

Pablo Aleza • José Cuenca • José Juárez • José A. Pina • Luis Navarro

MANDARINOS 'GARBÍ' Y 'SAFOR', DOS NUEVOS HÍBRIDOS TRIPLOIDES OBTENIDOS EN EL IVIA

Centro de Protección Vegetal y
Biotecnología,
Instituto Valenciano de Investigaciones
Agrarias.
Apartado Oficial
46113 Moncada, Valencia, España.

Las clementinas son las variedades de mandarina más representativas y más ampliamente cultivadas de la citricultura española. Se recolectan desde mediados de septiembre hasta finales de enero. Los mercados demandan mandarinas hasta el mes de abril, por lo que también se cultivan algunos híbridos tipo mandarina de maduración tardía. Tanto los clementinos como estos híbridos son partenocárpicos y autoincompatibles, por lo que producen frutos sin semillas en cultivos aislados. Sin embargo, tanto el polen como los óvulos de estas variedades son viables y la polinización cruzada causa la formación de frutos con semillas en ambos grupos de variedades, lo que provoca un gran problema comercial porque los consumidores no aceptan las mandarinas con semillas. Como consecuencia de esta situación, la obtención de nuevas variedades de mandarina de maduración tardía que no produzcan semillas y que no induzcan la formación de semillas en las clementinas por polinización cruzada es el objetivo prioritario de la citricultura española.

La utilización de variedades triploides es la solución más adecuada a esta problemática. En la meiosis de genotipos triploides se originan asociaciones multivalentes y como consecuencia se producen gametos con distintas dotaciones cromosómicas que reducen la viabilidad de los mismos. Por ello las plantas triploides tienen muy baja fertilidad y normalmente no producen semillas ni inducen la formación de semillas en otras variedades por polinización cruzada. En cítricos la partenocarpia es un fenómeno común, por lo que la formación de semillas no es necesaria para obtener buenas producciones.

Los triploides en mandarina se pueden obtener mediante hibridaciones $2x \times 2x$, $2x \times 4x$ y $4x \times 2x$. Los híbridos triploides en las hibridaciones entre parentales diploides se producen como consecuencia de la formación ocasional de gametos femeninos no reducidos en algunos genotipos. Los embriones triploides se encuentran en semillas abortadas y/o de pequeño tamaño que no germinan en condiciones normales, por lo que es necesario usar la técnica de rescate y cultivo *in vitro* de embriones para poder regenerar plantas (Figura 1). La identificación de los híbridos triploides se realiza mediante la técnica de citometría de flujo, que mide de forma rápida y relativamente sencilla la cantidad de ADN en los núcleos de las células, que es proporcional al nivel de ploidía.

Nuestro grupo inició en 1996 un amplio programa usando los tres tipos de cruzamientos que ha permitido obtener más de 12.000 híbridos triploides. En este artículo se presenta la selección de dos nuevas variedades triploides de mandarina 'Garbí' y 'Safor', obtenidos por hibridación sexual entre el parental femenino monoembriónico diploide 'Fortune' (*Citrus clementina* x *C. tangerina*) y los parentales masculinos diploides 'Murcott' (*C. reticulata* x *C. sinensis*) y 'Kara' (*C. unshiu* x *C. nobilis*) respectivamente.

En la primavera de 1996 se realizaron 100 polinizaciones de cada una de las combinaciones que permitieron obtener un total de 256 embriones que se germinaron *in vitro* en el medio de Murashige y Tucker suplementado con 5% de sacarosa, 500 mg/l de extracto de malta y 0.8 g/l de Bacto agar. Posteriormente las plántulas se pasaron a un medio de elongación compuesto por las sales minerales de Murashige y Skoog suplementado con vitaminas y 0.8 mg/l de Bacto agar. La germinación media de los embriones fue del 97%, sin diferencias entre los distintos cruzamientos. El 97.5% de las plantas obtenidas fueron triploides, que se aclimataron en invernadero en la primavera de 1997 y finalmente se pudieron establecer en campo 233 híbridos triploides en la primavera de 1998.



◀ **Figura 1.**
a. Semilla pequeña con un embrión triploide.
b. Detalle de la germinación del embrión triploide rescatado y cultivado *in vitro*.
c. Embriones triploides cultivados en placa de Petri.
d. Plántulas triploides obtenidas a partir de hibridaciones 2x X 2x.



Figura 2. Multiplicación de yemas de los mandarinos 'Garbí' y 'Safor' en los invernaderos del IVIA entregadas a los viveros para establecer bloques de multiplicación.



◀ **Figura 3.** Bloques de multiplicación de los mandarinos 'Garbí' y 'Safor' establecidos en un vivero comercial (mayo de 2009).



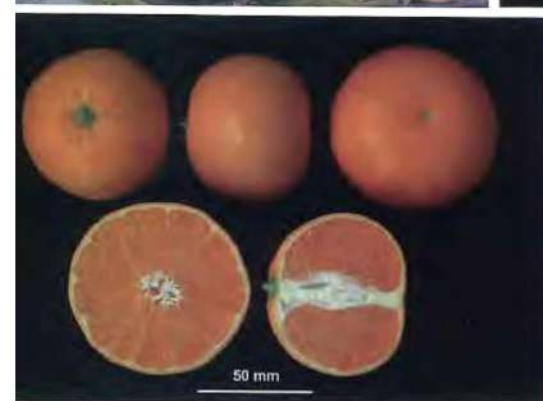
▶ **Figura 4.** Plantones comerciales de mandarina 'Garbí' (mayo 2009).



◀ **Figura 5.** Árbol de mandarina 'Garbí' de 3 años y medio injertado de púa sobre madera intermedia de 'Valencia Late' en la finca de Anecoop en Museros.



◀ **Figura 6.** Espinas de mandarina 'Garbí' en las últimas brotaciones.



◀ **Figura 7.**
a. Fruto de mandarina 'Garbí'.
b. Detalle fructificación del mandarina 'Garbí'.



Figura 9. Espinas de mandarina 'Safor' en las últimas brotaciones.



◀ **Figura 8.** Árbol de mandarina 'Safor' de 3 años y medio injertado de púa sobre madera intermedia de 'Valencia Late' en la finca de Anecoop en Museros.

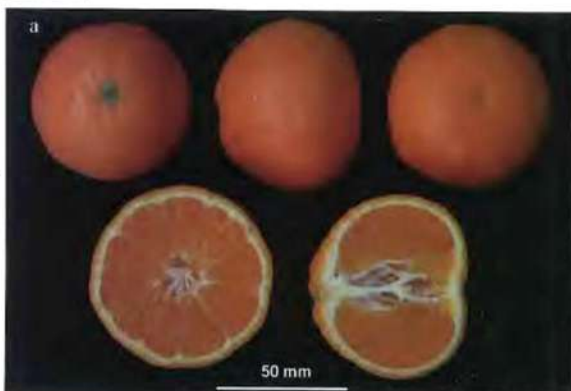


Figura 10. **a.** Frutos de mandarina 'Safor'.
b. Detalle fructificación del mandarina 'Safor'.

La evaluación de la progenie de los cítricos está condicionada por el largo periodo juvenil, que se caracteriza porque las plantas inicialmente son muy vigorosas, tienen espinas grandes y no florecen. Se produce una lenta transición a la fase adulta en la que disminuyen o desaparecen las espinas y el árbol florece y fructifica normalmente. La duración del periodo juvenil es aleatoria, no se puede controlar y depende de cada híbrido. En el año 2007 el 78-87% de los híbridos triploides habían fructificado, quedando alrededor de 40 híbridos que todavía no han fructificado 9 años después de su plantación en campo.

Durante el proceso de evaluación se han seleccionado dos variedades, los mandarinos 'Garbí' y 'Safor', una de cada uno de los cruzamientos realizados. Se ha realizado su protección en la Unión Europea y actualmente se están realizando todos los trámites necesarios para protegerlas en Marruecos, Egipto, Sudáfrica y Turquía y para patentarlas en E.E.U.U. La gestión de los derechos del obtentor de las dos variedades la está realizando la Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación Agroalimentaria (AGROALIMED), que ha firmado acuerdos de explotación de las variedades con todos los viveros autorizados de cítricos que lo han solicitado.

En junio y julio de 2008 se entregaron alrededor de 15.000 yemas de cada variedad distribuidas entre los 22 viveros firmantes de los contratos de explotación, con la finalidad de iniciar su propagación comercial (Figura 2). La mayor parte de las yemas recibidas por los viveros se han destinado para el establecimiento de campos de multiplicación (Figura 3), que disponen de yemas para producir todos los plantones que demanden los agricultores y que estarán disponibles para plantar en 2010. Una pequeña parte de las yemas suministradas a los viveros se usaron en 2008 para producir un pequeño número de plantones para plantar durante 2009 (Figura 4).

A continuación se describen las principales características de mandarino 'Garbí' y mandarino 'Safor'.

Mandarino 'Garbí'.

Híbrido triploide obtenido por polinización controlada realizada en 1996 entre mandarino 'Fortune' diploide como parental femenino y el tanger 'Murcott' como parental masculino. Floreció por primera vez en el año 2002.

Características del árbol

Árbol vigoroso, con hábito de crecimiento ascendente, forma elipsoidal, ramas quebradizas y color del tronco marrón claro (Figura 5). Sus hojas son grandes, de color verde oscuro y brillantes. Buena compatibilidad con citrange Carrizo. Presenta espinosidad en ramas principales, que disminuyen en tamaño y cantidad a lo largo de sucesivas brotaciones (el 74% de los nudos presentó espinas con una media de 7 mm de longitud en las últimas brotaciones)(Figura 6). Ha mostrado buena floración y fructificación desde los primeros años de injerto, aparentemente sin vecería. Predominan las flores de tipo campanero, que cuajan casi en su totalidad.

Características de los frutos

Los frutos maduran a partir de la primera quincena de marzo, con un índice de madurez de 9, manteniéndose en buen estado en el árbol hasta finales de abril. Son consistentes, turgentes, de forma ligeramente achatada, calibre entre 65 y 70 mm y muy homogéneos (Figura 7). Son atractivos, el aroma de los aceites esenciales es agradable, con una textura de la pulpa fundente y escaso residuo del gajo. En la época de maduración, la cantidad de sólidos solubles es muy alta (18 °Brix), con una acidez de 18 g/l; color amarillo anaranjado (ICC=15) similar a 'Clemenules' y un porcentaje de zumo del 48%. No presentan semillas y no se han observado síntomas de *Alternaria* en los árboles de esta variedad cultivados en parcelas experimentales del IVIA con un

elevado nivel de inóculo del patógeno.

Mandarino 'Safor'.

Híbrido triploide obtenido por polinización controlada realizada en 1996 entre mandarino 'Fortune' diploide como parental femenino y mandarino 'Kara' como parental masculino. Floreció por primera vez en el año 2001 y se ha realizado la evaluación de los frutos desde la campaña 2002/2003 hasta la actualidad.

Características del árbol

Árbol vigoroso, con hábito de crecimiento abierto-llorón, forma achatada, ramas muy flexibles y color del tronco marrón (Figura 8). Sus hojas son de gran tamaño, de color verde oscuro, brillantes y ligeramente acucharadas. Las espinas son escasas desde las primeras brotaciones habiendo desaparecido por completo en las últimas brotaciones, en las cuales el 25% de los nudos tienen espinas con una media de 5 mm de longitud (Figura 9). Predominan las flores de tipo campanero. La fructificación es generalmente abundante sin problemas aparentes de vecería.

Características de los frutos

Los frutos maduran hacia mediados-finales de febrero, con un índice de madurez de 8 manteniéndose en buenas condiciones en el árbol hasta principios de abril. Presentan un calibre entre 55 y 60 mm, de forma achatada con la zona peduncular convexa (Figura 10). Son frutos atractivos, de fácil pelado, textura fundente y sin residuo de gajo.

En la época de maduración, la cantidad de sólidos solubles es de 15 °Brix, con una acidez de 14 g/l; color naranja intenso (ICC=18) y un porcentaje de zumo del 50%. No presentan semillas y no se han observado síntomas de *Alternaria* en los árboles de esta variedad cultivados en parcelas experimentales del IVIA con un elevado nivel de inóculo.