 1990. Patrones de frutales de hueso tolerantes a suelos calizos. Inf. Técn. Econ. Agrar. Extra 9: 117-133.

CAMBRA R., 1970. Selección de Pollizos de Murcia y otros ciruelos locales españoles. Inf Técn. Econ. Agrar. 1: 115-126.

CAMBRA R., 1979a. Compatibilidad de variedades de albaricoquero con ciruelo Mirobolán (Prunus cerasifera Ehrh.) y Mariana (P. cerasifera Ehrh. X P. munsoniana Wight y Hedr.). An. Aula Dei 14: 371-375.

CAMBRA R., 1979b. Selección clonal de Pollizo de Murcia. Inf. Técn. Econ. Agrar. 36: 21-30.

CAMBRA R., 1979c. Selección de híbridos espontáneos de almendro x melocotonero. Inf. Técn. Econ. Agrar. 34: 49-55.

CAMBRA R., 1979d. Selección de Masto de Montañana y otros P. cerasus de origen local. Selecciones de patrones en curso en el Dpto. de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei. I Jornadas de Hortofruticultura. Zaragoza, 1979.

CAMBRA R., 1981. Híbridos de almendro x melocotonero españoles. III Jornadas Nacionales de Hortofruticultura.16 p. Zaragoza.

CAMBRA R., 1990a. El ciruelo Mirobolán 'Ademir' como patrón de ciruelo y albaricoquero. Frutic. Prof. 30: 22-25.

CAMBRA R., 1990b. 'Adafuel', an almond x peach hybrid rootstock. HortScience 25: 584.

CAMBRA R., CAMBRA M., 1972. Selección clonal de ciruelo mirobolán (P. cerasifera Ehrh). Resumen de trabajos durante el período 1950-1971. 192 pp.

CAMBRA R., CAMBRA M., 1973. Selección clonal de ciruelo Mirobolán (Prunus cerasifera Ehrh.). Compatibilidad con variedades de ciruelo y albaricoquero. An. Aula Dei 12: 8-16.

CAMBRA R., ITURRIOZ M., 1986. Caracteres descriptivos del patrón híbrido de almendro x melocotonero 'Adafuel' [Prunus amygdalo-persica (West) Rehd.]. An. Aula Dei 18: 65-76.

CAMBRA R., GELLA R., MORENO M.A., 1989. Comportamiento de ciruelo 'Constantí' como patrón de melocotonero. Inf. Técn. Econ. Agrar. 83: 33-39.

CASAS A.M., IGARTUA E., BALAGUER G., MORENO M.A., 1999. Genetic diversity of Prunus rootstocks analyzed by RAPD markers. Euphytica 110: 139-149.

CROSSA-RAYNAUD P., AUDERGON J.M., 1987. Apricot rootstocks. En: R.C. Rom y R.F. Carlson (Ed.): Rootstocks for fruit crops. John Wiley & Sons, New York, pp. 295-320.

DAORDEN M.E., GARCÍA M.E., ARBELOA A., MARÍN J.A., 2001. Aplicación de la micropropagación a la obtención de patrones híbridos para albaricoquero. Actas Hortic. 30: 1343-1346.

DOSBA F., 1992. Espèces fruitières à noyau. Les maladies à mycoplasmes. Le point sur les recherches. Arboric. Fruit. 454: 24-28.

EL-MOTAIUM R., HU H., BROWN P.H., 1994. The relative tolerance of six Prunus rootstocks to boron and salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119 (6): 1169-1175.

ESMENJAUD D., MINOT J.C., VOISIN R., PINOCHET J., SALESSES G., 1994. Inter- and intra-especific resistance variability in myrobalan plum, peach, and peach-almond rootstock using 22 root-knot nematode populations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(1): 94-100.

FELIPE A.J., PASCUAL M.T., 1990. Propagación de los nuevos clones de ciruelo 'Pollizo', 'Monpol' y 'Montizo'. Inf. Técn. Econ. Agrar. Extra 9: 215-220.

FELIPE A.J., BLASCO A.B., CARRERA M., GELLA R., 1989. Selecciones clonales de 'Pollizo de Murcia'. Inf. Técn. Econ. Agrar. 83: 41-46.

FELIPE A.J., GÓMEZ APARISI J., SOCIAS I COMPANY R., CARRERA M., 1997. The almond x peach hybrid rootstocks breeding program at Zaragoza (Spain). Acta Hort. 451 (1): 259-262.

GARCÍA M.E., DAORDEN M.E., MARÍN J.A., ARBELOA A. 2001. Cultivo in vitro de embriones inmaduros de Prunus. Actas Hortic. 30: 379-383.

GELLA R., MARÍN J.A., 1990. Selección del patrón de cerezo 'Masto de Montañana' (Prunus cerasus L.) adaptado a suelos calizos y pesados de Aragón. Inf. Técn. Econ. Agrar. Extra 9: 254-255.

GOGORCENA Y., ABADÍA J., ABADÍA A. 2000. Induction of in vivo root ferric chelate reductase activity in fruit tree rootstock. J. Plant Nutr. 23: 9-21.

GÓMEZ APARISI J., CARRERA M., FELIPE A.J., SOCIAS I COMPANY R. 2001. 'Garnem', 'Monegro' y 'Felinem': Nuevos patrones híbridos almendro x melocotonero resistentes a nematodos y de hoja roja para frutales de hueso. Inf. Técn. Econ. Agrar. 97 (3): 282-288.

HERRERO J., 1951. Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. J. Hort. Sci. 26: 186-237.

HERRERO J., 1955. Incompatibilidad entre patrón e injerto. II. Efecto de un intermediario en la incompatibilidad entre melocotonero y mirobolán. An. Aula Dei 4: 167-172.

HERRERO J., 1962. Incompatibilidad entre patrón e injerto. V. Variedades de ciruelo injertadas sobre Mirobolán B. An. Aula Dei 7: 56-63.

HERRERO J., CAMBRA M., TABUENCA M.C., y COLABORADORES. 1964. Cartografía de frutales de hueso y pepita. Consta de 12 Tomos, más uno por cada provincia española. Dpto. de Pomología, Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza.

IGLESIAS I., DALMAU R., MONTSERRAT R., CARBÓ J., BONANY J., GUANTER G., 2001. Comportamiento agronómico de 23 patrones de melocotonero con la variedad 'Elegant Lady' (Merdame) en Lleida y Girona. Actas Hortic. 29: 787-795.

JIMÉNEZ S., SANTOS A., PINOCHET J., CUNILL M., ABADÍA A., ABADÍA J., MORENO M.A., GOGORCENA Y,. 2003. Evaluación de patrones Prunus frente a clorosis férrica. Actas Hortic. (en prensa).

KESTLR D.E., ASSAY R.N., 1986. Hansen 2168 and Hansen 536: two Prunus rootstock clones. Hort Science 21: 331-332.

LLÁCER G., CAMBRA M., LAVINA A., ARAMBURU J., 1986. Viruses infecting stone fruit trees in Spain. Acta Hortic. 193: 95-99.

LORETI F., MASSAI R., 1990. Los patrones del melocotonero y del almendro: situación actual, problemas y perspectivas. Inf. Técn. Econ. Agrar. Extra 9: 73-116.

MARÍN J.A., GELLA R., 1991. Sour cherry (Prunus cerasus L.). En: Y.P.S. Bajaj YPS (Ed.): Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 16. Trees III, pp. 23-43. Springer-Verlag, Berlin.

MORENO M.A., 1989a. Características descriptivas del patrón ciruelo 'Adara'. An. Aula Dei 19: 293-300.

MORENO M.A., 1989b. Descriptive characteristics of a 'Pollizo de Murcia': 'Puebla de Soto AD 101'. Acta Hortic. 283: 267-273.

MORENO M.A., 1990. Selección del Pollizo de Murcia (Prunus domestica o Prunus insititia) como patrón de melocotonero (Prunus persica L. Batsch). Tesis doctoral. Univ. Politécnica de Cataluña.

MORENO M.A., 1991a. Descriptive characteristics of a "Pollizo de Murcia": "Puebla de Soto AD 101". Acta Hortic. 283: 267-273.

MORENO M.A., 1991b. Selección del patrón Pollizo de Murcia a partir de una población de semilla. An. Aula Dei 20: 51-66.

MORENO M.A., CAMBRA R., 1994. 'Adarcias', an almond x peach hybrid rootstock. HortScience 29: 925.

MORENO M.A., CAMBRA R., 1998. Patrón 'Adesoto 101'. Frutic. Prof. 96: 11.

MORENO M.A., TABUENCA M.C., 1991. El patrón ciruelo 'Adara': su comportamiento con variedades de cerezo y de otras especies frutales. Inf. Técn. Econ. Agrar. 87: 25-35.

MORENO M.A., MONTAÑÉS L., SANZ M., TABUENCA M.C., 1990. Comportamiento y estado nutricional de la variedad de melocotonero Vesuvio sobre diversos patrones. III Symposium Nacional sobre la Nutrición de las Plantas pp 137-142. Universitat de les Illes Balears, Palma, Balears.

MORENO M.A., MOING A., LANSAC M., GAUDILLERE J.P., SALESSES G., 1993. Peach/myrobalan plum graft incompatibility in the nursery. J. Hortic. Sci. 68: 705-714.

MORENO M.A., GAUDILLERE J.P., MOING A., 1994a. Protein and amino acid content in compatible and incompatible peach/plum grafts. J. Hort. Sci. 69 (6): 955-962.

MORENO M.A., TABUENCA M.C., CAMBRA R., 1994b. Performance of 'Adafuel' and 'Adarcias' as peach rootstocks. HortScience 29: 1271-1273.

MORENO M.A., TABUENCA M.C., CAMBRA R., 1995a. 'Adesoto 101', a plum rootstock for peaches and other stone fruits. HortScience 30: 1314-1315.

MORENO M.A., TABUENCA M.C., CAMBRA R., 1995b. 'Adara', a plum rootstock for cherries and other stone fruit species. HortScience 30: 1316-1317.

MORENO M.A., TABUENCA M.C., CAMBRA R., 1995c. 'Ademir', a myrobalan rootstock for plums. Hort Science 30: 1475-1476.

MORENO M.A., GELLA R., APARICIO J., TABUENCA M.C., 1995d. Incompatibilidad entre patrón e injerto. Variedades de ciruelo injertadas sobre híbrido almendro x melocotonero. An. Aula Dei 21 (3): 113-116.

MORENO M.A., APARICIO J., CAMBRA R., 1996. Comportamiento en vergel del ciruelo 'Adara' como patrón de cerezo. Frutic. Prof. 79: 30-34.

MORENO M.A., MONTAÑÉS L., TABUENCA M.C., CAMBRA R., 1996. The performance of 'Adara' as a cherry rootstock. Scientia Hortic. 65: 85-91.

MORENO M.A., SOTERAS M.P., GÓMEZ APARISI J., 1999. Patrones frutales de hueso. Obtención de híbridos intra- e interespecíficos. Actas Hortic. 25: 105-110.

MORENO M.A., ALBÁS E., APARICIO J., CAMBRA R. 2001a. Comportamiento de las variedades de melocotonero Catherina y Miraflores sobre patrones ciruelo. Actas Hortic. 31: 1819-1822.

MORENO M.A., ADRADA R., APARICIO J., BETRÁN J.A. 2001b. Performance of 'Sunburst' sweet cherry grafted on different rootstocks. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 76 (2): 167-173.

PERRY, R.L., 1987. Cherry rootstocks. En: R.C. Rom y R.F. Carlson (Ed.): Rootstocks for fruit crops. John Wiley & Sons, New York, pp. 217-264.

PINOCHET J., MARULL J., RODRIGUEZ-KABANA R., 1991. La resistencia en patrones de frutales frente a nemátodos. Frutic. Prof. 37:40-49.

PINOCHET J., MARULL J., FELIPE A., 1992. Response of newly introduced peach, plum, and cherry rootstocks to Meloidogyne javanica in Spain. Nematropica 22: 99-102.

PINOCHET J., CALVET C., HERNÁNDEZ-DORREGO A., BONET A., FELIPE A., MORENO M.A., 1999. Resistance of peach and plum rootstocks from Spain, France, and Italy to rootknot nematode Meloidogyne javanica. HortScience 34: 1259-1262.

ROWE R.N., CAITLIN P.B., 1971. Differential sensitivity to waterlogging and cyanogenesis by peach, apricot, and plum roots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 305-308.

SALESSES G., JUSTE C., 1970. Recherches sur l'asphyxie radiculaire des arbres fruitières à noyau. I- Rôle éventuel de certaines substances présentes dans les racines du pêcher Prunus persica. Ann. Amélior. Plant. 20: 87-103.

SOCIAS I COMPANY R., GÓMEZ APARISI J., FELIPE A., 1995. A genetical approach to iron chlorosis in deciduous fruit trees. En: Iron nutrition in soils and plants, J. Abadía (ed.), Kluwer Academic Publ. pp. 167-174.

TABUENCA M.C., 1960. Incompatibilidad entre patrón e injerto. IV. Comportamiento del melocotonero con distintos patrones clonales del género Prunus. An. Aula Dei 6: 173-180.

TABUENCA M.C., 1962. Relaciones entre la composición química y el grado de compatibilidad en combinaciones de melocotonero y ciruelo. An. Aula Dei 7: 1-34.

TABUENCA M.C., MORENO M.A., 1988. Incompatibilidad entre patrón e injerto. Comportamiento de un ciruelo como patrón de distintas especies frutales. An. Aula Dei 19: 251-263.

TABUENCA M.C., MORENO M.A., ITURRIOZ M., 1991. Comportamiento de la variedad Martín (Prunus domestica L.) injertada sobre diversos ciruelos (Prunus spp.). An. Aula Dei 20: 109-117.