ITEA (1996), Vol. 92V N.º 2, 131-142

# RESISTENCIA AL VIRUS DE LA SHARKA: UN CARÁCTER A MEJORAR EN LOS ALBARICOQUEROS ESPAÑOLES

**F. Dicenta**[1]
**J.E. García**[1]
**R. Gella**[2]
**P. Martínez-Gómez**[1]

1. Centro de Edafología y Biología aplicada del Segura (CSIC)
Apartado 4195
30080 MURCIA

2. Servicio de Investigación Agroalimentaria (DGA)
Carretera de Montañana s/n
50.080 ZARAGOZA

RESUMEN

El cultivo del albaricoquero en España tiene una gran tradición, siendo cultivado de forma extensiva desde mediados del siglo XVI. En la actualidad, España es el segundo productor mundial después de Turquía, teniendo una gran importancia económica sobre todo en las Comunidades de Murcia y Valencia. Es precisamente en estas regiones litorales donde desde mediados de los años ochenta se está produciendo una fuerte expansión del virus de la sharka. Esto supone actualmente uno de los principales factores limitantes en la producción del cultivo. El control de esta virosis pasa por una estrategia combinada de métodos de tipo legal (arranque de árboles afectados), preventivos (sanidad del material vegetal) y de mejora genética (utilización de variedades resistentes). La obtención de variedades resistentes se realiza mediante cruzamientos entre variedades resistentes, hasta ahora de escaso valor agronómico, y variedades comerciales adaptadas a las zonas de cultivo. En la actualidad mediante la aplicación de nuevas biotecnologías (como la transformación genética) también se empiezan a obtener resultados esperanzadores en este campo.

**Palabras clave:** Albaricoquero, *Prunus armeniaca* L., sharka, Plum pox virus, resistencia, mejora de frutales.

ABSTRACT

RESISTANCE TO SHARKA (PLUM POX VIRUS): A TRAIT TO IMPROVE IN THE SPANISH APRICOT TREES

The apricot culture in Spain has a great tradition, being cultivated in an extensive way from mid of century XVI. At present, Spain is the second producer country in the world, after Turkey, having a great economic importance, mainly in the regions of Murcia and Valencia. It is precisely in these coastal regions where from the mid eighties is being produced a strong expansion of the sharka virus. That supposes, at this time, one of the principal limiting factors in the production of this crop. The control of

this disease goes through a combined strategy of legal-type methods (removal affected trees), preventive methods (plant material health) and plant breeding (utilisation of resistant cultivars). Breeding for resistant cultivars is usually achieved through crossing resistant cultivars with commercial cultivars adapted to the area. However these resistant plant material is of scarce agronomical value. Currently the application of new biotecnologies (i. e. genetic transformation) is giving hopeful results.

**Key Words:** Apricot, *Prunus armeniaca* L., sharka, plum pox virus, resistance, fruit breeding.

## Especie objeto de la mejora: el albaricoquero

### Origen y descripción de la especie

El albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) es una especie ampliamente cultivada en muchos países del mundo. Su centro de origen fue localizado por el botánico ruso Vavilov en Asia Central, desde donde se ha distribuido al resto de regiones del mundo (MEHLENBACHER *et al.*, 1990). Este cultivo ya se conocía en China 3.000 años a.C. (LICHOU y AUDUBERT, 1992). A pesar de la gran plasticidad manifestada a nivel de especie (hoy en día se cultiva en lugares tan distintos como Sudáfrica o Canadá), se observa una gran especificidad en cuanto a las variedades cultivadas en cada zona (BAILEY y HOUGH, 1975).

El albaricoquero pertenece a la gran familia de las Rosáceas. Es una especie diploide (2n= 16), si bien, se han encontrado algunos mutantes tetraploides. Es básicamente autocompatible, aunque algunos materiales procedentes de diferentes áreas geográficas como los del grupo norteafricano presentan autoincompatibilidad floral (EGEA *et al.*, 1991; BURGOS *et al.*, 1993).

### Cultivo y aprovechamientos

La producción mundial se concentra en la zona mediterránea, siendo Turquía el primer productor seguido de España (Cuadro 1). Destacan otros países productores de la cuenca mediterránea como Italia y Francia, y otros nuevos países productores como Pakistán donde el incremento del cultivo ha sido notable en estos últimos años.

A nivel nacional, la Región de Murcia es la primera productora, superando las 126.000 Tm de producción en 1993. A Murcia le siguen las Comunidades de Valencia, Castilla la Mancha, Aragón, Baleares y Andalucía (Cuadro 2).

Entre el 10% y el 20% de la producción se destina a la exportación como fruto fresco, siendo España el primer país exportador europeo. La industria de transformación emplea sobre el 30% y el resto, del 50% al 60%, se destina a consumo interno (EGEA *et al.*, 1994a).

Según ESCUDERO y RODRÍGUEZ (1990) y EGEA *et al.* (1994b), en nuestro país podemos destacar como variedades más cultivadas:

– *En Murcia:* Búlida, variedades tipo Clases, Mauricios, Moniquí, Real Fino y los denominados Valencianos.

CUADRO 1
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ALBARICOQUE. PRODUCCIÓN EN MILES DE TONELADAS. AÑOS 1990-1994
*MAIN APRICOT PRODUCING COUNTRIES. PRODUCTION IN THOUSANDS OF TONNES (1990-1994)*

| PAÍSES | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|---|---|---|---|---|---|
| Turquía | 300 | 343 | 385 | 280 | 400 |
| España | 120 | 211 | 199 | 197 | 199 |
| Italia | 175 | 156 | 175 | 163 | 192 |
| Francia | 110 | 107 | 167 | 78 | 156 |
| EE.UU. | 111 | 87 | 97 | 88 | 144 |
| Pakistán | 81 | 109 | 122 | 130 | 140 |
| Irán | 85 | 98 | 147 | 145 | 118 |
| Grecia | 103 | 69 | 86 | 87 | 80 |
| Marruecos | 72 | 92 | 66 | 120 | 73 |
| China | 85 | 62 | 68 | 53 | 60 |
| Ucrania | - | - | 81 | 107 | 12 |
| U.R.S.S. | 180 | 180 | - | - | - |

(Fuente: Anuario FAO, 1994)

CUADRO 2
SUPERFICIE CULTIVADA (HAS) Y PRODUCCIÓN DE ALBARICOQUE (TMS.) EN ESPAÑA Y PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL (AÑO 1993)
*SURFACE CULTIVATED (HAS) AND PRODUCTION OF APRICOTS (TONNES) IN SPAIN AND PERCENTAGE OVER THE TOTAL (YEAR 1993)*

| | Superficie | | Producción | |
|---|---|---|---|---|
| Comunidad | Has | % | Tms | % |
| Murcia | 12.854 | 50,3 | 126.372 | 60,1 |
| Valencia | 8.034 | 31,3 | 48.176 | 22,9 |
| Castilla-Mancha | 2.274 | 8,9 | 17.316 | 8,2 |
| Aragón | 841 | 3,3 | 6.490 | 3,2 |
| Baleares | 816 | 3,2 | 4.277 | 2,1 |
| Andalucía | 327 | 1,3 | 3.667 | 1,7 |
| Resto | 447 | 1,7 | 3.736 | 1,8 |
| TOTAL | 25.593 | 100,0 | 210.034 | 100,0 |

(Fuente: M.A.P.A. Anuario de Estadística Agraria, 1993).

– *En Valencia:* Canino, Palau, Currot, Ginesta y Galta Rotja.

– *En Aragón:* Paviot y Moniquí.

## Carácter mejorar: resistencia al virus de la sharka

### Origen y descripción del virus de la sharka

La sharka es una enfermedad de origen viral producida por el Plum pox virus (PPV). Afecta a la mayoría de las especies del género *Prunus*, fundamentalmente al albaricoquero, ciruelo y melocotonero. Tras su aparición en Bulgaria en 1917 (ATANASOFF, 1932) se ha extendido por toda Europa y recientemente se ha detectado en Chile (ACUÑA, 1993; NEMETH, 1994) y en la India (THAKUR *et al.*, 1992) y posiblemente se encuentre en otros países del mundo (Figura 1).

En España la enfermedad fue detectada por primera vez en Sevilla, Murcia y Valencia en 1984, en ciruelo japonés "Red Beaut" (LLÁCER *et al.*, 1985), pasando luego al albaricoquero. Desde entonces se ha puesto de manifiesto que todas las variedades de albaricoquero cultivadas en nuestro país que han sido ensayadas son susceptibles a esta virosis (LLÁCER, 1994).




Figura 1. Distribución de la sharka en el mundo. Años de la primera aparición de la enfermedad
*Distribution of sharka disease in the world. Years of first detection in each country*

Las Comunidades Autónomas de Murcia y Valencia están siendo las más afectadas. Desde 1988 en Murcia y desde 1991 en Valencia los gobiernos autonómicos han desarrollado una política de arranques subvencionados de los árboles enfermos. En la Comunidad Murciana, hasta 1994, han sido arrancados unos 9.000 albaricoqueros y 94.000 ciruelos con un coste superior a los 100 millones de pesetas sólo en subvenciones. En la Comunidad Valenciana han sido arrancados 215.000 albaricoqueros y 220.000 ciruelos con un coste de 800 millones de pesetas (PÉREZ-CAMPOY, 1995).

El virus de la sharka, pertenece a la familia de los Potyvirus (WARD y SHUKLA, 1991). Los aislados de PPV se pueden clasificar en dos grupos (MARENAUD, 1979):

– Tipo "M" (Marcus), es un aislado que presenta una gran virulencia. Ha sido detectado en algunas zonas del Centro y Este de Europa.

– Tipo "D" (Diderón), es un aislado más común, habiéndose detectado en todas las zonas infectadas de PPV, siendo algo menos virulento que el tipo "M".

En España, hasta la fecha, solamente se ha descrito la presencia de aislados del tipo "D" (LLÁCER, 1994). La presencia en Francia de la cepa "M" hace pensar que, más tarde o más temprano, será introducida en nuestro país.

## Sintomatología y epidemiología de la enfermedad

Los síntomas que produce la sharka en el albaricoquero son diversos. Van desde manchas cloróticas en las hojas (Figura 2) a la



Figura 2. Síntomas de sharka en hojas de albaricoquero
*Symptoms of sharka in apricot leaves*

total deformación del fruto, que llega a ser incomercializable (Figura 3). También son muy característicos los anillos que se forman en el hueso del fruto (Figura 4).

En cuanto a su transmisión natural, los únicos vectores descritos hasta ahora son los pulgones. Al menos nueve especies de estos áfidos se han citado como eficaces transmisores: *Aphis craccivora, Aphis citricola, Branchycaudus helichrisi, Branchycaudus cardui, Myzus persicae, Myzus varians, Phorodon humili* (KUNZE y KROZAL, 1971) y más recientemente Aphis fabae (LLÁCER *et al.*, 1992) y *Aphis gossipy* (AVINENT *et al.*, 1994).

La transmisión a través del vector es del tipo "no persistente", es decir, el pulgón puede tomar el virus al realizar una picadura de prueba, desplazarse a otro árbol y al alimentarse de nuevo trasmitirle el virus. Esta característica hace que la enfermedad pueda propagarse muy rápidamente, siendo prácticamente inútiles los tratamientos insecticidas preventivos.

A largas distancias, es el hombre quién propaga la enfermedad mediante el intercambio de material infectado, ya sean patrones o variedades.

La transmisión del virus a las semillas de plantas infectadas, ha sido descrita por algunos autores (NEMETH y KÖLBER, 1982). A pesar de que se ha detectado el virus en el polen y en la cubierta de la semilla, al degradarse ésta impide finalmente la propagación del virus a la descendencia (EYNARD *et al.*, 1991; TRIOLO *et al.*, 1993).

## Diagnóstico de la enfermedad

El diagnóstico de la enfermedad se realiza mediante diferentes técnicas. Podemos

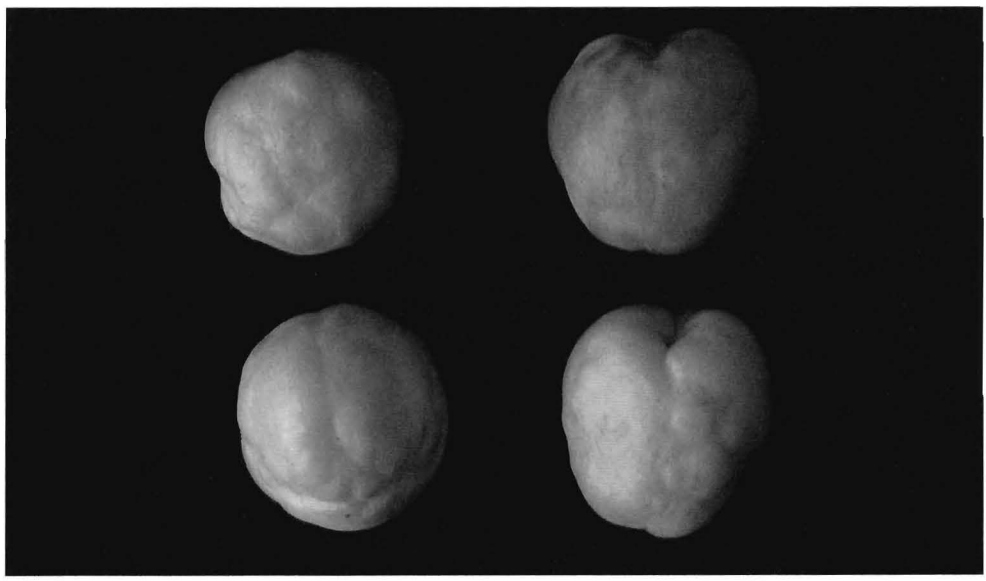


Figura 3. Síntomas de sharka en frutos de albaricoquero
*Symptoms of sharka in apricot fruits*



Figura 4. Síntomas de sharka en huesos de albaricoque
*Symptoms of sharka in apricot stones*

citar como las más utilizadas en la actualidad, la observación directa de síntomas sobre la planta y el fruto, la utilización de plantas indicadoras, los métodos serológicos y las nuevas técnicas moleculares.

– *Observación visual de síntomas:* Debe ser realizada por un experto. Es el método de diagnóstico utilizado en campo y el más rápido y económico pero el menos fiable debido a la posible confusión con síntomas producidos por otras causas. La observación se realiza sobre las hojas en primavera y sobre los frutos maduros preferentemente. Durante la observación existe el riesgo de no detectar la enfermedad aunque esté presente, debido principalmente a su distribución errática en el árbol y a la influencia de las altas temperaturas sobre la desaparición de los síntomas.

– *Utilización de plantas indicadoras:* Se realizan transmisiones a plantas indicadoras las cuales son muy sensibles a la sharka. Las más utilizadas son las procedentes de semillas del melocotonero GF305. El método de diagnóstico consiste en injertar los materiales a evaluar sobre el GF305 y observar los síntomas en el indicador pasado un tiempo tras la inoculación.

– Detección serológica: se emplea la técnica inmunoenzimática ELISA-DASI (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay - Double Antibody Sandwich Indirect) (ADAMS 1978; ALBRECHTOVA, 1990), basada en la reacción antígeno-anticuerpo. Es el método más utilizado en la actualidad para el diagnóstico de la sharka y posee una gran fiabilidad. Recientemente se han desarrollado anticuerpos monoclonales que aumentan notablemente la sensibilidad y especificidad del ensayo (CAMBRA *et al.*, 1988, 1994).

– *Métodos moleculares:* la técnica más utilizada es la reacción en cadena de la poli-

merasa, denominada también PCR (Polymerase Chain Reaction), basada en la amplificación del ARN del virus (WETZEL *et al.*, 1992). También es utilizada la técnica de hibridación molecular con marcadores radioactivos (VARVERI *et al.*, 1988). La utilización de la PCR todavía está en fase experimental y sólo se aplica en los laboratorios de investigación. Esta técnica es la más fiable pudiendo detectar cantidades muy pequeñas de virus en la planta. Su complejidad y la necesidad de un sofisticado instrumental y costosos reactivos para su aplicación, hacen que su utilización todavía no se haya extendido de forma generalizada.

## Resistencia del albaricoquero al PPV

Como ya hemos comentado anteriormente la mayoría de las variedades de albaricoquero son sensibles a la sharka. Las variedades resistentes descritas hasta ahora por diferentes autores las podemos clasificar en tres grupos según su procedencia:

– *Variedades procedentes de Norte América* (MEHLENBACHER *et al.*, 1990; AUDERGON, 1995): Stark Early Orange, Goldrich, Stella, Henderson, Harlayne, Veecot, Sunglo y NJA2.

– *Nuevas obtenciones griegas* (SYRGIANNIDIS y MAINOU, 1993): Lito y Pandora.

– *Nuevas obtenciones francesas* (AUDERGON, 1995): Avilara, A2408 y A2564.

La utilización directa de estas variedades resistentes debe de ser descartada en nuestras condiciones. Las variedades norteamericanas son autoincompatibles y tienen grandes necesidades de frío, que no son cubiertas en nuestras regiones, lo que se traduce en un mal comportamiento productivo; además suelen tener el fruto ácido. Las variedades griegas son autocompatibles pero no aportan una calidad de fruto suficiente. Finalmente, entre las francesas Avilara es autoincompatible, y las selecciones A2408 y A2564 son autocompatibles; estos materiales se encuentran aún en fase de observación.

La variedad norteamericana Harcot, que se había considerado durante mucho tiempo como resistente, ha mostrado síntomas en hoja y fruto a los 13 años en condiciones naturales de infección y a los 6 años de injertarse sobre un árbol muy afectado por la sharka. Por ello, su clasificación como "resistente" debería de ser revisada. Recientemente, Goldrich también ha mostrado síntomas en algún caso aislado.

## Métodos de mejora utilizables

### Hibridación intraespecífica

La hibridación intraespecífica se realiza mediante la polinización dirigida entre variedades que poseen características que deseamos trasmitir conjuntamente a la descendencia. Esta técnica clásica de mejora consiste en la recolección del polen de botones florales a punto de abrir (parental masculino) y posterior polinización de flores emasculadas del parental femenino. Hoy en día este método continúa siendo el más efectivo en la mejora del albaricoquero, a la espera de otras nuevas tecnologías todavía por desarrollar.

Generalmente, la filosofía seguida en los programas de mejora para obtener variedades resistentes a la sharka, es cruzar materiales adaptados a la zona de cultivo, aunque susceptibles a la sharka, por otros materiales resistentes. Desafortunadamente, como hemos señalado anteriormente, estas varie-

dades resistentes poseen algunos caracteres no deseables, lo que dificulta el programa de mejora.

El estudio del nivel de susceptibilidad de las descendencias obtenidas en los programas de mejora ha aportado alguna información sobre su modo de herencia. DOSBA *et al.* (1989, 1993) detectaron una segregación compleja en los híbridos F1 provenientes de materiales resistentes cruzados con otros susceptibles. Todavía hoy no se tienen resultados concluyentes al respecto, aunque podría tratarse de una herencia poligénica.

## Técnicas de ingeniería genética

Las nuevas biotecnologías pueden suponer un gran avance en la mejora genética consiguiendo acelerar los procesos de introducción de nuevos genes. Mediante la ingeniería genética se pueden conseguir nuevos mecanismos de resistencia, fabricarlos "in vitro" e introducirlos en el genoma de la planta.

En el caso del PPV, se dispone en la actualidad de abundante información sobre la constitución del virus a nivel molecular, conociéndose la secuencia completa de su ARN (LAIN *et al.*, 1989; MAISS *et al.*, 1989). Esta información está siendo utilizada para encontrar posibles fuentes de resistencia provenientes del propio virus e introducirlas en la planta.

Los primeros trabajos se realizaron transformando plantas de tabaco y otras *Nicotianas* con los genes que codifican la proteína de la cápsida del virus y se observó una cierta resistencia en las plantas transformadas (RAVELONANDRO *et al.*, 1991; REGNER *et al.*, 1992).

En albaricoquero también se están obteniendo resultados esperanzadores mediante la obtención de plantas transgénicas que incorporan el gen que codifica la proteína de la cápsida del virus (LAIMER *et al.* 1992, CÂMARA *et al.*, 1992, 1994).

En ciruelo también se han conseguido resultados transformando con genes que codifican la proteína de la cápsida del virus (SCORZA *et al.*, 1994).

## Aplicación de marcadores moleculares para la selección precoz de las progenies obtenidas en el programa de mejora

Si bien en otras especies del género *Prunus* como almendro o melocotonero se han desarrollado gran cantidad de marcadores moleculares del tipo RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) o RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) realizando mapeos completos del genoma (ARÚS *et al.*, 1994, VIRUEL *et al.*, 1995), en albaricoquero el desarrollo ha sido menor.

El desarrollo de RAPD ligados a este carácter puede ser un método adecuado para su aplicación rutinaria en la selección de nuestro carácter, por ser más fáciles de utilizar que los RFLP. Mediante el método BSA (Bulked Segregant Analysis) (MICHELMORE *et al.*, 1991; KESSELI *et al.*, 1992), partiendo de familias segregantes para este carácter, sería posible, después de ensayar diversos cebadores ("primers"), obtener algún tipo de RAPD ligado a esta resistencia, y que sirviera para la selección precoz de materiales resistentes a PPV.

## Evaluación del carácter

Para la evaluación de la resistencia a la sharka en albaricoquero, el método más utilizado en la actualidad es el desarrollado por AUDERGON y MORVAN (1990) (Figura 5).

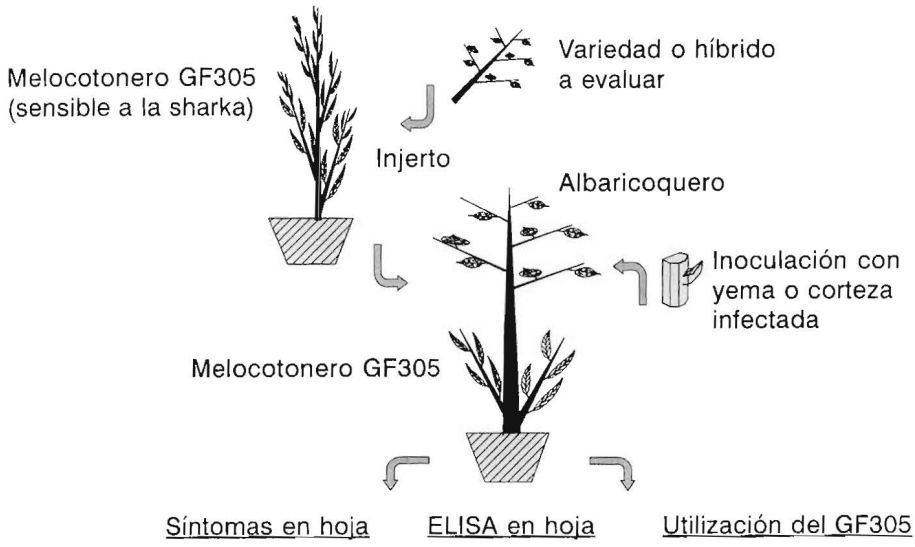



Figura 5. Método de Audergon y Morvan (1990) para la determinación del nivel de resistencia a PPV en albaricoquero

*Method of Audergon y Morvan (1990) to determine the level of resistance to PPV in apricot trees*

Todos los ensayos se deben realizar en condiciones aisladas para impedir la difusión de la enfermedad al exterior.

En este método se utilizan plantas procedentes de semilla del melocotonero GF305, muy susceptible a la sharka, como patrón sobre el que se realizan los ensayos. Las semillas del GF305 son germinadas y una vez que la planta tiene aproximadamente unos 5 mm de diámetro de tronco se injerta sobre él la variedad o híbrido de albaricoquero a evaluar. Posteriormente, cuando el albaricoquero se ha desarrollado se procede a su inoculación con el virus mediante injerto de una yema o corteza de GF305 enfermo de sharka.

Para la evaluación del nivel de sensibilidad se procede a la observación de síntomas sobre el indicador y sobre el albaricoquero a evaluar. La observación de síntomas se complementa con los análisis ELISA-DASI utilizando anticuerpos monoclonales, al objeto de determinar de un modo más preciso si el virus ha proliferado en los materiales estudiados.

Las variedades susceptibles pueden mostrar los síntomas característicos de sharka a los pocos meses de la inoculación. Al objeto de acelerar experimentalmente la aparición de síntomas, las plantas son sometidas a inviernos artificiales en cámara fría a 7 °C y oscuridad durante unos tres meses. A la salida de este reposo forzado las plantas sensibles manifiestan con mayor claridad los síntomas. Las plantas sin síntomas y ELISA negativo son estudiadas durante varios ciclos vegetativos al objeto de confirmar su resistencia al virus.

En la actualidad nuevas técnicas como la PCR son de gran utilidad en la evaluación del nivel de sensibilidad de los materiales ensayados ya que, como señalábamos ante-

riormente, puede detectar la presencia del virus aún en pequeñas concentraciones.

## Conclusiones

La necesidad de conseguir variedades de albaricoquero resistentes a la sharka es una realidad en España y Europa debido a la gran implantación de la enfermedad en las principales zonas de cultivo, a las cuantiosas pérdidas ocasionadas y la imposibilidad de conseguir un método de control de la enfermedad efectivo.

En la actualidad los programas de mejora en Europa (Francia, Grecia, Italia y España) que utilizan la mejora genética clásica para la obtención de variedades resistentes, ya han dado sus primeros resultados. También se están obteniendo resultados satisfactorios en otros programas de mejora basados en la transformación genética del albaricoquero aunque todavía queda por confirmar la resistencia en campo y la aptitud para el cultivo de las plantas transgénicas.

En cualquier caso, parece de especial interés el desarrollo de marcadores moleculares que hagan más rápida y económica la selección de los materiales resistentes generados en los programas de mejora o mediante transformación genética.

## Bibliografía


ACUÑA, R. , 1993. Outbreaks of plum pox virus in Chile. Conference on Plum Pox (Abstract). Burdeos, Octubre 1993. p:77.

ADAMS, A. N. 1978. The detection of plum pox virus in *Prunus* species by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Ann. App. Biol., 90, 215-221.

ALBRECHTOVA, A. N. 1990. Determination of plum pox virus in the tissues of peach trees by ELISA during vegetation period. Ann. App. Biol., 90, 215-221.

ARÚS, P., MESSEGUER, VIDAL, M., TOBUT, K., PIRLEWAG, E., SANTI, F., QUART, R., RITTER, E. 1994. The European *Prunus* mapping proyect. Euphytica, 77, 97-100.

ATANASSOFF, D. 1932. Plum Pox. A new virus disease. Ann. Univ. Sofia, Fac. Agron. Sylvic., 11, 46-49.

AUDERGON, 1995. Rapport Final del Proyecto Europeo "Amélioration variétale, qualitative et sanitaire de l'abricotier, espèce fruitière non excédentaire, pour la diversification cultural des zones méditerranéennes en cultures sèches et irriguées. CT 90 0016.

AUDERGON, J. M., MORVAN, G. 1990. A rapid method for assessing the sensivity of apricot to Plum Pox Virus. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italy, 46.

AVINENT, L., HERMOSO de MENDOZA, A., LLÁCER, G. 1994. Transmission of plum pox potyvirus in Spain. Bulletin EPPO, 24 (3), 669-675.

BAILEY, C. H., HOUGH L.F. 1975. Apricots. En "Advances in Fruit Breeding". Ed. J. Janick y J. N. Moore. Purdue University Press, Indiana, 367-386.

BURGOS, L., BERENGUER,T., EGEA, J. 1993. Self and Cross-Compatibility among Apricots Cultivar. HortScience, 28, 148-150.

CÁMARA, M. L., CÁMARA, A., MATTANOVICH, D., REGNER, F., STEIKELLNER, H., WEISS, H., KNAPP, E., KATNA, H. 1992. Transformation and regeneration of plants of *Prunus armeniaca* with the coat protein gene of plum pox virus. Acta Hort., 309, 183-189.

CÁMARA, A., KATINGER, H., LAIMER M. 1994. Coat protein-mediated protection againts Plum Pox Virus in herbaceous model plants and transformation of apricot and plum. Euphytica, 77, 129-134.

CAMBRA, M.,GORRIS, M. T., VELA, C., CAMARASA, E., SANZ, A., GARCÍA, J. A., ARAMBURU, J., LLÁCER, B., CORTÉS, E., MIGUET, J. G. 1988. Problèmes de la detection de la sharka sur abricotier. Amélioration de la sensibilité du diagnostique utilisant des anticorpes monoclonaux specifiques. En "Agriculture. L'abricotier". Ed. J. M. Audergon. INRA, Monfavet, 49-51.

CAMBRA, M., ASENSIO, M., GORRIS, M. T., PÉREZ, E., CAMARASA, E., GARCÍA, J. A., MOYA, J.J., LÓPEZ-ABELLA, D., VELA, C., SANZ, A. 1994. Detection of

Plum pox potyvirus using monoclonal antibodies to structural and no-structural proteins. EPPO Bulletin. 24: 569-578.

DOSBA, F., LASAC, M., MAISON, P., MASSONIE, G., AUDERGON, J. M. 1989. Tolerance to Plum Pox Virus in apricot. Acta Hort., 235. 275-281.

DOSBA, E., ORLIAC, F., DURTRANOY, F., MAISON, P., MASSONIN, G., AUDERGON, J. M. .1993. Breeding for resistance to sharka in Apricot Trees. XXV Symposium on virus and virus disease of temperate fruit crops. 142.

EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T. 1991. Self-incompatibility in apricot cultivars. Acta Hort., 293. 285-293.

EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T..1994a. El albaricoquero. Situación actual y perspectivas del cultivo. Horto Fruticultura, Junio/94, 52-54.

EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T..1994b. Variedades de albaricoquero. Horto Fruticultura, Junio/94, 56-62.

ESCUDERO, V.A., RODRÍGUEZ, J. 1990. Situación actual del cultivo del albaricoquero. Fruticultura Profesional, 30, 43-50.

EYNARD, A., ROGGIERO, P., LENZI, R., CONTI, M., MILNE R. B. 1991. Test for pollen and seed transmisión of plum pox virus (sharka) in apricot cultivars. Advances in Horticultural Science, 5(3), 104-106.

FAO. 1994. Yearbook. Production. FAO Statistics Series.

KESSELI, R. V., PARAN, I., MICHELMORE, R. W. 1992. Efficient Mapping of Specifically Targeted Genomic Regions and the Tagging of These Regions with Reliable PCR-based Genetic Markers. Proceedings of the Symposium of Applications of RAPD Technology to Plant Breeding. Crop Science Society of America. Minneapolis, Noviembre de 1992, 31-37.

KUNZE, L., KROZAL, H. 1971. Transmision of sharka virus by aphids. 8 Symposium européen sur les maladies à virus des arbres fruitiers. Bordeaux, Juin (1971), 255-262.

LAIMER, M., DA CÂMARA, A., HANZER, V., WEISS, H., REGNER, F., STEINKELLNER, H., MATTANOVICH, D., PLAIL, R., KNAPP, E., KALTHOLF, B., KATINGER, H. 1992. Regeneration of Transgenic Plants of *Prunus armeniaca* containing the coat protein gene of Plum Pox Virus. Plant Cell Reports, 11, 25-29.

LAIN, S., RIECHMAN, J.L., GARCIA, J.A. 1989. The complete nucleotide secuence of plum pox potyvirus. Virus Reserch, 13, 157-172.

LICHOU, J., AUDUBERT, A. 1992. L'abricotier. Ed. Ctifl. París. 187 pp.

LLÁCER, G., CAMBRA, M., LAVIÑA, A. 1985. Detección y primeros estudios del virus de la sharka en España. An. INIA/Ser. Agr., 28 (3), 157-166.

LLÁCER, G., AVINENT, L., HERMOSO DE MENDOZA, A. 1992. Epidemiology of plum pox (sharka) virus in Valencia (Spain). Acta Hort., 309. 129-134.

LLÁCER, G. 1994. sharka en frutales: Actualización. VII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Sitges, Octubre de 1994, 21.

MAISS, E., TIMPE, U., BRISSKE, A., JELKMAN, W., CASPER, R., HIMMLER, G., M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación). 1993. Anuario de Estadística Agraria, 1993.

MATTANOVICH, D., KATINGER, W.D. 1989. The complete Nucleotide Sequence of Plum Pox Virus RNA. J. Gen. Virol., 70, 513-524.

MARENAUD, C. 1979. Caracterisation d'ecotypes du virus de la sharka par analyse du comportement de la lignée GF-305 de *Prunus persica*. Acad. Agric. France, 110-115.

MEHLENBACHER, S.A., COCIU, V., HOUGH L. F. 1990. Apricots (*Prunus*). En "Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops". Ed. J. M. Moore, and J. R. Ballington. Acta Hort., 290, 63-109.

MICHELMORE, R. W., PARAN, I., KESSELI, R. V. 1991, Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. Proc. Natl. Acad. Science USA 88, 9828-9832.

NÉMETH, M., KÖLBER, M. 1982. Additional evidence on seed transmision of plum pox virus in apricot, peach and plum proved by ELISA. Acta Hort., 130, 293-300.

NÉMETH, M. 1994. History and importance of plum pox in stone-fruit production. Bulletin EPPO, 24 (3), 525-537.

PÉREZ-CAMPOY, P.J. 1995. Sensibilidad varietal del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) a la sharka (*Plum Pox Virus*) en las Comunidades Autónomas de Murcia y Valencia. Trabajo Fin de Carrera. E. P. S. de Orihuela. 120 pp.

RAVELONANDRO, R., MONSION, M., TEYCHENEY,P., DELBOS, R.., DUNEZ J. 1991. Transgenic tobacco plants contain the plum pox virus (PPV) coat protein genes. Acta Hort., 309, 191-196.

REGNER, F., DA CÂMARA, A., LAIMER, M., STEINKELLNER, H., MATTANOVICH, D., WEISS, H., KATINGER, H. 1992. Coat protein mediated resistance to Plum Pox Virus in *Nicotiana clevelandii and Nicotiana benthamiana*. Plant Cell Report, 11, 30-33.

SCORZA, R., RAVELONDRO, M., CALLAHAN, A.M., CORDTS, J.M., FUCHS, M., DUNEZ, J., GONSALVES, D. 1994. Transgenic plums (*Prunus domestica* L.) express the plum pox virus coat protein gene. Plant Cell. Reports, 14, 18-22.

SYRGIANNIDIS, G., MAINOU, A. 1993. Two new apricot varieties resistant to sharka (Plum Pox) disease, created by crossing. Deuxièmes rencontres sur l'abricotier. Avignon, Mai 1993, 136.

THAKUR, P.D., BHARDWAJ, S.V., GARG, I.D., KHOSLA, K., SHARMA, D.R. 1992. Detection of plum pox virus in stone fruits from India. First report. *Symposium on Current Trends in Plants Disease Management*. Marathwada Agricultural University Parbhani, Maharashtra.

TRIOLO, E., GIANNI, M., MATTERAZZI, A., PAOLUCCI, A. 1993. Further evidence of the non-transmission through seed of plum pox virus in apricot. Adv. Hort. Sci., 7, 109-111.

VARVERI, C., CANDRESSE, T., CUGUSI, M., RAVELONANDRO, M., DUNEZ, J. 1988. Use of a 32P-Labeled Transcribed RNA Probe for Dot Hybridization Detection of Plum Pox Virus. Phytopatology, 78 (10), 1280-1283.

VIRUEL, M.A., MESSEGUER, R., de VICENTE, M.C., GARCÍA-MAS, J., PUIGDOMÈNECH, P., VARGAS, F., ARUS, P. 1995. A linkage map with RFLP and isozyme markers for almond. Theor. Appl. Genet., 91:964-971.

WARD, C.W., SHUKLA, P.D. 1991. Taxonomy of potyvirus. Intervirology, 32, 269-296.

WETZEL, T., CANDRESE, T., MACQUAIRE, G., RAVELONDRO, M., DUNEZ, J. 1992. A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for plum pox potyvirus detection. J. Virol. Meth., 39, 27-37.

(Aceptado para publicación el 14 de mayo de 1996)