



Los programas de saneamiento pretenden obtener plantas sanas de las variedades propias de cada país.

## Mejora sanitaria de variedades de agrrios en España

● **L. NAVARRO.** Dpto. de Protección Vegetal y Biotecnología. IVIA. Valencia

Las enfermedades de los cítricos producidas por virus y agentes similares producen pérdidas económicas muy importantes en la mayoría de los países y en muchos casos son la principal limitación para el desarrollo de la citricultura. El control de las mismas requiere el uso de plantas de vivero sanas y de calidad en las nuevas plantaciones. Para la producción de estas plantas es necesario el establecimiento de tres programas diferentes, pero estrechamente relacionados: saneamiento, cuarentena y certificación. Con gran frecuencia los conceptos y organización de estos programas son erróneos en la literatura científica y técnica internacional, lo que en ocasiones conduce al fracaso en la producción de plantones sanos en los viveros.

Los programas de saneamiento tienen como objetivo la obtención de plantas sanas de las variedades propias de cada país y generalmente se realizan por insti-

tuciones de investigación. Los programas de cuarentena consisten en regulaciones legales y procedimientos técnicos para la importación de variedades de otros países evitando la introducción de nuevas plagas y enfermedades y en general son responsabilidad de los Servicios de Sanidad Vegetal. Los programas de certificación consisten en regulaciones legales y medidas de control para garantizar el estado sanitario y la autenticidad varietal durante el proceso de propagación a gran escala en los viveros y se inician con el material sano obtenido en los programas de saneamiento y cuarentena. La falta de coordinación entre las instituciones involucradas en los distintos programas es la principal causa del fracaso en la producción de plantones sanos de calidad en la mayoría de los países.

### Programa de mejora sanitaria de variedades en España

La epidemia de tristeza en 1957 fue el

inicio de un cambio histórico en la citricultura española, ya que obligó a una transformación radical en la producción de plantones para controlar ésta y otras virosis. Debido al alarmante avance de la enfermedad, que ponía en peligro a medio plazo la producción citrícola, se adoptaron medidas legales a partir de 1968 que prohibieron la propagación de plantas sobre naranjo amargo y su sustitución por patrones tolerantes a tristeza. Además, se reestructuró la producción comercial de plantones, con lo que aparecieron los actuales viveros autorizados.

Los estudios que se realizaron paralelamente pusieron rápidamente de manifiesto que existían otras virosis en nuestra citricultura que dificultaban seriamente la reestructuración. Concretamente, la presencia generalizada de exocortis impedía la propagación de nuestras variedades sobre los patrones citrange Troyer y Carrizo, por lo que sólo era posible utilizar el mandarino Cleopatra, que en general

tiene peor comportamiento agronómico.

Actualmente conocemos que en las plantaciones antiguas de la citricultura española se han detectado trece virosis distintas: tristeza, psoriasis, exocortis, cachexia, concave gum, impietratura, vein enation, ringspot, cristacortis, infectious variegation, stubborn, enfermedad del kumquat e incompatibilidad sobre limonero Rugoso. La incidencia de estas enfermedades es muy alta y se ha estimado que más del 50% de los árboles están infectados como mínimo con tres enfermedades distintas.

La tristeza ha causado la muerte de unos 17 millones de árboles injertados sobre naranjo amargo, mientras que se estima que el resto de las virosis producen pérdidas comprendidas entre el 10 y el 25% de la producción. Esta situación indica que las virosis era una de las principales limitaciones de la citricultura española y que era imprescindible adoptar medidas de control para conseguir la productividad máxima de las plantaciones.

Ante esta situación era imprescindible obtener plantas libres de virus de las variedades españolas, pero los métodos existentes a nivel internacional para conseguir



Fig. 2. Planta de Washington Navel sobre citrange Troyer después de 6 semanas de realizarse el microinjerto.

este objetivo no eran adecuados para resolver la problemática española. En consecuencia, se inició en 1972 un trabajo de investigación para la puesta a punto de un nuevo procedimiento para obtener plantas sanas, que se denominó microinjerto de ápices caulinares in vitro. Esta técnica sirvió de base para el establecimiento del programa de saneamiento de las variedades españolas, que se inició en 1975.

Por otra parte, en nuestra citricultura de exportación era necesario disponer de una estructura de variedades que permitiese ofrecer en los mercados internacionales fruta de calidad de las distintas especies a lo largo de toda la campaña. De esta forma se

evitaría la acumulación de fruta en determinadas épocas del año, que satura los mercados y provoca disminuciones importantes en los precios de venta. En España existían numerosas variedades, pero había lagunas de producción en algunas épocas del año. Por ejemplo, no se disponía de satsumas extra tempranas, mandarinas y navels tardías o pomelos de calidad. Estas deficiencias podían teóricamente cubrirse con variedades existentes en otras zonas cítricas del mundo. No obstante, la

importación incontrolada de variedades entraña grandes riesgos por la posibilidad de introducir nuevas plagas y enfermedades graves que no existen en nuestro país y que pueden causar daños catastróficos. En algunos países, este riesgo se había evitado mediante el establecimiento de sistemas de cuarentena complejos y costosos que no eran adaptables a la situación española. Por ello, fue también necesario realizar un trabajo de investigación previo para la puesta a punto de un nuevo procedimiento de cuarentena sencillo y eficaz para la importación de variedades de agrios sin riesgos sanitarios. Con la disponibilidad de este procedimiento se efectuaron modificaciones legales y se inició en 1983 el programa de cuarentena para la importación de variedades.

Paralelamente a estas actuaciones, se legisló en 1976 un programa de certificación que tenía como objetivo garantizar que el estado sanitario y la calidad varietal de las variedades obtenidas en los programas anteriores se mantuviera durante el proceso de propagación comercial en los viveros de agrios.

Finalmente, en el IVIA se decidió establecer un banco de germoplasma de agrios que contuviese todas las plantas libres de virus obtenidas en los programas de saneamiento y cuarentena. Su finalidad es evitar la recontaminación de las variedades y servir de base permanente para el proceso de propagación comercial y para la realización de investigaciones que puedan mejorar los agrios a medio y largo plazo.

El conjunto de actividades del programa de mejora sanitaria de variedades de agrios se muestra en el diagrama de la fig. 1 y se resume en los siguientes objetivos generales:

1. Obtención de plantas libres de virus de todas las variedades españolas mediante un programa de saneamiento.
2. Importación de variedades procedentes de otros países a través de un programa de cuarentena.
3. Distribución de las plantas libres de virus a los agricultores a través de un programa de certificación.
4. Establecimiento de un banco de germoplasma de agrios compuesto por plantas libres de virus.

A continuación se describe la situación actual del programa de mejora sanitaria de variedades de cítricos.

## Programa de saneamiento

Este programa se realiza en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Está basado en la técnica de microinjerto

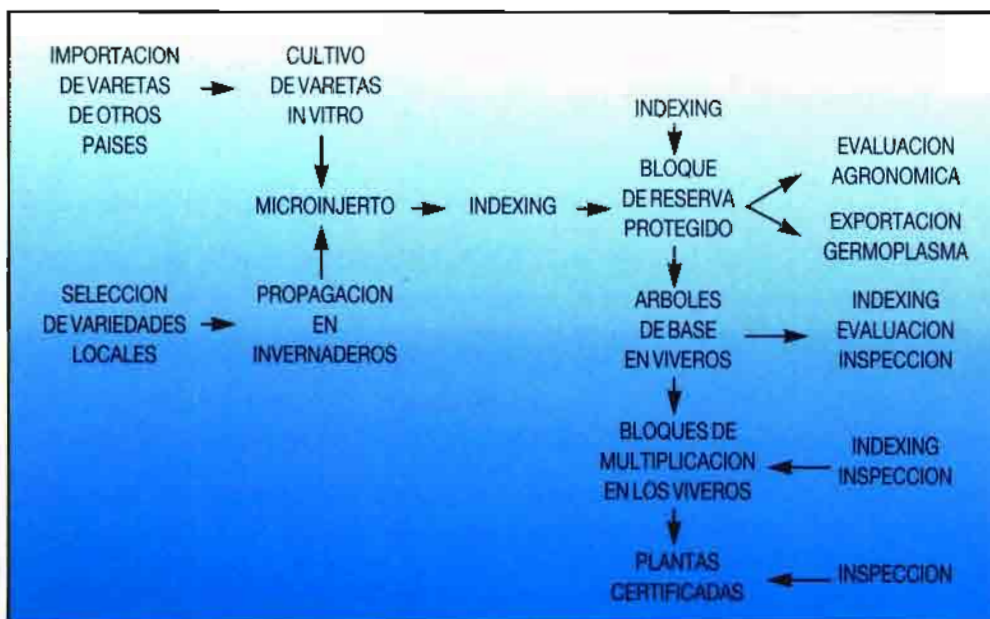


Fig. 1. Esquema del programa de mejora sanitaria de variedades de agrios en España.



Fig. 3. Plantones de agrios producidos en un vivero comercial autorizado a partir de material libre de virus obtenido por la técnica de microinjerto. Puede observarse que cada planta lleva una etiqueta que significa que ha superado todos los controles legales y garantiza la calidad y sanidad de las mismas.

(fig. 2) y consta de las siguientes etapas: selección de árboles madre de cada variedad, diagnóstico de virus de los árboles madre, microinjerto de ápices caulinares *in vitro* de las plantas seleccionadas, diagnóstico de virus de las plantas microinjertadas, estudios agronómicos de las plantas sanas y conservación de las plantas sanas en el banco de germoplasma.

Hasta el momento se han incluido un total de 222 variedades seleccionadas en España, que representan variedades con interés comercial actual, nuevas variedades prometedoras que están actualmente en estudio y variedades autóctonas que ya no se propagan, pero que es necesario conservar por ser parte del patrimonio genético de los cítricos.

La comprobación del estado sanitario de los árboles madre seleccionados ha permitido constatar la gran difusión de las distintas virosis de agrios en nuestro país, ya que todas las variedades estaban infectadas. La mayor difusión se presenta en mandarinos, donde el 87% de los árboles seleccionados tenía tres o más enfermedades distintas. Igualmente el 63% de los naranjos estaba infectado por tres o más enfermedades, mientras que los limoneros eran los menos afectados y normalmente sólo tenían una o dos enfermedades. Estos datos indican de forma indirecta los enormes daños económicos que las virosis provocan en la citricultura española.

La mayoría de las variedades de interés comercial ya se han saneado mediante la técnica del microinjerto, excepto las más recientemente introducidas que se encuentran en alguna de las distintas fases del programa.

### Programa de cuarentena

La metodología desarrollada para disponer de un sistema de cuarentena que fuera rápido, seguro y barato para la importación sin riesgos de variedades de agrios se basa también en el cultivo de tejidos *in vitro* y en una de las etapas se usa la técnica del microinjerto. Con la disponibilidad de este procedimiento, la actual Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria del MAPA estableció legalmente en 1983 la Estación Nacional de Cuarentena de cítricos. La estación

depende administrativamente del MAPA y está ubicada en el IVIA, donde se realizan los trabajos técnicos relacionados con la introducción al amparo de un acuerdo de colaboración entre ambas instituciones.

En el programa de cuarentena se identifican las variedades extranjeras de mayor interés y se gestiona su introducción a través de centros de investigación de los países de origen. De esta forma se tiene acceso a los datos de comportamiento en origen y a la localización exacta del árbol de partida, lo que es muy importante en

el caso de que surjan problemas durante el proceso. Al finalizar las pruebas de comprobación sanitaria, las plantas se estudian agronómicamente de forma análoga a las plantas sanas procedentes de variedades españolas y si se considera que tienen interés comercial se distribuyen a los viveros.

Hasta el momento se han introducido 138 especies y variedades de cítricos a través de la estación de cuarentena e incluyen variedades de interés comercial y otras necesarias para distintos trabajos de investigación. Las variedades de más interés comercial se han distribuido a los viveros y alguna de ellas, como la navel Lane Late o la satsuma Okitsu han tenido una gran aceptación por los agricultores.

### Banco de Germoplasma

Todas las variedades libres de virus obtenidas en los programas de saneamiento y cuarentena se conservan en el banco de germoplasma de cítricos del IVIA. De cada variedad se mantienen dos plantas, injertadas normalmente sobre citrange Troyer o Carrizo, cultivadas en macetas en el interior de recintos cubiertos con malla antipulgón para evitar la reinfección. Estas plantas son la reserva de material libre de virus para todo el sistema de propagación comercial en los viveros y garantizan la disponibilidad permanente de varetas sanas para cualquier necesidad o emergencia. Este banco de germoplasma está reconocido internacionalmente como referencia para la región del Mediterráneo.

### Distribución de material sano

Las plantas libres de virus procedentes de los programas de saneamiento y cuarentena se ponen a disposición de los viveros autorizados de agrios, que realizan su propagación para producir plantones de acuerdo con las normas del reglamento de certificación (fig. 1). De esta forma se garantiza la calidad genética y sanitaria de los plantones producidos, que van destinados al agricultor, que es el beneficiario final del proceso de mejora sanitaria.

Las primeras varetas de material sano se suministraron a los viveros en 1979 y en 1982 se pusieron a la venta los primeros plantones procedentes del programa. Desde entonces la plantación de estas plantas ha ido en continuo aumento y hasta finales de 1994 los viveros habían suministrado a los agricultores más de 45 millones de plantones originados en la técnica de microinjerto, lo que supone alrededor del 40% de la citricultura española.

**Las variedades  
de interés  
comercial  
están saneadas  
mediante  
microinjerto**

## Programa de certificación

En 1976 se estableció legalmente el programa de certificación, que ha sido modificado recientemente de forma parcial para adaptarlo a las normas de la Unión Europea. Consiste en una serie de normas para garantizar el estado sanitario y la calidad de las plantas producidas en los viveros autorizados. El programa se lleva a cabo por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) del MAPA y por los Servicios competentes de las Comunidades Autónomas donde están ubicados los 17 viveros autorizados actualmente existentes. Una parte importante de los controles consiste en las pruebas de diagnóstico de virus de los árboles de reserva que se mantienen en el IVIA y los árboles de base de los viveros para garantizar que se mantiene su estado sanitario inicial. Estas pruebas son actualmente responsabilidad del INSPV, pero los trabajos técnicos se realizan en el IVIA desde el inicio del programa al amparo de un convenio de colaboración entre ambas instituciones.

El sistema de propagación se basa en el establecimiento de distintos bloques de plantas (fig. 1) que permiten producir millones de plantones a partir de unas pocas plantas. El bloque de árboles de reserva consiste en plantas procedentes de los Programas de Saneamiento y Cuarentena cultivadas en el interior de recintos cubiertos con malla antipulgón. Se mantiene en el IVIA y coincide con el Banco de Germoplasma. Yemas de las plantas de reserva se utilizan para el establecimiento de los árboles de base en los viveros. Las yemas producidas por los árboles de base se usan para establecer los campos de multiplicación, que producen yemas para la obtención de plantones (fig. 2).

## Conclusiones

La disponibilidad de plantas libres de virus de variedades autóctonas e importadas ya ha producido, y producirá aún más en el futuro, un gran impacto en la citricul-



Fig. 4. Planta de Clausellina cultivada en campo propagada a partir de material libre de virus obtenido por microinjerto. Puede observarse la elevada producción y calidad de la fruta.

tura española. Las consecuencias más importantes del programa son las siguientes:

a) La utilización de plantas libres de virus está produciendo un aumento de la calidad y la producción (fig. 3), que puede estimarse entre el 10 y el 25%. Este aumento irá en beneficio del agricultor que, sin incrementar los gastos de cultivo, obtendrá unos beneficios superiores de sus plantaciones.

b) La disponibilidad de nuevas variedades de alta calidad libres de virus está contribuyendo de forma muy importante a la reestructuración varietal para adecuar la producción a la demanda a lo largo de toda la campaña.

c) La importación y puesta a disposición de los agricultores de las principales variedades existentes en otros países, disuade a los agricultores y profesionales desaprensivos que importan variedades clandestinamente con el único afán de enriquecerse sin tener en cuenta los graves riesgos a los que someten a la citricultura española. De esta forma, el programa contribuye a evitar la introducción de nuevas plagas y enfermedades.

d) La existencia de variedades libres de virus permite la utilización de los patrones tolerantes a la tristeza más adecuados a las condiciones específicas de cada huerto y a las características de la variedad cultivada. De esta forma han desaparecido las limitaciones existentes hasta hace pocos años en cuanto a la utilización de patrones como consecuencia del contenido de virus de las variedades.

e) El programa español ha sido pionero a nivel mundial en la aplicación de técnicas de biotecnología a la resolución de los problemas de mejora sanitaria de los agrios y se ha convertido en un modelo a seguir por muchos países.

El programa de mejora sanitaria de variedades de agrios se ha podido realizar como consecuencia de tres hechos fundamentales:

1. Desde el inicio del programa ha existido una estrecha colaboración entre los distintos organismos de la administración responsables de la investigación, de la sanidad vegetal y de la certificación de plantas de vivero, lo que es un hecho poco frecuente, tanto en España como a nivel internacional. La financiación del programa de saneamiento la realiza el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, la del programa de cuarentena la Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria y la del programa de certificación el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. En el IVIA se realizan los trabajos técnicos de los programas de saneamiento y cuarentena y el diagnóstico de virosis del programa de certificación. Este último aspecto se realiza en colaboración con personal del Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal de la Generalidad Valenciana.

2. Los viveros de cítricos existentes en España están altamente tecnificados y desde el inicio del programa lo han apoyado fuertemente, lo que ha permitido mantener una excelente coordinación entre la Administración y el sector privado.

3. En el IVIA existe una potente investigación en citricultura, lo que ha permitido en todo momento disponer del personal, de los conocimientos y las tecnologías más adecuados para aplicar en las distintas etapas del programa. Los logros conseguidos con el programa demuestran que la inversión en investigación es altamente rentable para el sector agrario y que debe ser una prioridad para conseguir un desarrollo e innovación tecnológica continuos, que es imprescindible para mantener o aumentar el nivel de calidad y competitividad en los mercados internacionales de este importantísimo cultivo. ■