ITEA (1999), Vol. 95V N.° 3, 209-217

EL CONCEPTO DEL IDEOTIPO EN LA MEJORA DE PATRONES PARA EL ALMENDRO

A.J. Felipe
R. Socias i Company
J. Gómez Aparisi

Unidad de Fruticultura S.I.A.-D.G.A.
Apartado 727
50080 Zaragoza
España

RESUMEN

En los frutales, cada árbol es un complejo genético constituido por la asociación de dos componentes: variedad y patrón, que deben convivir en simbiosis. Las características del patrón son menos conocidas que las de la variedad, por lo que, frecuentemente, se ha descuidado su selección y elección, habiendo sido tradicionalmente utilizados como patrones para el almendro las plantas procedentes de semillas de origen desconocido. Los trabajos realizados con patrones durante la segunda mitad del presente siglo han permitido detectar los problemas que presentan los patrones normalmente utilizados, así como las posibilidades de lograr otros nuevos que eliminen, o reduzcan, esos defectos observados en los patrones tradicionales. Por ello se revisan las características que debería poseer un patrón ideal para el almendro en los diversos aspectos de la producción de plantones y del cultivo: manejo en vivero (buena propagación y morfología adecuada), compatibilidad del injerto, buenas cualidades agronómicas (vigor y tamaño, buen comportamiento en secano o en regadío, anclaje, emisión de sierpes), resistencias a factores bióticos y abióticos, buen estado sanitario de las plantas madres.

Palabras clave: Almendro, Características, Comportamiento, Patrones, *Prunus amygdalus* Batsch.

SUMMARY
THE IDEOTYPE CONCEPT IN ALMOND ROOTSTOCK BREEDING

Fruit trees, including almond, are complex individuals made up by the symbiotic scion/rootstock association. These two components interact mutually depending on their genotype and the environmental influence. Rootstock characteristics, however, have been less studied than those of the scion; consequently, rootstock selection has been somehow neglected and, traditionally, almond seedlings from unknown origin have been used. During the last fifty years, many studies and trials have been conducted on different types of rootstocks for almond. Their results have allowed to detect several problems that arise when traditional rootstocks are used, but also to study the possibilities to select new clones to eliminate, or reduce, the defaults of the currently used rootstocks. Thus the main desirable characteristics of an ideal almond rootstock have been reviewed, stressing the points related to nursery management (propagation and on line behaviour), graft compatibility, orchard management (tree growth and

size, agronomic behaviour in irrigated and non-irrigated conditions, plant anchorage, sucker emission), resistance to physical conditions and biotic agents, and sanitary status of the mother plants for propagation.

Key words: Almond, Breeding, Characteristics, Performance, *Prunus amygdalus* Batsch.

Introducción

El cultivo del almendro, como el de otras especies frutales, se caracteriza porque cada árbol es un complejo genético formado por dos partes complementarias pero distintas, a las que se obliga a vivir en simbiosis mediante el injerto: el patrón que aporta el sistema radicular, subterráneo, y la variedad que constituye la parte aérea. En ocasiones este ser compuesto se complica, todavía más, debido al uso de un tercer componente situado como intermediario entre la raíz y la variedad. En almendro esta aplicación no se utiliza nunca.

Al planificar una plantación, deben conocerse y tenerse en cuenta para la elección del material vegetal a plantar, las características específicas de la parcela en sus componentes de microclima y suelo para determinar, consecuentemente, la variedad y el patrón cuya combinación pueda dar lugar al mejor rendimiento económico de la explotación. La variedad es la parte más conocida del árbol, porque su morfología, características y exigencias (época de floración, condiciones de la polinización, hábito de vegetación, etc.) son evidentes, así como también lo son sus frutos. Por el contrario, las características del patrón son menos aparentes y conocidas y, por ello, suelen ser menos tenidas en cuenta. Sin embargo, el sistema radicular compone, desde todos los puntos de vista, una proporción muy importante para el correcto funcionamiento del árbol en su conjunto. Es frecuente que se reflexione poco en lo referente a la elección del patrón, aún cuando la rentabilidad de la plantación depende, en buena parte, de la adaptación del sistema radicular a las condiciones del suelo en que se le coloca para toda la vida de la planta, ya que su cambio o sustitución es sólo posible mediante el arranque.

Los patrones para el almendro

La identidad genética de las variedades se ha podido mantener en almendro desde hace mucho tiempo por medio del injerto. No ha ocurrido lo mismo con los patrones, que han sido tradicionalmente los francos procedentes de almendras amargas de origen poco preciso y con una marcada variabilidad. El uso de patrones procedentes de almendras amargas se ha debido, en parte, para dar una salida a esta producción marginal y también por la creencia de que su resistencia a sequía y a ciertas plagas es mayor que las de los patrones procedentes de semillas dulces. Sin embargo, estos patrones presentan, como consecuencia de su origen, una diversidad genética que se traduce en el diferente comportamiento de los árboles que componen la plantación.

Posteriormente se utilizaron semillas de algunas variedades que producen patrones relativamente homogéneos y con aceptables características viverísticas; es el caso

de 'Desmayo Rojo', 'Garrigues' y 'Atocha' en España. Recientemente, se ha procurado la búsqueda de variedades productoras de semillas con vistas a la obtención de francos con mejores características (OLIVIER y GRASSELLY, 1988). En California, con la generalización del cultivo del almendro en regadío, se introdujo el uso de francos de melocotonero (*P. persica* (L.) Batsch), procedentes de algunas variedades destacadas, como 'Lovell' o 'Nemaguard', pero tampoco éstos han llegado a resolver completamente el problema de la heterogeneidad de comportamiento de los patrones. Los intentos de obtención y selección de un patrón clonal de la especie almendro ha tropezado con el problema de la difícil propagación vegetativa de esta especie (FELIPE, 1983 y 1992; KESTER y SARTORI, 1966; NICOTRA y PELLEGRINI, 1989), por lo que los primeros intentos de utilizar patrones clonales para el almendro se hicieron con diversas selecciones de ciruelos, especies que en general son de más fácil propagación vegetativa, de buena adaptación a suelos que plantean problemas de asfixia, de hongos y otros. Pero estos patrones son más exigentes en lo referente a la frecuencia y sistema de riegos y no son válidos para el cultivo en secano. Teniendo en cuenta que el cultivo sin riego representa una proporción muy elevada de las plantaciones de almendro en los países mediterráneos, tradicionalmente productores de este fruto, y que, además, los patrones de la especie ciruelo presentan frecuentes casos de incompatibilidad al ser injertados con variedades de almendro (FELIPE, 1970; FELIPE y HERRERO, 1977; GRASSELLY, 1969; KESTER y HANSEN, 1964; KESTER *et al.*, 1965), este tipo de patrones ha sido poco utilizado. Sin embargo, algunos clones de ciruelo presentan buena compatibilidad con almendro y pueden ser utilizados en regadío, como es el caso de los "pollizos" (FELIPE, 1976) originarios y utilizados principalmente en el S.E. de España, de los que existen recientes selecciones clonales (FELIPE *et al.*, 1994).

Otro grupo de patrones para almendro, utilizable tanto en secano como en regadío, es el que componen los híbridos entre almendro y melocotonero, grupo que ofrece buenas perspectivas en este sentido y en el que se trabaja de forma importante en varios países (CAMBRA, 1979; FELIPE *et al.*, 1995; GRASSELLY y DAMAVANDY, 1974; KESTER y ASAY, 1986). Desde mediados del decenio de los sesenta, se han llevado a cabo, por nuestro equipo de Zaragoza, diferentes trabajos sobre material vegetal de almendro, entre los que los referentes a patrones ocupan un lugar destacado. La experiencia y conocimientos adquiridos como resultado de varios trabajos y ensayos (BLASCO y FELIPE, 1981; FELIPE 1970 y 1976; FELIPE y HERRERO, 1977) facilitó la definición de diferentes problemas que los patrones en uso presentaban para el cultivo del almendro y algunas de las características que éstos deberían tener para solucionarlos. La experiencia acumulada a lo largo de esos trabajos ha permitido establecer las características que debería reunir el que podría considerarse como el patrón ideal para almendro, concepción global que se ha tenido en cuenta al establecer un programa de mejora genética.

Sin embargo, ninguna selección puede ofrecer por el momento, de una manera general, la consecución de todos los objetivos. Se puede, a pesar de ello, realizar selecciones que en cada zona satisfagan, de forma más o menos completa, las exigencias de los aspectos prioritarios para cada modalidad de cultivo (secano o regadío, tradicional o intensivo, presencia o no de nematodos y otros patógenos del suelo, etc.), avanzando así en la mejora del material vegetal en uso. Esta visión general y

los requisitos que debe reunir el material vegetal de cultivos leñosos, viene muy bien estructurada por la concepción del ideotipo (DONALD, 1968), por lo que, después de haber considerado éste en la mejora de cultivares de almendro (SOCIAS i COMPANY *et al.*, 1997), vamos a aplicar el mismo concepto a las características propias de los patrones.

El ideotipo del patrón

En el cuadro 1 se relacionan las características que debería poseer y que permiten definir al patrón ideal para el cultivo del almendro en nuestras condiciones. A continuación se comentan estas características.

Características viverísticas

Aptitud para la propagación

Tanto si es propagado por semilla como vegetativamente, un patrón selecto debe ser fácilmente propagable, mostrando: alta capacidad de germinación de las semillas en el caso de propagación sexual o buena capacidad de enraizamiento de los distintos tipos de estaquillas en el de propagación asexual o vegetativa. En ambos casos, las nuevas plantas deben tener un sistema radicular bien ramificado y distribuido.

En la mayor parte de los programas de mejora en curso, es objetivo prioritario el que la propagación mediante estaquillas leñosas sea fácil (como método más económico entre los vegetativos) y se logre con ella un alto porcentaje de plantas. Sin embargo, aunque siga siendo un aspecto prioritario, no debe considerarse como excluyente ya que las técnicas de propagación *in vitro* permiten en la actualidad propagar patrones interesantes que hasta hace poco no eran comercializados por su dificultad de multiplicación.

El hábito vegetativo de las plantas es importante en los trabajos necesarios para la propagación y crianza de las plantas de vivero. El crecimiento erecto y poco ramificado de las plantas productoras de estaquillas facilita la confección de éstas y, por tanto, reduce los costes de su preparación. El aspecto de las hojas, si marca diferencias de aspecto con las variedades a injertar, facilita y abarata los trabajos de supresión de rebrotes de patrón cuando, tras la realización del injerto, inicia su crecimiento la variedad.

Comportamiento en vivero

Las características vegetativas: número de anticipados en la zona de injerto, crecimiento más o menos erecto en vivero, etc., son aspectos de importancia económica que pueden influir en el coste de producción de los plantones y por ello deben ser tenidas también en cuenta durante el proceso de selección.

Las plantas deben tener un crecimiento erguido y estar poco ramificadas en la parte baja para ser fácilmente injertables y han de admitir fácilmente el injerto durante el más largo período de tiempo posible.

Compatibilidad

Un patrón comercial debe ser compatible con todas o la mayoría de las variedades de la especie para la que se ha seleccionado. En almendro, la compatibilidad de injerto es general cuando se usan patrones

CUADRO 1
IDEOTIPO DEL PATRÓN DEL ALMENDRO

CARACTERÍSTICAS VIVERÍSTICAS

Buena aptitud para su propagación:

- Por semilla:
  - Capacidad germinativa elevada
  - Producción de planteles homogéneos
- Vegetativamente:
  - Facilidad de enraizamiento
  - Realización de estaquillas fácil y barata
- En ambos casos deben tener sistemas radiculares bien ramificados y distribuidos.

Comportamiento en vivero:

- Hábito de vegetación (porte y ramificación): erecto y con pocos anticipados.
- Fácil de diferenciar de las variedades

COMPATIBILIDAD

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Comportamiento en plantación:

- Buen prendimiento al transplante
- Uniformidad de desarrollo y comportamiento entre plantas
- Vigor y tamaño definitivo de la planta, adecuado a las condiciones de cultivo
- Inducción de precocidad y productividad a la variedad injertada
- Eficiencia respecto al uso de agua y nutrientes
- Buena adaptabilidad a suelos con problemas no graves
  - Suelos compactos
  - Suelos calizos
- Resistencias a factores físicos adversos
  - Resistencia a la sequía en los seleccionados para el cultivo en secano
  - Resistencia a asfixia de raíces y cuello
- Resistencias a patógenos diversos del suelo
  - Nematodos
  - *Capnodis* (Gusano cabezudo)
  - *Agrobacterium*
  - *Verticilium*
  - *Armillaria*
- Buen anclaje
- Tendencia, nula o mínima, a producir sierpes

ESTADO SANITARIO SATISFACTORIO

- Libres de virosis conocidas

pertenecientes a las especies almendro y melocotonero, así como los híbridos entre ambas especies. Con los ciruelos de crecimiento lento, pertenecientes a las especies *P. domestica* L. y *P. insititia* L., se producen frecuentes casos de incompatibilidad localizada y con los ciruelos diploides de crecimiento rápido (*P. cerasifera* Ehrh., *P. salicina* Lindl., mariana, etc.) la incompatibilidad traslocada es la norma, existiendo

algunas excepciones que, generalmente, no llegan a ser útiles a nivel comercial.

La posibilidad de disponer de patrones polivalentes, compatibles con variedades de diferentes especies frutales resulta de alto interés, pues ello facilita notablemente el trabajo al viverista y la elección al agricultor.

Características agronómicas

El estudio de las características agronómicas exige un largo período de años en el que, mediante numerosos ensayos de comportamiento agronómico, controles de resistencias y sensibilidades, etc., llegan a conocerse muchos aspectos del comportamiento de los patrones. Los conocimientos adquiridos serán tanto más fiables cuantos más ensayos se hayan realizado y más equipos especializados en cada tema hayan intervenido en su estudio y comprobación.

Capacidad de trasplante

Los fallos de plantones, como consecuencia del estrés que sufren en el trasplante, causan problemas de homogeneidad a las plantaciones y retrasos en su rentabilidad. Por ello es deseable que los patrones sean capaces de reaccionar favorablemente tras el período que transcurre desde el arranque del vivero hasta la plantación en campo. Los francos de almendro son, generalmente, sensibles al trato poco cuidadoso en esta operación.

Vigor y tamaño definitivo de la planta

La capacidad para influir en el tamaño del árbol y hacerlo más asequible para las operaciones de poda, recolección y tratamientos fitosanitarios, es una característica de gran interés para facilitar el cultivo reduciendo costes en casi todas las especies frutales. En almendro, la reducción drástica de tamaño es menos buscada que en otras especies, sin embargo no escapa a ciertas apetencias según las condiciones de cultivo. Para secano se requieren patrones vigorosos, capaces de hacer crecer y producir a las plantas en condiciones poco favorables. Para regadío no se requieren patrones vigorosos, pero son interesantes los que imprimen un buen desarrollo durante los primeros años, acortando con ello el período improductivo.

Uniformidad de desarrollo y comportamiento de la planta

Este es el comportamiento habitual que inducen los patrones clonales, pero que no siempre se logra con los que proceden de semilla (francos) debido a su heterogeneidad genética que influye, en mayor o menor grado, en las diferencias de desarrollo entre plantas.

Longevidad de la planta

La duración de la vida productiva que el patrón induce a la planta ha de alcanzar un número de años suficiente para hacer económicamente interesante su cultivo. En condiciones favorables, el melocotonero como patrón reduce la edad que pueden alcanzar los almendros, los cuales, injertados sobre sus propios francos tienen una larga vida cuando las condiciones de suelo son favorables. La longevidad de los almendros injertados sobre híbridos almendro x melocotonero no se conoce todavía por lo reciente de su introducción, pero se

supone que será intermedia entre la que inducen las dos especies.

Precocidad y productividad inducidas a la variedad

El patrón debe inducir a la variedad la entrada en producción en el menor número de años posible, cosa que en almendro no suele ser problema por su rápida llegada a la edad de inicio de la floración y producción. La producción de fruta debe ser constante a lo largo de los años, elevada y de calidad satisfactoria.

Eficiencia en el uso del agua y nutrientes

Existen marcadas diferencias entre patrones en lo referente a su capacidad de captación del agua y de los nutrientes existentes en el suelo. Una buena eficiencia en el uso del agua del suelo permite a las plantas afrontar con menos sufrimiento las situaciones de estrés hídrico, que frecuentemente se produce durante el verano mediterráneo en las plantaciones de secano. La buena eficiencia se traduce en un mayor crecimiento y/o una mayor productividad.

Adaptabilidad a las condiciones del suelo

Un buen patrón debe poder vegetar, en buenas condiciones, en el abanico más amplio posible de situaciones. Unas exigencias muy concretas por parte del patrón limitan excesivamente la posibilidad de su utilización comercial.

Resistencia a asfixia radicular y del cuello

El patrón debe permitir a la planta sobrevivir en situaciones de encharcamientos producidos por riegos, lluvias superiores a las normales o inundaciones. En general, el almendro es sensible a estas situaciones produciéndose mortandades importantes en condiciones que otras especies frutales son capaces de soportar. Las raíces de melocotonero resisten algo mejor, pero también precisan de suelos con buen drenaje. En los patrones híbridos entre las dos especies citadas se ha observado una notable variabilidad entre clones, pero en conjunto se comportan de una forma cercana a las dos especies que los forman.

Resistencia a patógenos

El patrón debe proporcionar resistencia a los distintos patógenos, tanto animales (insectos o nematodos) como a criptógamas (hongos del suelo o bacterias).

En cuanto a nematodos, existen buenas fuentes de resistencia a *Meloidogyne* en algunas variedades de almendro (KOCHBA y SPIEGEL-ROY, 1976) y, más completa todavía, en algunas de melocotonero (RAMMING y TANNER, 1983), siendo un carácter dominante que se transmite a la descendencia (KOCHBA y SPIEGEL-ROY, 1975).

Para los otros patógenos del suelo, como es el caso de la resistencia a *Capnodis* (D'HALLEWIN *et al.*, 1992), no se dispone en almendro y melocotonero, de fuentes de resistencia similares a las de los nematodos *Meloidogyne*, aunque se dan ciertos casos de mayor o menor tolerancia a algunos de los patógenos considerados.

Respecto a hongos patógenos, no se dispone de buenas fuentes de resistencia, aunque se conoce que, entre los posibles patrones, son más tolerantes los ciruelos.

En cuanto a la resistencia a *Agrobacterium*, se observa una notable variabilidad de comportamiento entre especies y clones, por lo que un trabajo sistemático de ensayos de resistencia podrá proporcionar clones de comportamiento aceptable en este aspecto.

Anclaje

Las raíces deben ser poco frágiles y con buena distribución del sistema radicular, lo que hace que la planta tenga un mejor agarre al suelo y mayor estabilidad en caso de vientos fuertes o desigual reparto de la carga. Al mismo tiempo, esa buena distribución del sistema radicular le permite explorar y explotar mejor los recursos del suelo.

No serpear

La producción abundante de sierpes o rebrotes de raíz causa al fruticultor problemas de manejo de la plantación y somete a la planta a riesgos de infecciones por enfermedades como consecuencia de las heridas producidas en su eliminación.

Estado sanitario

En el momento presente no debe considerarse terminada una selección o una obtención de un programa de mejora genética hasta que se ha comprobado que los nuevos clones que se pretende difundir disfrutan de un estado sanitario satisfactorio, libres de virosis conocidas, evitando con ello problemas de compatibilidad, de falta de vigor, de deformidades de frutos, etc. que suelen producirse al utilizar plantas afectadas por determinadas virosis.

Conclusiones

En algunos de los aspectos citados, se ha avanzado notablemente en la consecución de plantas con buen comportamiento, como son: la capacidad de propagación en patrones clonales, la resistencia a nematodos *Meloidogyne*, etc. En otros, sin embargo, se continúa todavía sin encontrar fuentes de aportación de la característica deseada o de resistencia, como es el caso de la sensibilidad a *Armillaria* o a *Capnodis*, patógenos para los que no se han encontrado todavía fuentes de resistencia transmisibles a las descendencias.

En algunos de los otros aspectos citados, cuya mejora del comportamiento sería interesante, se han logrado avances más o menos notorios con algunos de los patrones en vías de selección o, incluso, con algunos de los que ya se ha iniciado su comercialización. Sin embargo, no cabe duda que la continuidad de los Programas de Mejora en curso ha de permitir avanzar más en la solución de muchos de los problemas que se plantean todavía al cultivo en la actualidad.

Agradecimientos

Trabajo realizados al amparo del proyecto INIA 9530.

Bibliografía

BLASCO A. B., FELIPE A. J. 1981. Cropping efficiency in almond: a rootstock trial under irrigation. Options Méditerr. CIHEAM/IAMZ 1981/I: 137-138.

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

D'HALLEWIN G., MULAS M., PELLIZZARO G. 1992. Results of two years observation on bitter almond rootstocks selection. Rap. EUR 14081: 229-232.

DONALD C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17: 385-403.

FELIPE A. J. 1970. Ensayo en vivero de patrones de almendro. Inf. Técn. Econ. Agrar. 1: 165-167.

FELIPE A. J. 1976. Compatibilidad entre cultivares de almendro y patrón de ciruelo 'pollizo'. I Congr. Int. Almendra y Avellana, pp. 331-336.

FELIPE A. J. 1983. Bouturage ligneux de l'amandier. Options Méditerr. CIHEAM/IAMZ 1984/II: 97-100.

FELIPE A. J. 1.992. Aptitude pour la propagation chez l'amandier 'Garrigues' et sa descendence. Rap. EUR 14081: 73 - 79.

FELIPE A. J., GÓMEZ APARISI J., SOCIAS i COMPANY, R. 1.994. "Pollizo plum", a rootstock for almond: preliminary results. Acta Hortic. 373: 99-103.

FELIPE A. J., GOMEZ APARISI J., SOCIAS i COMPANY, R. 1.995. Obtención y selección de nuevos hibridos almendro x melocotonero. VI Congr. SECH, Resúmenes, pp 103.

FELIPE A. J., HERRERO J. 1.977. Ensayos de patrones para el cultivo de almendro en regadío. An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Ser. Prod. Veg. 7: 113-124.

GRASSELLY C. 1969. Etude de la compatibilité de l'amandier (*Prunus amygdalus* Batsch) greffé sur divers pruniers. Ann. Amélior. Plantes 19(3): 265-276.

GRASSELLY C., DAMAVANDY H. 1974. Etude des posibilités de production d'hybrides F_1 intra et interespecifiques chez le sous-genre *Amygdalus*. II Combinaisons reciproques: *Prunus amygdalus* et *Prunus persica*. Ann. Amélior. Plantes 24(4): 405-414.

KESTER D. E., ASAY R. N. 1986. 'Hansen-2168' and 'Hansen-536': Two new *Prunus* rootstock clones. HortScience 21(2): 331-332.

KESTER D. E., HANSEN C. I. 1964. Compatibility of almond varieties on Mariana-2624 plum rootstocks. Calif. Agric. 18(9): 8-10.

KESTER D. E., HANSEN C. I., PANETSOS, C. 1965. Compatibility of almond varieties on Mariana 2624 plum rootstocks. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 169-177.

KESTER D.E, SARTORI E. 1966. Rooting of cuttings in populations of peach, *P. persica* L., almond, *P amygdalus* Batsch and their F_1 hybrids. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 219-223.

KOCHBA J., SPIEGEL-ROY P. 1975. Inheritance of resistance to the root-knot nematodes in bitter almond progenies. Euphytica 24: 453-457.

KOCHBA J., SPIEGEL-ROY P. 1976. Alnem 1, Alnem 88, Alnem 201: nematode resistant roostock seed sources. HortScience 11: 270.

NICOTRA A., PELLEGRINI M. 1989. Almond rootstocks breeding for easy propagation. Options Méditerr., Sér. Semin. 5: 51-60.

OLIVIER G., GRASSELLY C. 1.988. Amélioration des semis d'amandier porte-greffes. Etat d'avancement des travaux. Rap. EUR 11557: 111-115.

RAMMING D. W., TANNER O. 1983. 'Nemared' peach rootstock. HortScience 18: 376.

SOCIAS i COMPANY R., FELIPE A.J., GÓMEZ APARISI J., GARCÍA J.E., DICENTA F. 1.997. El concepto del ideotipo en la mejora de cultivares de almendro. Inf. Técn. Econ. Agrar. 93V (3): 164-176.

(Aceptado para publicación el 15 de marzo de 1999)