

ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DEL ALBARICOQUERO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Badenes, M. L.; Martínez-Calvo, J.; Llácer, G.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Apartado Oficial, 46113 Moncada. Valencia, España.

Resumen

Los países mediterráneos producen algo más de la mitad de la producción mundial de albaricoques. Sin embargo, la difusión del virus de la sharka ("plum pox virus" o PPV) en esa zona representa un importantísimo factor limitante para el cultivo de dicha especie frutal. En España, desde 1987, el PPV se difundió rápidamente en albaricoquero, causando deformaciones en los frutos que producen pérdidas muy cuantiosas. Un programa de arranques subvencionados de árboles enfermos, iniciado en Valencia en 1991, no ha servido para erradicar la enfermedad. En 1993 comenzó en el IVIA un programa de mejora genética del albaricoquero basado en cruzamientos entre variedades norteamericanas resistentes al PPV y variedades autóctonas valencianas susceptibles. Los análisis de los híbridos procedentes de 8 familias de cruzamientos realizados entre 1993 y 1996 mostraron una segregación de 3:1 entre susceptibles y resistentes al PPV. Posteriormente se seleccionaron, entre los híbridos resistentes, aquellos que presentaban una mejor calidad de fruto y una buena adaptación a nuestras condiciones agronómicas y comerciales. Tres de estas preselecciones podrían ser una alternativa a las variedades autóctonas valencianas que no pueden seguir cultivándose a causa de su susceptibilidad al PPV. Dos de estas preselecciones se han obtenido de un cruce entre Goldrich y Ginesta y la otra de un cruce entre Stark Early Orange y Palau.

Palabras clave: *Prunus armeniaca*, virus de la sharka, resistencia, cruzamientos, híbridos, selección

Abstract

The Mediterranean countries account for more than 50 % of world apricot production. However, the spread of the sharka (plum pox) virus (PPV) in this area represents a limitation for this crop. In Spain, since 1987 the virus has been spread very fast on apricot, causing fruit deformations that resulted in important losses. A project based on eradication of infected foci did not stop the disease in Valencia. In 1993, an apricot breeding program was initiated at IVIA, based on crosses between North American cultivars resistant to PPV and native cultivars susceptible to the virus. An efficient procedure that allowed to determine the PPV resistance in the progenies was addressed. Using this procedure, eight different families from crosses, made from 1993 to 1996, between resistant and susceptible cultivars were screened. Seedlings from these crosses were classified according to the trait, resulting in a segregation of 3:1 susceptible/resistant to the PPV. Among the seedlings that resulted resistant to PPV, three out of them were selected, because of its good fruit quality. They could be an alternative to the native cultivars susceptible to the virus. Two seedlings came from a cross between Goldrich and Ginesta and one came from a cross between Stark Early Orange and Palau.

Key words: *Prunus armeniaca*, sharka virus, resistance, crosses, progenies, selection

1. Introducción

La producción mundial de albaricoques ha oscilado en los últimos años en torno a los 2,5 millones de toneladas, de las cuales más de la mitad corresponde a los países mediterráneos. Turquía, España, Francia e Italia ocupan los primeros lugares en esta zona (FAO, 1999). Sin embargo, la difusión del virus de la sharka ("plum pox virus" o PPV) en los países mediterráneos representa un importante factor limitante para este cultivo. En España, el PPV fue detectado en ciruelos japoneses (*Prunus salicina* Lindl.) en 1984. Desde 1987, el virus se difundió muy deprisa en albaricoqueros de Valencia y Murcia, causando deformaciones en los frutos que producen pérdidas muy cuantiosas (Llácer y cols., 1985; Llácer y Cambra, 1986; Llácer, 1987). Un programa de arranques subvencionados de árboles enfermos, iniciado en Valencia en 1991, no ha servido para erradicar la enfermedad, que se ha convertido en el principal factor limitante para este cultivo en la Comunidad Valenciana (Llácer y Cambra, 1998). Varios países mediterráneos, como Grecia, Francia, Italia y España, han iniciado programas de mejora genética del albaricoquero con el objetivo de obtener nuevas variedades resistentes al PPV y con buenas cualidades agronómicas y comerciales (Karayiannis y cols., 1991; Audergon y cols., 1994; Bassi y cols., 1995; Egea y cols., 1999). El programa de mejora genética del albaricoquero comenzó en el IVIA en 1993 y está basado en el cruzamiento entre variedades norteamericanas resistentes al PPV y variedades autóctonas valencianas susceptibles. A finales del año 2000 hemos obtenido unos 2.200 híbridos. Al mismo tiempo, hubo que poner a punto una metodología para la determinación, en nuestras condiciones, de la resistencia o susceptibilidad al PPV de los híbridos obtenidos (Moustafa y cols., 2001). Utilizando esta metodología, se han analizado los híbridos procedentes de diferentes cruzamientos realizados entre 1993 y 1996. A continuación, se han seleccionado, entre los híbridos resistentes, aquellos que muestran una mejor calidad de fruto y una buena adaptación a nuestras condiciones agronómicas y comerciales. En esta comunicación se presentan los resultados de esta doble selección, por resistencia al PPV y por calidad de fruto.

2. Materiales y métodos

2.1. Material vegetal

El donante de resistencia a sharka más utilizado ha sido Goldrich, ya que, entre las variedades resistentes, es la que tiene mejor comportamiento en nuestras condiciones. Otros genitores utilizados como donantes de resistencia han sido Harcot y Stark Early Orange. Se trata de 3 variedades norteamericanas, de Canadá o Estados Unidos (della Strada y cols., 1989). Las variedades autóctonas valencianas utilizadas en los cruzamientos han sido Currot, Ginesta, Palau y Mitger (Badenes y cols., 1997), todas susceptibles al PPV. Todos los cruzamientos y la posterior selección de híbridos fueron realizados en el IVIA, excepto el cruzamiento Goldrich x Currot, que fue realizado en el CEBAS-CSIC de Murcia. El manejo de las semillas y su germinación se efectuaron según lo descrito por Badenes y cols. (2000). La finca del IVIA está situada en Moncada (Valencia), latitud 39° 34' Norte, longitud 00° 24' Oeste y altitud de 55 m sobre el nivel del mar. El suelo es limo-arenoso, con un pH de 7,8. Las medias anuales de lluvia y temperatura son de 430 mm y 16,4 °C, respectivamente.

2.2. Determinación de la resistencia a sharka

La metodología utilizada es una modificación de la descrita por Audergon y Morvan (1990) y se basa en el uso del melocotonero GF-305, muy susceptible al PPV, como indicador de la enfermedad. Los híbridos de albaricoquero a evaluar se injertan sobre melocotonero GF-305 (6 plantas por genotipo). Simultáneamente, las plantas de GF-305 son inoculadas por injerto con yemas de albaricoquero de semilla infectadas por PPV (aislado 3.3 RB Dideron). Una vez los injertos han prendido, las plantas se colocan en una cámara frigorífica a 5 °C, en la oscuridad, durante 2 meses. Después del tratamiento de frío, las plantas se rebajan por encima de los injertos para provocar nuevas brotaciones. En las hojas de esos brotes es donde se observa la aparición de síntomas de PPV, tanto en albaricoquero como en melocotonero. Las plantas que no muestran síntomas en las hojas de albaricoquero son sometidas a un segundo tratamiento de frío para provocar nuevos brotes. Todo el proceso se desarrolla en un invernadero a 18-28 °C y 50-80 % de humedad relativa. La presencia o ausencia del virus se confirma mediante las técnicas ELISA-DASI y/o RT-PCR. Sólo son considerados resistentes los híbridos que no muestran ningún síntoma de sharka ni replicación del PPV en ninguna de las plantas ensayadas después de dos ciclos completos de observaciones (Moustafa, 2000; Moustafa y cols. 2001).

2.3. Determinación de las características agronómicas y comerciales

Entre los híbridos que resultaron resistentes al PPV se analizaron las características agronómicas y comerciales, siguiendo el protocolo utilizado por Badenes y cols. (1997 y 1998) para la descripción de variedades autóctonas valencianas de albaricoquero. Durante tres años (1998-2000) se han analizado los principales parámetros del árbol, los ramos, las hojas, las flores y, sobre todo, los frutos, tanto en campo como en laboratorio.

3. Resultados

La tabla 1 presenta las proporciones de híbridos susceptibles y resistentes obtenidos en los cruzamientos realizados en el período 1993-96 entre variedades norteamericanas resistentes al PPV y variedades valencianas susceptibles. Los resultados obtenidos (126/41) se ajustan a una segregación 3:1 de susceptibles/resistentes, con un valor de $\chi^2 = 0,018$ para una $p < 0,05$.

La tabla 2 muestra algunas de las características principales de 6 híbridos resistentes al PPV obtenidos en los años 1993 y 1994, en comparación con 3 de sus genitores. Los 6 han sido preseleccionados por poseer, al menos, algún carácter interesante. Las tres mejores selecciones se describen a continuación (valores medios de tres años en la finca de Moncada del IVIA):

Stark Early Orange x Palau (SEO x P) 94-2

Árbol de vigor entre débil y medio, porte semiabierto. Brotación generalizada el 18 de Marzo (16 días después que Palau). Caída de hojas (50 %) el 22 de Diciembre (15 días después que Palau). Plena floración el 7 de Marzo (14 días después que Palau). Floración abundante, localizada mayoritariamente (95 %) en brotes cortos, escasa caída de botones florales, autocompatible. Maduración comercial el 23 de Mayo (5 días antes que Palau), frutos de forma acorazonada, simétricos, sin mucrón, color de fondo naranja-verdoso con sobreimpresión de poca extensión e intensidad, muy poco rajado. Peso medio del fruto de 55,4 g (Palau: 36,4 g), color de la carne naranja claro, buen sabor, firmeza similar a la de Palau (1,2 Kg/cm²), sólidos solubles 14,5 °Brix, acidez 22,1 g/l (ácido málico).

Goldrich x Ginesta (G x G) 93-10

Arbol de vigor entre medio y vigoroso, porte abierto. Brotación generalizada el 16 de Marzo (13 días después de Ginesta). Caída de hojas (50 %) el 4 de Diciembre (2 días antes que Ginesta). Plena floración el 24 de Febrero (4 días después que Ginesta). Floración abundante, localizada mayoritariamente (85 %) en brotes cortos, caída de botones florales entre escasa y media, autocompatible. Maduración comercial el 31 de Mayo (5 días después que Ginesta), frutos de forma redondeada, simétricos, sin mucrón, color de fondo amarillo con sobreimpresión de poca extensión e intensidad ligera-media, sin rajado apreciable. Peso medio del fruto de 53,0 g (Ginesta: 40,2 g), color de la carne naranja claro, buen sabor, poca firmeza, (0,7 Kg/cm²), sólidos solubles 15,1 °Brix, acidez 27,3 g/l (ácido málico),

Goldrich x Ginesta (G x G) 94-1

Arbol de vigor medio y porte semiabierto. Brotación generalizada el 22 de Marzo (19 días después que Ginesta). Caída de hojas (50 %) el 11 de Diciembre (5 días después que Ginesta). Plena floración el 1 de Marzo (9 días después que Ginesta). Floración entre media y abundante, localizada mayoritariamente (90 %) en brotes cortos, caída de botones florales media, autocompatible. Maduración comercial el 2 de Junio (7 días después que Ginesta), frutos de forma redondeada, simétricos, sin mucrón, color de fondo amarillo con sobreimpresión de extensión e intensidad media, sin rajado apreciable. Peso medio del fruto de 55,1 g (Ginesta: 40,2 g), color de la carne naranja claro, buen sabor, poca firmeza (1,0 Kg/cm²), sólidos solubles 18,2 °Brix, acidez 26,6 g/l (ácido málico).

4. Discusión

La segregación 3:1 obtenida entre híbridos susceptibles y resistentes al PPV nos ha permitido establecer la hipótesis de dos genes dominantes e independientes para explicar la herencia de la resistencia a sharka en albaricoquero, de modo que sólo los híbridos heterocigotos para los dos genes (como la madre) serían resistentes (Moustafa y cols., 2000). Estos resultados están de acuerdo con los que obtuvieron Dosba y cols. (1991) cuando estudiaron una familia de 76 híbridos procedentes de un cruzamiento entre Scream y Stark Early Orange.

Entre los híbridos resistentes obtenidos en el IVIA durante los primeros años del programa de mejora genética del albaricoquero, los tres descritos anteriormente podrían ser una alternativa para las variedades autóctonas valencianas, que no pueden seguir cultivándose a causa de su susceptibilidad al PPV. Destaca sobre todos el híbrido Stark Early Orange x Palau (SEO x P) 94-2, que es más precoz que su genitor Palau en cuanto a maduración comercial (a pesar de que florece y brota más tarde) y que le supera en peso medio del fruto y calidad gustativa. Los otros dos híbridos preseleccionados a partir de cruzamientos Goldrich x Ginesta (G x G 93-10 y G x G 94-1) también superan al genitor Ginesta en peso medio del fruto y calidad gustativa, aunque son un poco menos precoces que ésta.

Las variedades autóctonas valencianas son, en general, interesantes por su precocidad, calidad gustativa y autocompatibilidad. Como defectos principales tienen pequeño calibre y son muy susceptibles al virus de la sharka. Las variedades norteamericanas resistentes al PPV son, por el contrario, tardías, autoincompatibles y de frutos bastante ácidos, pero de calibres superiores. La reunión de los caracteres interesantes y la eliminación de los inconvenientes es el ideal de todo programa de mejora. En los híbridos preseleccionados que figuran en la tabla 2 se ha mantenido la precocidad (finales de Mayo-primeros de Junio), inclu-

so se ha aumentado respecto a los genitores Ginesta y Palau (caso de G x G 93-1 y SEO x P 94-2), se ha mantenido también la autocompatibilidad y se ha ganado en calibre de los frutos y en resistencia a sharka. La calidad gustativa se ha mantenido o incluso mejorado en algunos casos, mientras que en otros ha predominado la acidez del genitor norteamericano. Así por ejemplo, dos híbridos destacados por su gran precocidad y tamaño del fruto respectivamente (G x G 93-1 y G x G 94-2), son demasiado ácidos (más de 30 g/l) para constituir una alternativa a las variedades actuales. Sin embargo, se han preseleccionado por su interés como nuevos genitores en el programa de mejora. Una característica que no se ha conseguido mejorar hasta el momento es la firmeza de los frutos.

Las tres preselecciones presentadas en este trabajo están ya ensayándose en diferentes parcelas de la Red Experimental Frutal de la Consellería de Agricultura con el objetivo de confirmar sus cualidades. Es pronto todavía para saber si van a convertirse en variedades comerciales que puedan sustituir a las variedades tradicionales valencianas. Sin embargo, estos resultados son muy esperanzadores si se tiene en cuenta el gran número de híbridos que están todavía en fase de evaluación. Algunos de ellos apuntan características más interesantes todavía que las 3 preselecciones ahora presentadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de Lola Archelós, Tarek A. Moustafa y Rafael Ros, del Equipo de Frutales no Cítricos del IVIA. El programa de mejora ha sido financiado por los siguientes proyectos CICYT: AGF92-0213, AGF95-0737 y AGF98-0991.

Referencias

- Audergon J.M., Dosba F., Karayiannis I., Dicenta F. 1994. Amélioration de l'abricotier pour la résistance à la sharka. Bulletin EPPO 24:3. 741-748.
- Audergon J.M., Morvan G. 1990. A rapid method for assessing the sensitivity of apricot to Plum Pox Virus. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, p.46.
- Badenes M.L., Martínez-Calvo J., García-Carbonell S., Villarrubia D., Llácer G. 1997. Descripción de variedades autóctonas valencianas de albaricoquero. Publicaciones de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie Divulgación Técnica, 41: 60 pp.
- Badenes M.L., Martínez-Calvo J., Llácer G. 1998. Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. Euphytica, 102: 93-99.
- Badenes M.L., Pastor I, Martínez-Calvo J., Llácer G. 2000. Improved efficiency in apricot breeding: earlier assessment of seedling progeny for resistance to plum pox virus. J. Hort. Sci. Biot., 75 (4): 459-464.
- Bassi D., Bellini E., Guerriero R., Monastra F., Pennone F. 1995. Apricot breeding in Italy. Acta Hort., 384: 47-54.
- Della Strada G., Pennone F., Fideghelli C., Monastra F., Cobianchi D. 1989. Monografia di cultivar di albicocco. Istituto Sperimentale per la Frutticoltura. Roma.
- Dosba F., Denise F., Maison P, Massoníé G., Audergon JM. 1991. Plum Pox Virus resistance of apricot. Acta Hort., 293: 569-579.
- Egea J., Burgos L., Martínez-Gómez P., Dicenta F., 1999. Apricot breeding for sharka resistance at the CEBAS-CSIC, Murcia (Spain). Acta Hort., 488 (1): 153-157.
- FAO, 1999. Quarterly Bulletin of Statistics, 12 (3/4): 118-119.

Karayiannis I., Mainou A., Syrgiannidis GD., Styliannidis DC. 1991. Apricot cultivars considered as resistant to plum pox virus in Greece and used as genitors in crossings. 2ème Rencontre du Groupe Abricotier. Avignon: 129-133.

Llácer G. 1987. La sharka: una grave amenaza para la producción de albaricoques en España. *Fruticultura Profesional*, 12: 41-47.

Llácer G., Cambra M. 1986. Occurrence of plum pox virus in Spain in a new natural host, *Prunus salicina* Lindl. (Japanese plum). *Plant Disease*, 70 (2). Disease note.

Llácer G., Cambra M. 1998. Thirteen years of sharka disease in Valencia, Spain. *Acta Hort.*, 472: 379-384.

Llácer G., Cambra M., Laviña, A. 1985. Detection of plum pox virus in Spain. *EPPO Bulletin*, 15: 325-329.

Moustafa T.A. 2000. Resistencia frente al virus de la sharka en híbridos intraespecíficos de albaricoquero. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 171 pp.

Moustafa T.A., Badenes M.L., Martínez-Calvo J., Llácer G. 2000. Studies on plum pox (sharka) resistance in apricot. 18th International Symposium on Virus & Virus-like Diseases of Temperate Fruit Crops. Canterbury (Inglaterra). *Acta Hort.*, en prensa.

Moustafa T.A., Badenes M.L., Martínez-Calvo J., Llácer G. 2001. Determination of resistance to sharka (plum pox) virus in apricot. *Scientia Horticulturae*, en prensa.

Tabla 1. Número de híbridos susceptibles y resistentes al virus de la sharka obtenidos en los cruzamientos realizados en el período 1993-1996.

Cruzamientos	Nº híbridos	Susceptibles	Resistentes
Goldrich x Currot	80	59	21
Goldrich x Susceptible (*)	54	42	12
Harcot x Susceptible (*)	23	18	5
Stark Early Orange x Palau	10	7	3
Total Resistente x Susceptible	167	126	41

(*) Ginesta, Palau o Mitger

Tabla 2. Algunas características agronómicas y comerciales de 6 híbridos resistentes al virus de la sharka en comparación con 3 de sus genitores (valores medios de 3 años).

Genotipo	Plena Floración	Maduración comercial	Peso fruto (g)	Calidad gustativa (0-4)*	Sólidos solubles (° Brix)	Acidez (g/l)**
Goldrich	03.04	16.06	68,6	0,5	13,5	23,6
Ginesta	20.02	26.05	40,2	2,5	15,2	21,7
Palau	21.02	28.05	36,4	3	16,2	19,4
GxG 93.1	26.02	20.05	53.1	2	14,3	33,8
SEOxP 93.4	08.03	02.06	52.3	3	16.8	17.4
GxG 93.10	24.02	31.05	53.0	3,5	15.1	27.3
GxG 94.1	01.03	02.06	55.1	3,5	18.2	26.6
GxG 94.2	27.02	01.06	82.6	1	11.4	36.2
SEOxP 94.2	07.03	23.05	55.4	3.5	14.5	22.1

GxG = Goldrich x Ginesta

SEOxP = Stark Early Orange x Palau

* 0: muy mala; 1: mala; 2: media; 3: buena; 4: muy buena

** Acidez expresada como ácido málico