

Problemática actual de la mejora genética de frutales en España

G. Llácer

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Apartado Oficial, 46113 Moncada (Valencia).
gllacer@ivia.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es revisar la problemática actual de la mejora genética de frutales en España mediante una encuesta a los responsables de los programas de mejora. Se han recopilado los datos siguientes: año de inicio de los programas, lugar donde se realizan los cruzamientos, tipo de financiación, objetivos de los programas y problemas que dificultan el desarrollo de los mismos. Entre muchos otros, los principales objetivos citados por los responsables de los programas son la mejora de la calidad del fruto, la obtención de resistencias o tolerancias a plagas y enfermedades y la mejora del calendario de comercialización. Los problemas más importantes son la financiación escasa e irregular, la poca implicación del sector privado, la escasez de estudios genéticos en este grupo de plantas y las dificultades que se derivan de la larga duración de su ciclo reproductivo y del gran tamaño de las plantas.

Palabras clave: cruzamientos, objetivos, financiación, calidad de fruto, resistencia, calendario de recolección

Summary

Main problems on fruit breeding in Spain

This paper is aimed at reviewing the main problems on fruit breeding in Spain. The directors of the breeding programs were asked to give the following information: the year of the first crosses, the location of experimental plots where the crosses were made, the source of funding, the objectives of the programs and the main difficulties encountered during the development of them. The main objectives stated by the directors of the programs were: the improvement of the fruit quality, the introgression of tolerance or resistance to diseases and pests and the enlargement of the harvest season. The main problems encountered were the short and irregular funding, the low involvement of private companies, the lack of knowledge on genetics of these species and the management difficulties from the long juvenile period and the large size of the plants.

Key words: crosses, objectives, funding, fruit quality, resistance, harvest season

Introducción y objetivos

El Diccionario de Ciencias Hortícolas (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, SECH, 1999) define la mejora genética vegetal

como la aplicación de técnicas genéticas a la obtención de variedades vegetales que superan en productividad, resistencia, calidad, etc. a las ya existentes. Básicamente se trata de la elección hecha por el hombre de las

mejores plantas dentro de una población con características variables. En otras palabras, la mejora genética es una 'selección' que se hace posible por la existencia de una 'variabilidad', bien sea aprovechando la variabilidad natural o provocándola mediante técnicas diversas (Sánchez-Monge, 1993). Según esta última definición, la selección clonal dentro de una variedad-población formaría parte de la mejora genética. Sin embargo, normalmente sólo se incluyen dentro de la mejora aquellos procesos que conducen a la obtención de nuevas variedades, aunque la selección de clones ha tenido mucha importancia como fase previa a la mejora por cruzamientos de variedades y patrones (Moreno, 2004 y 2005; Orero *et al.*, 2004) Los métodos de mejora genética actualmente en uso son la hibridación mediante cruzamientos dirigidos, la selección de mutaciones gemarias o de híbridos espontáneos, la inducción y selección de mutaciones en yemas y semillas y la mejora mediante técnicas biotecnológicas, entre las que pueden citarse la fusión de protoplastos y la transformación genética (Agustí, 2004).

Siguiendo la tónica general de la investigación agraria en España, y de la investigación frutal en particular, nuestro país inició muy tarde programas propios de mejora genética de frutales. Los primeros programas clásicos de mejora de frutales por cruzamientos empezaron hace poco más de 30 años (concretamente en 1974, como se verá más adelante), mientras que en Estados Unidos habían empezado hace casi 100 años, a principios del siglo XX (Badenes *et al.*, 1998), y en varios países europeos había ya programas en marcha a mediados del siglo pasado. Por otra parte, los primeros programas españoles de mejora de frutales por vías biotecnológicas no se iniciaron hasta 1996.

El objetivo de este trabajo es revisar la problemática actual de la mejora genética de

frutales en España, desde un doble punto de vista:

- Mostrar la problemática que se pretende resolver con los programas vigentes.
- Analizar los problemas que dificultan el desarrollo de dichos programas.

Metodología

Para llevar a cabo la revisión se realizó una encuesta entre más de 20 colegas que trabajan en mejora genética de frutales. La encuesta contenía las siguientes preguntas:

- Año de inicio del programa, entendiendo por tal el año en que se efectuaron los primeros cruzamientos (la gran mayoría de los programas existentes se basan en cruzamientos dirigidos en campo). Sin embargo, es sabido que casi siempre hay un período previo más o menos largo de estudio de colecciones y elección de genitores, antes de realizar los primeros cruzamientos
- Lugar (Comunidad Autónoma) donde se realizan los cruzamientos
- Tipo de financiación: pública, privada o mixta
- Problemática que se pretende resolver o, lo que es lo mismo, objetivos de los programas
- Problemática que dificulta el desarrollo de los programas: problemas de tipo financiero, científico, técnico u otros.

Conviene aclarar que con la denominación de 'frutales' se han considerado todas las especies que así fueron tratadas en el libro "La Horticultura Española" (Sech, 2001) y que incluye los frutales de hueso y de pepita, los frutos secos, los subtropicales, los cítricos, el olivo y la uva de mesa.

Resultados y discusión

Año de inicio de los programas

Como hemos dicho anteriormente, fue en 1974 cuando se iniciaron los cruzamientos de los primeros programas españoles de mejora genética de frutales. Concretamente, fueron el programa de mejora de almendro, iniciado por Antonio Felipe en Zaragoza, y el programa de mejora de patrones de cítricos, que empezó Juan Forner en Valencia. Desde ese año hasta la actualidad, el número de programas iniciados ha ido en aumento, como se ve en la lista siguiente:

Década de los 70:	4
Década de los 80:	5
Década de los 90:	21
Años 2000 (sólo 5 años):	12
Total:	42

Lo que más llama la atención en esa lista es el gran salto cuantitativo que se produjo entre la década de los 80 y la de los 90. ¿A qué se debe este salto? Hasta la década de los 90, la mayor parte de las variedades frutales eran libres aunque se hubieran obtenido en otro país y, aunque fueran protegidas, la protección era muy poco efectiva. Se traían, se probaban y las que se comportaban mejor se cultivaban comercialmente. Si era necesario se les cambiaba el nombre. Esta situación ha ido cambiando paulatinamente y en la actualidad casi todas las nuevas variedades están protegidas por los obtentores y sólo se pueden cultivar legalmente pagando las licencias correspondientes, con el agravante de que la protección es cada vez más efectiva y de que las mejores variedades pertenecen en exclusiva a unos pocos grandes productores. Por esa razón, en esa década se iniciaron un buen número de programas propios de mejora de frutales, tendencia que ha ido en aumento en la década presente hasta alcanzar una cifra considerable para la tradición española. Hay

que advertir que esta cifra puede estar ligeramente por debajo de la real, ya que algún programa de financiación privada puede habérsenos escapado.

Distribución por especies del número de programas

Frutales de hueso (*Prunus*):

Albaricoquero	5
Almendro	3
Cerezo	1
Ciruelo	2
Melocotonero	10
Portainjertos	3

Frutales de pepita:

Manzano	2
Peral	2
Níspero	1

Frutales tropicales:

Chirimoyo	1
Platanera	1
Mango	1

Otros 'frutales':

Cítricos	4
Olivo	2
Uva de mesa	1
Pistachero	1
Castaño	2

Como puede observarse, a los frutales de hueso corresponden más de la mitad (24) de los programas vigentes, siendo el melocotonero la especie frutal con la que más se está trabajando, ya que es con mucha diferencia la más importante económicamente y la de mayor dinamismo varietal dentro de ese grupo de especies (Llácer, 2005).

¿Es lógica la actual proliferación de programas de mejora en algunas especies? En gran parte sí, por las razones siguientes:

- La necesaria adaptación de las variedades a las condiciones de cada área de cultivo sólo se consigue con programas propios de

mejora, donde las descendencias obtenidas de los cruzamientos se seleccionan 'in situ'. El fracaso de muchas variedades introducidas en España desde Estados Unidos, por ejemplo, se debe a su falta de adaptación.

- La ya citada situación actual de protección de casi todas las nuevas variedades.
- La necesidad de diferenciación de la producción, cada obtentor quiere unas variedades que se distingan de las demás.

No obstante, no siempre está justificado que haya más de un programa de mejora de la misma especie y en la misma Comunidad Autónoma, a veces en el mismo organismo.

Todos los programas aquí señalados corresponden a programas clásicos de mejora por cruzamientos en campo, asistidos o no con marcadores moleculares, con las siguientes excepciones:

- Dos programas, uno de los de cítricos y otro de albaricoquero, utilizan métodos biotecnológicos.
- El programa de mejora de la platanera es de selección y evaluación de mutaciones espontáneas dentro de las poblaciones de plátanos de Canarias.
- Otro de los programas de mejora de cítricos utiliza la irradiación de yemas como método para aumentar la variabilidad.
- Los dos programas de mejora del castaño no se basan en cruzamientos actuales sino en la selección de híbridos F1 de cruzamientos controlados antiguos e híbridos F2 y F3 procedentes de polinización abierta.

Distribución por Comunidades Autónomas

Comunidad Valenciana	10
Cataluña	8
Aragón	7
Andalucía	7

Murcia	5
Canarias	2
Galicia	2
Asturias	1
Extremadura	1

Destaca la Comunidad Valenciana porque, además de 5 programas de mejora de frutales de hueso, tiene los 4 de cítricos y el único de níspero. Cataluña tiene 3 programas de mejora de frutales de hueso (incluyendo el almendro), 3 de frutales de pepita, uno de olivo y uno de pistachero. Todos los programas que se llevan cabo en Aragón son de mejora de frutales de hueso, sean variedades o patrones. De los 7 programas cuyos cruzamientos se realizan en Andalucía, 4 son de melocotonero (revelando la importancia creciente del cultivo de variedades extraprecoces en esa Comunidad), uno de ciruelo japonés, uno de olivo (uno de los programas de mejora genética de olivo más importantes del mundo) y uno de chirimoyo. En Murcia se están desarrollando 4 programas de mejora de frutales de hueso y el único programa español de uva de mesa. Los dos programas de mejora de Canarias son de platanera y mango, respectivamente, los dos de Galicia son de castaño, el de Asturias es de manzano de sidra y el de Extremadura es de melocotonero.

Tipo de financiación

Hemos distinguido entre 3 tipos de financiación:

- Pública: la que proporcionan distintos organismos públicos como el Ministerio de Educación y Ciencia (antes Ministerio de Ciencia y Tecnología), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), las Comunidades Autónomas o diversos fondos europeos (FEDER, INTERREG, etc). La mayor parte de los programas analizados tienen exclusivamente este tipo de financiación (19 de los 42).

- Privada: programas financiados exclusivamente por empresas privadas como grandes productores o asociaciones de productores, cooperativas agrícolas o viveros comerciales (8 programas de los 42).

- Mixta: programas que reciben una doble financiación, pública más privada, o que están financiados por organismos tipo CDTI o programas PETRI que requieren aportación privada que se suma a los fondos públicos (15 programas de los 42).

Teniendo en cuenta que la mayor parte de estos últimos programas reciben mucho más dinero público que privado, hay que deducir que la implicación del sector privado en la mejora genética de frutales es escasa en nuestro país, justamente lo contrario de lo que sucede en los países más desarrollados, como Estados Unidos, donde la mayoría de los programas de mejora son financiados con fondos del sector privado, incluso los que se realizan en organismos públicos.

Principales objetivos de los programas de mejora de variedades

El objetivo más citado por los responsables de los programas de mejora de frutales es la *calidad del fruto* o, en casos como el del olivo, la calidad del producto transformado. La calidad de los frutos depende de muchos factores. Hay que distinguir entre la calidad externa (tamaño, color, aspecto general) y la calidad interna (sabor, aromas, textura, firmeza). En muchos frutales, la calidad externa se ha cuidado mucho más que la interna, ya que los frutos se venden a menudo por la vista, pero la calidad interna está adquiriendo una importancia creciente, ya que su ausencia se ha citado en encuestas recientes como el principal factor para no comprar más fruta por parte de los consumidores (Byrne, 2002; Llácer, 2005). Aunque la mayoría de estas encuestas se referían al melocotón, creemos que sus

conclusiones pueden aplicarse a muchas otras frutas. Dentro del concepto 'calidad de fruta' entran también otros factores como la facilidad de pelado (tan importante en las mandarinas) y la ausencia o bajo número de semillas (igualmente importante en mandarinas, uvas y chirimoyas).

El segundo objetivo más citado es la *resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades*. La incorporación de estas resistencias a las variedades cultivadas permite reducir notablemente el número de tratamientos químicos, con la consiguiente disminución de costes, de residuos en la fruta y de contaminación ambiental. La producción ecológica de fruta, que presenta un interés cada vez mayor, también depende de la disponibilidad de variedades resistentes. En este capítulo podemos incluir la tolerancia a ciertas fisiopatías, que inducen la aparición de manchas u otras anomalías en la fruta, así como la tolerancia a diversos factores abióticos como la sequía o el frío.

El tercer objetivo más citado es el de mejorar el calendario de comercialización, bien sea para obtener variedades más precoces o más tardías, que suponen unos precios de venta superiores, según las regiones, bien sea para aumentar la duración de la campaña de recolección.

Muchos otros objetivos, ya más específicos de las diferentes especies frutales, han sido citados por los mejoradores españoles de frutales:

- Aumentar la productividad
- Mejorar la adaptación climática (falta de frío invernal, floración tardía para escapar de las heladas de primavera, etc)
- Alcanzar una mayor independencia de las obtenciones extranjeras
- Obtener variedades autocompatibles que no necesiten polinizadores

- Reducir el vigor, para plantaciones más intensivas y de porte bajo, o aumentarlo en especies cultivadas mayoritariamente en secano.
- Aumentar el aguante de la fruta en el árbol o la aptitud para la recolección mecánica
- Mejorar la conservación y el manejo de la fruta durante la postcosecha
- Conseguir una entrada en producción más precoz
- Mejorar la arquitectura del árbol para facilitar las podas de formación y de fructificación y reducir, de esta forma, los costes de cultivo
- Realizar estudios genéticos de variabilidad, heredabilidad, marcadores moleculares, etc.

Principales objetivos de los programas de mejora de patrones

Algunos objetivos de los programas de mejora de patrones para frutales son comunes con los señalados para las variedades, como la resistencia a plagas y enfermedades, reducir o aumentar el vigor o mejorar la adaptación climática. Sin embargo, otros objetivos son específicos de los patrones:

- Dentro del capítulo de resistencias o tolerancias, la resistencia a los problemas de replantación adquiere la máxima importancia ante la prohibición del uso del bromuro de metilo para la desinfección del suelo. Asimismo, las tolerancias a factores abióticos del suelo, como la caliza, la salinidad o la asfixia radicular.
- La compatibilidad de injerto con el máximo número posible de variedades es, evidentemente, uno de los objetivos más importantes.
- La eficiencia en el uso de los recursos del suelo, como el agua y los nutrientes.

- La disminución de costes para los viveristas, que se alcanza a través de una mayor facilidad de formación de los árboles, la ausencia de rebrotes y una mejor distinción con las variedades injertadas (hojas rojas en los patrones de *Prunus*, hojas trifoliadas en los de cítricos, etc).

Problemas que dificultan el desarrollo de los programas de mejora de frutales

La última pregunta de la encuesta trataba de obtener información de cuáles eran los principales problemas con que se encontraban los mejoradores españoles de frutales durante el desarrollo de sus programas. Las respuestas fueron muchas y variadas, por lo que las hemos agrupado en 4 apartados. Hay que señalar que muchos de estos problemas son similares a los que se encuentran los mejoradores de otros grupos de plantas, pero puede decirse que las dificultades en la mejora de frutales son superiores debido a la larga duración de su ciclo reproductivo y al gran tamaño de las plantas, por una parte, y a la escasez de estudios genéticos en comparación con otros tipos de plantas.

Problemas de financiación

- Financiación irregular y que depende de proyectos cortos, lo que crea inseguridad en la continuidad de los programas.
- Financiación pública escasa, sobre todo los recursos son muy limitados para la contratación de personal de campo que, sin embargo, se necesita en cantidad y calidad.
- Poca implicación del sector privado productor.

Problemas científicos

- Escasa variabilidad, o variabilidad desconocida, de muchos caracteres de interés.

- Poco conocimiento de la heredabilidad de los caracteres.
- Asimismo, escaso conocimiento de marcadores moleculares, lo que dificulta la selección rápida de las descendencias.
- Muchos caracteres de interés son cuantitativos, dependen de muchos genes, lo que obliga a analizar mucha descendencia.

Problemas técnicos

- Larga duración de los imprescindibles ensayos agronómicos (al final siempre hay que analizar la fruta).
- Necesidad de mucho espacio en campo, lo que en ciertas regiones es difícil y/o muy caro.
- Necesidad de grandes equipamientos de campo (tractores, atomizadores, etc) difíciles de conseguir en los proyectos o en las convocatorias para infraestructura.
- Escasez de fuentes de resistencia (ROMERO *et al.*, 2004).
- Frecuencia de heladas primaverales destructoras de floración y de cosecha.
- Necesidad de germinación *in vitro* de embriones inmaduros y posterior aclimatación de las plántulas obtenidas en los programas de mejora de algunas especies con variedades muy precoces.

Otros problemas

- Poca colaboración entre entidades públicas y privadas
- Dificultades para la inclusión en los Registros de Variedades Comerciales y Protegidas.
- Infravaloración científica de los ensayos agronómicos, con poca repercusión en el currículo de los mejoradores.

- Riesgos fitosanitarios en la introducción de materiales foráneos utilizados como parentales.
- Demandas cambiantes de los mercados que son difíciles de adoptar en programas de mejora de frutales.
- Mala prensa de las plantas transgénicas y problemas para la liberación de organismos modificados genéticamente, lo que dificulta su evaluación.

Después de conocer toda esta larga serie de problemas con que se encuentran los mejoradores españoles de frutales todavía resulta más sorprendente que haya más de 40 programas vigentes en este momento. En realidad, la problemática de la mejora de frutales en España está en consonancia con la de la investigación científica en general y la agronómica en particular: escasa financiación, falta de tradición científica, poca valoración de la investigación, descoordinación entre organismos públicos y poca colaboración entre los sectores públicos y privados. Dado lo tardío del inicio de los programas de mejora genética de frutales en España, sólo los que empezaron antes de la década del 90 tienen variedades o patrones comerciales en el mercado (Felipe y Socias i Company, 1987; Socias i Company y Felipe, 1999 y 2004; Vargas y Romero, 1985 y 1994; Egea *et al.*, 2000, 2004 y 2005; Gómez Aparisi *et al.*, 2001; Forner Valero y Forner Giner, 2003; Bono *et al.*, 2005; Carrera *et al.*, 2005), mientras que algunos de los que comenzaron al principio de esa década empiezan a tener variedades en fase de registro.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a los colegas que suministraron los datos para elaborar este trabajo: Santiago Pereira, Fina Fernán-

dez, María Ángeles Moreno, Lorenzo Burgos, José M^a Farré, Diego Barranco, Federico Dicenta, Jorge Pinochet, Rafael Socías, Ignasi Batlle, Juan Negueroles, Enrique Dapena, Ignacio Hormaza, Francisco Vargas, Víctor Galán, Juan Carreño, Joan Bonany, Lorenzo García, Rafael Bono, Salvador Zaragoza, Juan Forner y Mario Ortiz.

Referencias bibliográficas

- Agustí M, 2004. Fruticultura, 493 pp. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Badenes ML, Martínez-Calvo J, Lorente M, Llácer G, 1998. Características del cultivo y de la mejora del melocotonero en Estados Unidos. Inf. Téc. Econ. Agrar., 94V (3), 165-176.
- Bono R, Soler J, Buj A, 2005. Estudio de las variedades de reciente introducción en el mercado cítrico. Levante Agrícola, 375: 121-123.
- Byrne DH, 2002. Peach breeding trends: a world wide perspective. Acta Horticulturae, 592, 49-59.
- Carrera M, Alonso JM, Espiau MT, Socías i Company R, 2005. La mejora genética del melocotonero de la Unidad de Fruticultura del CITA de Aragón (Este número de ITEA)
- Egea J, Dicenta F, Berenguer T, 2000. 'Antoñeta' and 'Marta': two new self-compatible late flowering almond cultivars. HortScience, 35 (7), 1358-1359.
- Egea J, Dicenta F, Burgos L, 2004. 'Rojo Pasión' apricot. HortScience, 39 (6), 1490-1491.
- Egea J, Ruiz D, Dicenta F, Burgos L, 2005. 'Murciaina' apricot. HortScience, 40 (1), 254-255.
- Felipe AJ, Socías i Company R, 1987. 'Aylés', 'Guara' and 'Moncayo' almonds. HortScience, 22 (5), 961-962.
- Forner Valero JB, Forner Giner M.A., 2003. El programa de mejora genética de patrones de agrios en España. Todo CITRUS, 23, 13-21.
- Gómez Aparisi J, Carrera M, Felipe AJ, Socías 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. Téc. Econ. Agrar., 97V (3), 282-288.
- Llácer G, 2005. Tendencias actuales en las nuevas variedades de melocotonero. Congreso Internacional de Fruticultura AGROFRUT 05. Zaragoza, en prensa.
- Moreno MA, 2004. Breeding and selection of *Prunus* rootstocks at the Aula Dei Experimental Station, Zaragoza, Spain. Ist International Symposium on Rootstocks for Deciduous Fruit Tree Species. Zaragoza, June 2002. Acta Horticulturae, 658, 519-528.
- Moreno MA, 2005. Selección de patrones y variedades de melocotonero adaptados a condiciones del área mediterránea. Vida Rural, 206, 28-31.
- Orero G, Cuenca J, Romero C, Martínez-Calvo J, Badenes ML, Llácer G, 2004. Selection of seedling rootstocks for apricot and almond. Ist International Symposium on Rootstocks for Deciduous Fruit Tree Species. Zaragoza, June 2002. Acta Horticulturae, 658, 529-533.
- Romero C, Vilanova S, Badenes ML, Llácer G, 2004. Genes de resistencia en cultivos frutales, pp 515-548. En: Resistencia Genética a Patógenos Vegetales. F. Nuez, M. Pérez de la Vega, J.M. Carrillo (Eds.), 568 pp. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Sánchez-Monge E, 1993. Introduction, pp 3-5. En: Plant Breeding. Principles and prospects. M.D. Hayward, N.O. Bosemark, I. Romagosa (Eds.), 550 pp. Chapman & Hall. London.
- SECH, 1999. Diccionario de Ciencias Hortícolas. L. Rallo, R. Fernández-Escobar (Eds.). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, 605 pp. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- SECH, 2001. La Horticultura Española. F. Nuez, G. Llácer (Eds.). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, 491 pp. Ediciones de Horticultura S.L., Reus (Tarragona).

- Socias i Company R, Felipe AJ, 1999. 'Blanquer-na', 'Cambra' y 'Felisia': tres nuevos cultivares autógamos de almendro. *Inf. Técn. Econ. Agrar.*, 95V (2), 111-117.
- Socias i Company, R, Felipe AJ, 2004. Proceso de selección de los almendros F-4-10 y F-4-12. *Actas VI Jornadas de Experimentación en Fruticultura*, Murcia 11-13 Mayo, ISBN 84-606-3671-2, 18-23.
- Vargas FJ, Romero MA, 1985. Amélioration de variétés d'amandier. Observations sur quel-ques clones intéressants obtenus au Centre Agropecuari "Mas Bové". VI Colloque GREM-PA, Tesalónica (Grecia). *Options Méditerranéennes*, IAMZ 85/I, 15-18.
- Vargas FJ, Romero MA, 1994. 'Masbovera', 'Glorieta' and 'Francolí', three new almond varieties from IRTA. First International Congress on Almond, Agrigento (Italia), 1993. *ISHS. Acta Horticulturae*, 373, 75-82.
- (Aceptado para publicación el 24 de octubre de 2005).