

# LA MEJORA GENÉTICA DEL TOMATE DE INDUSTRIA EN EL SERVICIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA JUNTA DE EXTREMADURA

JUAN GRAGERA FACUNDO

Departamento de Hortofruticultura,  
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Finca La Orden, E-06187 Guadajira (Badajoz)

## RESUMEN

Dada la importancia del cultivo del tomate de industria en Extremadura, el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura se planteó en 1992 iniciar una línea de investigación dedicada a la mejora genética de este cultivo, con el objetivo de obtener materiales que pudieran ser explotados directamente por el sector productor, para reducir así los costes de cultivo.

Dentro de esta línea de investigación se han concluido dos programas de mejora de la resistencia a enfermedades, y se continúan otros dos programas: uno de ellos de introducción de tolerancia al herbicida metribucina, y el otro de obtención de líneas de alto contenido en sólidos solubles, que es el carácter que más determina el rendimiento y la calidad del tomate de industria. Hasta 2003 se han obtenido cultivares de tomate de industria de polinización abierta resistentes a *Fusarium*, nematodos del género *Meloidogyne* y TSWV (virus del bronceado del tomate), materiales segregantes altamente tolerantes a metribucina y portadores de genes de resistencia a *Fusarium*, nematodos y TSWV, y materiales segregantes con un contenido en sólidos solubles hasta un 50% superior al de los cultivares comerciales de tomate de industria actuales.

Dos cultivares resistentes a *Fusarium* y nematodos se han registrado en el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV), y se ha solicitado el registro como variedad protegida de un cultivar resistente a *Fusarium*, nematodos y TSWV, en la Oficina Comunitaria de Obtenciones Vegetales. Aunque los resultados de varios ensayos de los dos cultivares registrados en el INSPV mostraron que eran materiales con un comportamiento agronómico y una calidad industrial media, ninguna agrupación de productores ha mostrado interés por su multiplicación.

A partir de los materiales segregantes tolerantes a metribucina obtenidos hasta la fecha, se pretenden obtener cultivares tolerantes a este herbicida que permitirán un control más barato y eficaz de las malas hierbas.

A partir de los materiales segregantes de alto contenido en sólidos solubles, se pretenden obtener líneas fijadas que tengan un elevado contenido en sólidos solubles y unas características morfológicas, agronómicas y de calidad industrial similares a las de un cultivar de tomate de industria. La caracterización fenotípica y molecular de estas líneas permitirá localizar genes que eleven el contenido en sólidos solubles. Estos genes se podrán introgresar posteriormente en cultivares de tomate de industria.

Aunque por diversas razones los resultados obtenidos no han tenido hasta ahora aplicación práctica, si en un futuro próximo el sector productor mostrara interés por introducirse en el sector de producción de semilla, probablemente tendría en estos resultados una de las referencias más importantes para la obtención de sus propios cultivares.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, nematodos, *Meloidogyne*, TSWV (virus del bronceado del tomate), herbicidas, metribucina, sólidos solubles, retrocruzamiento, intercruzamiento, autofecundación, selección.

## INTRODUCCIÓN

El tomate de industria es un cultivo de regadío muy extendido en las comarcas extremeñas de las Vegas del Guadiana, y significativamente importante en el resto de las tierras de regadío de Extremadura. Con una superficie de cultivo de alrededor de 20.000 ha y una producción de más de 1 millón de toneladas en los últimos años (Díaz, 2000; Díaz y Sánchez, 2002; Rubio, comunicación personal), Extremadura produce alrededor del 80% del tomate de industria español, que supone aproximadamente el 16% de la producción de la Unión Europea, segundo productor mundial de tomate de industria tras EE.UU. (AMITOM, 2000 y 2001).

Aunque los cultivadores de tomate de industria extremeños perciben la ayuda que la Unión Europea establece para este cultivo (Consejo de la Unión Europea, 1996), las explotaciones con deficiencias estructurales (pequeña dimensión, falta de mecanización, poca especialización del titular de la explotación) obtienen una rentabilidad muy baja al tener unos costes de cultivo elevados. Como consecuencia de lo anterior, en los últimos años se está produciendo la bipolarización del sector, coexistiendo pequeñas explotaciones, con graves problemas de rentabilidad y avocadas por lo tanto a desaparecer, con explotaciones de tamaño medio o grande, regidas por agricultores individuales o pequeños grupos de agricultores muy especializados en el cultivo. Incluso este grupo de agricultores más especializados se enfrenta al reto de incrementar la rentabilidad del cultivo; para superarlo existen dos caminos: por un lado, la obtención de mayor valor añadido del producto y, por otro, la reducción de costes de cultivo.

Hasta la reforma de la OCM del sector de frutas y hortalizas transformadas del año 2000 (Consejo de la Unión Europea, 2000), los productores de tomate de industria no tuvieron posibilidades reales de obtener un mayor valor añadido de su producto mediante su participación en el sector transformador, porque hasta dicha reforma la ayuda comunitaria se pagaba a través de las industrias de transformación existentes, disponiendo cada una de ellas de una cantidad de tomate subvencionable denominada cuota. Con la reforma de la OCM mediante el Reglamento CE 2699/00, se suprimió el reparto en cuotas del umbral nacional. Esto ha permitido el acceso de algunos cultivadores al sector transformador; así actualmente hay dos industrias propiedad de agrupaciones de cultivadores con una capacidad conjunta de 180.000 t, y se prevé la construcción de al menos

dos más con alrededor de 200.000 t de capacidad. Si estas nuevas industrias son correctamente gestionadas en su funcionamiento interno y comercializan bien sus productos, los cultivadores comprometidos en estos proyectos obtendrán un mayor valor añadido y mejorarán su posición negociadora a la hora de vender su producto.

En Extremadura se tiende cada vez más a producir tomate de industria en superficies de tamaño medio o grande (más de 20 ha), mecanizando y automatizando la mayor parte de las operaciones de cultivo, aunque todavía el sector productor no tiene en gran consideración aspectos de los costes de cultivo tales como la optimización de la aplicación de fertilizantes o productos fitosanitarios, o la elección adecuada de variedades y del sistema de implantación del cultivo, ni aspectos de rendimiento y calidad tan importantes como el contenido en sólidos solubles del producto fresco.

Desde su creación, el Departamento de Hortofruticultura del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico se ha dedicado a desarrollar numerosos proyectos de investigación cuyos objetivos básicos eran obtener conclusiones para poder optimizar la utilización de los factores de cultivo más importantes, al objeto de poder dar recomendaciones que permitieran una reducción de los costes de cultivo. Así, desde la década de los 80 hasta mediados de los 90 se realizaron ensayos sobre sistemas de implantación de cultivo (cepellón, raíz desnuda y siembra directa), variedades comerciales, programación de siembras, abonado, dosis y sistemas de riego, optimización de tratamientos herbicidas y fitosanitarios, mecanización de recolección, etc. (Rodríguez y Ruiz, 1982; Rodríguez y Calderón, 1982; Rodríguez y Calderón, 1984; Rodríguez y González, 1984; Rodríguez *et al.*, 1992; Rodríguez *et al.*, 1993a; Rodríguez *et al.*, 1993b; Rodríguez *et al.*, 1995a). Aunque entonces muchos de los resultados de estos trabajos no tuvieron la suficiente repercusión en el sector, algunas de las prácticas culturales habituales actualmente tienen mucho que ver con las conclusiones obtenidas en los mismos.

Considerando que el mercado de semillas en Extremadura (que actualmente supone un mínimo de 3 millones de euros) estaba totalmente dominado por empresas multinacionales, el Departamento de Hortofruticultura también se planteó iniciar en 1991 una línea de investigación dedicada a la mejora genética del tomate de industria con el ambicioso objetivo de obtener variedades comerciales de tomate de industria que pudieran ser multiplicadas directamente por las agrupaciones de productores extremeñas (González *et al.*, 1997). Los programas de mejora planteados hasta la fecha han tenido por objetivo la obtención de cultivares de polinización abierta en lugar de cultivares híbridos, considerando que el coste de producción de los primeros es de un 20 a un 30% menor que el de los segundos (Fernández-Muñoz *et al.*, 1999), así como la mayor facilidad de multiplicación de los cultivares de polinización abierta.

Los programas de mejora que desarrollados hasta la fecha han tenido como objetivos la mejora de la resistencia a enfermedades comunes o potencialmente peligrosas, la mejora de la tolerancia a determinados herbicidas de uso común en el cultivo del tomate de industria, y la mejora de la calidad.

Dentro del objetivo mejora de la resistencia a enfermedades comunes o potencialmente peligrosas, se ha desarrollado un programa de mejora que ha permitido obtener cultivares de tomate de industria de polinización abierta resistentes a dos enfermedades muy extendidas y muy peligrosas para el tomate de industria: fusariosis y ataques de nematodos (Fernández-Muñoz *et al.*, 1999), y otro mediante el cual se ha introducido un gen de resistencia al aislado más agresivo del virus del bronceado del tomate (TSWV) del sureste español, a partir del cual se han obtenido materiales resistentes a *Fusarium*, nematodos y TSWV (Gragera *et al.*, 2003b). Dentro del objetivo de mejora de la tolerancia a determinados herbicidas, se está trabajando en la introducción de un gen recesi-

vo que confiere una alta tolerancia a la metribucina, que es probablemente el herbicida de hoja ancha más utilizado en el cultivo de tomate de industria. Por último, dentro del objetivo de mejora de la calidad, considerando que el contenido en sólidos solubles es el carácter cualitativo más importante en el tomate de industria, se está desarrollando un programa a partir del cual se pretenden obtener materiales que reúnan el mayor número posible de las características de un cultivar de tomate de industria, y que tengan además un contenido en sólidos solubles más elevado que los cultivares de industria comerciales actuales (Gragera, 2002).

A continuación se describen brevemente los programas de mejora concluidos o en curso llevados a cabo en el Departamento, así como los resultados obtenidos hasta este momento.

## **DESARROLLO DE LÍNEAS PURAS RESISTENTES A *FUSARIUM* Y NEMATODOS DEL GÉNERO *MELOIDOGYNE***

En primer lugar se desarrolló, en colaboración con la Estación Experimental del CSIC «La Mayora» (Málaga), un programa de mejora para obtener cultivares de tomate de industria de polinización abierta resistentes a dos de las enfermedades endémicas más peligrosas para el cultivo como eran las fusariosis provocadas por las razas 0 y 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y los ataques de nematodos del género *Meloidogyne*. El obtener materiales de polinización abierta en lugar de híbridos permitiría una mayor facilidad de multiplicación de estos materiales, y en principio no conllevaría graves desventajas en cuanto a rendimiento y calidad según los datos de ensayos varietales realizados a principios de los 90 (Cuartero *et al.*, 1993; Rodríguez *et al.*, 1995a).

Como el gen dominante *I-2* confiere resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* razas 0 y 1 (Rodríguez, *et al.* 1995b), y el gen dominante *Mi* confiere resistencia a nematodos del género *Meloidogyne* (Bailey, 1941), y considerando que muchos de los híbridos comerciales que se cultivaban a principios de los 90 eran heterocigóticos para ambos genes, y que las pocas variedades de polinización abierta que se cultivaban entonces eran sensibles a ambas enfermedades, el programa de mejora que se planteó consistió en realizar hasta tres ciclos de retrocruzamiento seguidos de cuatro autofecundaciones (Fernández-Muñoz *et al.*, 1999), partiendo de una serie de cruzamientos iniciales entre parentales recurrentes elegidos entre cultivares de polinización abierta comerciales (FM-6203, H-324-1, Peelmech y UC-204), y parentales donantes elegidos entre los híbridos comerciales heterocigóticos para la resistencia a ambos patógenos (Centurión, Elios, Ipanema, I-115 y Nemagema). Tanto los donantes como los recurrentes elegidos para iniciar este programa habían mostrado buenas características agronómicas y de calidad industrial en ensayos previos de materiales comerciales (Rodríguez y Ruiz, 1982; Rodríguez y Calderón, 1982; Rodríguez y González, 1984; Rodríguez y Calderón, 1984; Rodríguez *et al.*, 1992; Rodríguez *et al.*, 1995a). Para poder seleccionar en cada ciclo de retrocruzamiento caracteres agronómicos y de calidad industrial además de resistencia a *Fusarium* y nematodos, se evaluaron clones de unas 10 plantas en lugar de plantas individuales (George, 1996): sendos lotes de al menos 3 plantas de cada clon se emplearon para evaluar la resistencia a sendas enfermedades (Espárrago *et al.*, 1994, Rodríguez *et al.*, 1995b), mientras que un tercer lote de al menos 4 plantas se cultivó en campo, evaluándose a partir del mismo las características agronómicas y de calidad industrial más importantes (Rodríguez *et al.*, 1995a).

El resultado de estos trabajos fue la obtención a partir de 1995 de una serie de líneas que presentaban características agronómicas y de calidad industrial similares a la media de los cultivares comerciales más extendidos por entonces en Extremadura. Dos de estas líneas fueron enviadas al registro de variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero con las denominaciones de «Gévora» y «Guadajira». Ambas se ensayaron en numerosas parcelas comerciales durante dos años, comportándose generalmente de forma similar a la media de los cultivares comerciales más comunes (tabla 1; Rodríguez *et al.*, 1996; Cuartero *et al.*, 1996; González *et al.*, 1997; Fernández-Muñoz *et al.*, 1999). A pesar de lo anterior ninguna agrupación de agricultores mostró interés por su multiplicación. De ambas líneas se han recibido peticiones de semilla de organismos públicos y empresas multinacionales de semilla (Seminis, Peto, Campbell, Kagome); estas últimas tal vez las han empleado en sus programas de mejora y obtención de material híbrido.

El desarrollo de este programa de mejora desde su inicio fue financiado en su mayor parte con fondos procedentes del Plan Nacional de Investigación (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) a través de los proyectos AGF92-0456-C02-02 y AGF95-0023-C02-02.

## **DESARROLLO DE LÍNEAS PURAS RESISTENTES AL VIRUS DEL BRONCEADO DEL TOMATE (TSWV, *TOMATO SPOTTED WILT VIRUS*)**

Una vez conocidas la extensión y gravedad de los daños causados por el TSWV en los cultivos hortícolas de la costa mediterránea española (Aramburu *et al.*, 1994; Jordá, 1996; Roselló *et al.*, 1996 y 1999; Soler *et al.*, 1998; Roselló y Nuez, 1999), y habiéndose detectado la enfermedad en el tomate de industria extremeño en 1992 (Santiago *et al.*, 1997), a partir de 1993 se ha desarrollado un programa de mejora genética para introducir la resistencia a esta virosis en cultivares de tomate de industria. Este programa se ha llevado a cabo en colaboración con la Escuela Técnica Superior de la Universidad Politécnica de Valencia y el Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Murcia, y se ha concluido en 2003.

La fuente de resistencia a TSWV empleada en este programa ha sido una F<sub>7</sub> descendiente de un cruzamiento entre las líneas de mejora sudafricanas Stevens y RDD (Stevens *et al.*, 1991). Este material es homocigótico para el gen dominante *Sw-5* (Stevens *et al.*, 1992), que según numerosos ensayos previos realizados en la costa mediterránea española confiere un elevadísimo grado de tolerancia a los aislados más agresivos de TSWV del sureste español. Como parentales recurrentes se utilizaron nuevamente los cultivares de tomate de industria de polinización abierta FM-6203, H-324-1, Peelmech y UC-204. El programa de mejora consistió en realizar cuatro ciclos de retrocruzamiento seguidos de cuatro ciclos de autofecundación, seleccionando simultáneamente en cada uno de los ciclos de retrocruzamiento tanto la resistencia al TSWV, mediante infecciones artificiales (Roselló *et al.*, 1999), como las características agronómicas y de calidad industrial más importantes. Para ello se evaluaron clones de unas 15 plantas en lugar de plantas individuales. A partir de 1995 y en los retrocruzamientos en los que intervenía FM-6203, este parental recurrente se sustituyó por el cultivar denominado Gévora, que se había obtenido en el programa de desarrollo de cultivares resistentes a *Fusarium* y nematodos del género *Meloidogyne*. Gévora se había obtenido a partir de retrocruzamientos en los que el parental recurrente fue FM-6203, y tenía los genes *I-2* y *Mi* en homocigosis (Fernández-Muñoz *et al.*, 1999).

El resultado de este trabajo fue la obtención en 1999 de una serie de líneas resistentes a TSWV, dos de las cuales presentaban también resistencia a *Fusarium* y nematodos del género *Meloidogyne* (una de ellas se ha enviado a la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales, solicitando su registro como variedad protegida con la denominación de Limonetes). Las líneas obtenidas han sido probadas en diversos ensayos junto con los antecesores y otros materiales comerciales en 2000 y 2001, y en condiciones de fuerte ataque natural de TSWV al aire libre en Murcia en 1999. En estos ensayos las líneas obtenidas han demostrado tener una elevada tolerancia a TSWV y unas características agronómicas y de calidad industrial medias (tabla 2; Gragera *et al.*, 2001; Gragera *et al.*, 2003b).

En 2003 se han desarrollado dos ensayos, localizados uno en La Orden (Badajoz) y el otro en La Alberca (Murcia), en los que se han incluido híbridos obtenidos de cruza-mientos entre estas líneas, al objeto de medir su aptitud combinatoria general y específica. A partir de los resultados de estos ensayos se podrá averiguar cuáles de las líneas obtenidas son más interesantes para la producción de híbridos comerciales.

La mayor parte de los fondos necesarios para el desarrollo de este programa de mejora han venido del INIA (perteneciente antes al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y actualmente al Ministerio de Ciencia y Tecnología), a través de los proyectos SC-93-183-C3-2, SC-97-105-C5-3 y RTA01-022-C3-3. Además, una pequeña parte de los fondos ha sido aportada por la Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología de la Junta de Extremadura a través del proyecto IPR00A039 del I Plan Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

## **DESARROLLO DE LÍNEAS PURAS DE TOMATE DE INDUSTRIA RESISTENTES A LA METRIBUCINA**

La mayor parte de la superficie de regadío extremeña presenta graves problemas de infestación de malas hierbas. En el cultivo del tomate de industria está ampliamente extendido el uso de la metribucina como herbicida de postemergencia porque controla muy bien las malas hierbas de hoja ancha, y ralentiza el crecimiento de algunas de las malas hierbas de hoja estrecha. A pesar de lo anterior, las aplicaciones de metribucina llegan a provocar daños en el cultivo cuando en los tratamientos el herbicida llega a tocar parte de las tomateras, o cuando se aplica el herbicida a través del riego por goteo.

Existen ciertos genotipos de tomate argentinos altamente tolerantes a la metribucina (Calvar, comunicación personal). Estos materiales no sufren daños en tratamientos por pulverización directa con concentraciones de metribucina 10 veces superiores a la concentración máxima recomendada para el control de malas hierbas en tomate (Gragera, inédito). La tolerancia de estos genotipos se debe a que poseen el gen recesivo *mto* en homocigosis. Considerando lo anterior, en 1994 se inició un programa de mejora genética para introducir la tolerancia a metribucina en cultivares comerciales de tomate de industria cultivados en Extremadura. En el programa se han ido intercalando ciclos de retrocruzamiento con ciclos de autofecundación, seleccionándose la tolerancia a metribucina en estos últimos pulverizando las plántulas en semillero con una dosis de metribucina doble de la máxima recomendada en tomate. Como parentales donantes de la tolerancia se han utilizado los cultivares argentinos Quil-quil, UCO-5 y UCO-8, todos ellos homocigóticos para *mto*; como parentales recurrentes se empezaron utilizando los cultivares FM-6203, H-324-1, Peelmeh y UC-204, y a medida que se ha ido avanzando el programa éstos se han ido sustituyendo por materiales obtenidos a partir de los dos

programas de mejora anteriormente descritos que ya incorporan los genes *I-2*, *Mi*, y *Sw-5*. Hasta la fecha se han realizado tres ciclos de retrocruzamiento y aún no se ha obtenido un material lo suficientemente avanzado como para comenzar un proceso de fijación de líneas.

## **DESARROLLO DE LÍNEAS DE MEJORA CON ALTO CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES A PARTIR DE CRUZAMIENTOS ENTRE CULTIVARES DE TOMATE DE INDUSTRIA Y LÍNEAS DE MEJORA DE *LYCOPERSICON ESCULENTUM* Y *L. CHEESMANII***

El factor que en mayor medida determina el rendimiento y la calidad del tomate de industria es su contenido en sólidos solubles (CSS), que se suele medir en °Brix (I.V.T.P.A., 1991). Cuanto mayor es el °Brix del tomate, mayor rendimiento se obtiene en la elaboración de tomate concentrado. Por esta razón se planteó desarrollar un programa de mejora genética del CSS del tomate de industria (Gragera, 2002).

Considerando que el CSS es un carácter poligénico muy influido por las condiciones ambientales y negativamente relacionado con diversos caracteres (Tanksley y Hewitt, 1988; Paterson *et al.*, 1990 y 1991; Triano y St. Clair, 1995; St. Clair, 1995; Tanksley *et al.*, 1996; Bernacchi *et al.*, 1998; Haanstra *et al.*, 1999; Saliba-Colombani *et al.*, 2000; Monforte y Tanksley, 2000), antes de desarrollar el programa de mejora se realizó un estudio del modo de herencia del CSS, azúcares solubles (AS), y otros caracteres que podrían estar relacionados con los anteriores y deberían alcanzar un determinado nivel en un cultivar de tomate de industria (Gragera *et al.*, 1994, 1998 y 1999; Gragera, 2002). El motivo de la realización de estos estudios fue poder diseñar un programa de mejora lo más eficiente posible dada la naturaleza del carácter a mejorar. Estos estudios genéticos se realizaron en familias descendientes de cruzamientos entre cuatro cultivares de tomate de industria FM-6203, H-324-1, Peelmehc y UC-204, que normalmente alcanzaban en torno a 5 °Brix, y tres líneas de *Lycopersicon esculentum* que según la Rick (1974) alcanzaban en torno a 7 °Brix, y en familias descendientes de cruzamientos entre los cultivares de tomate de industria antes indicados y dos entradas de *L. cheesmanii* f. *minor*, que según las diversas fuentes consultadas superaban los 12 °Brix y cruzaban muy bien con *L. esculentum* (Rick, comunicación personal; Garvey y Hewitt, 1984; Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995).

El estudio de la herencia de los caracteres estudiados en las familias intraespecíficas permitió detectar efectos aditivos para °Brix y pH (0,8 °Brix y 0,25 unidades de pH) y comprobar que la composición de AS en el fruto de las F<sub>1</sub> fue cuantitativamente superior, pero cualitativamente similar, a la observada en los cultivares de industria. En las familias interespecíficas se observó que la aditividad para el °Brix fue grande (4 °Brix), que con el contenido en AS ocurrió prácticamente lo mismo que en las familias intraespecíficas, y que el nivel alcanzado por algunos de los caracteres evaluados (peso de fruto y tipo de planta sobre todo) sería desfavorable desde el punto de vista de la mejora (Gragera, 2002; Gragera *et al.*, 2003a). Tanto en las familias intraespecíficas como en las familias interespecíficas, también la dominancia y diferentes interacciones jugaron un papel significativo en la herencia del °Brix. El efecto del ambiente sobre el carácter fue algo mayor en las familias intraespecíficas que en las familias interespecíficas. El número aproximado de genes de alto °Brix que aportaban los parentales donantes debía ser menor de tres en las familias intraespecíficas y entre cuatro y ocho en las familias interespecíficas. En las familias intraespecíficas se observó que había relación entre alto

°Brix y alto pH, que podría atribuirse a pleiotropía o ligamiento. En las familias interespecíficas se observó que el alto °Brix estaba relacionado con bajo peso de fruto, alto pH, tipo de planta silvestre, y color de fruto naranja.

Con estos antecedentes se diseñó un programa de mejora del CSS a partir de los RC<sub>1</sub> de H-324-1, Peelmech y UC-204 por LA-530. En el programa de mejora se intercalaron tres ciclos de intercrucamiento, para reagrupar genes de alto °Brix, con tres ciclos de retrocruzamiento, para eliminar introgresiones de ADN donante indeseables, y tres ciclos de autofecundación cuando por causas de fuerza mayor no se pudieron realizar cruzamientos (tabla 3; Gragera, 2002; Gragera *et al.* 2002). La evaluación del primer intercruzamiento en 1995 indicó que la eficacia de la selección a partir de la evaluación de una única planta de cada genotipo fue nula, debido a la influencia del ambiente sobre el °Brix (Gragera, 2002). Por esta razón se decidió continuar el programa de mejora evaluando clones de varias plantas por genotipo, obtenidos mediante cultivo *in vitro*; actuando de este modo se mejoró notablemente la eficacia de la selección (Gragera *et al.*, 1998 y 1999).

Por limitación de medios sólo se continuó la mejora a partir de la familia de UC-204, desechándose la familia de H-324-1 debido al bajo peso medio del fruto de este parental (alrededor de 45 g), y la familia de Peelmech por haberse obtenido poca semilla RC<sub>2</sub>. En 2003 se han obtenido genotipos con morfología de planta de cultivar de industria, elevada producción de fruto, pH por debajo del exigido por la industria del concentrado, tamaño de fruto aceptable para recolección mecánica, y con un 50% más de °Brix que UC-204 (tabla 3; Gragera *et al.*, 2002; Gragera, 2002).

A partir de los materiales obtenidos en 2003 se va a iniciar un proceso de fijación de líneas que concluirá en 2005 con la evaluación del máximo número posible de líneas fijadas. En 2005 también se pretende relacionar los resultados de dicha evaluación con los obtenidos a partir de una caracterización molecular de las líneas evaluadas, para poder así localizar genes de *L. cheesmanii* que actúen elevando el CSS.

Tanto el estudio de la herencia de los caracteres indicados como el desarrollo del programa de mejora descrito en este apartado han sido financiados básicamente a través del INIA y la CICYT a través de los proyectos AGF92-0456-C02-02 y AGF95-0023-C02-02, ambos de la CICYT, y SC99-011 y RTA03-017 ambos del INIA.

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Las líneas generales de los trabajos de mejora genética del tomate de industria se han centrado en el desarrollo de programas para introducir resistencia a enfermedades endémicas de las Vegas del Guadiana y a una virosis que podría alcanzar importancia a medio plazo en dicha comarca, e introducir genes de tolerancia a metribucina, que permitieran un control de malas hierbas más eficaz y barato, y para obtener líneas de tomate de industria con un contenido en sólidos solubles más elevado. Con el tiempo se han ido integrando los diversos genes introgresados en un mismo material, aunque aún no se tienen materiales que agrupen conjuntamente la resistencia a enfermedades, tolerancia a metribucina y alto contenido en sólidos solubles.

Aunque los programas de mejora desarrollados ya han permitido registrar dos cultivos (Guadajira y Gévora) resistentes a enfermedades endémicas o potencialmente peligrosas para este cultivo en las Vegas del Guadiana, como la actual legislación en materia de obtenciones vegetales no permite multiplicar ni comercializar en exclusividad las obtenciones registradas por organismos públicos, las empresas de semillas no muestran



interés por multiplicar y comercializar estos cultivares (Gragera y Rodríguez, 1999). Esto, unido a la falta de interés de las organizaciones de productores de tomate de industria por la multiplicación de éstos cultivares, debido a que éstos no han tenido un comportamiento realmente destacable en ensayos localizados en campos de cultivo comercial, hace que ninguno de los cultivares obtenidos se esté comercializando actualmente. A pesar de ello, varias de las empresas multinacionales del sector de semillas han mostrado interés para ensayar estos cultivares de modo privado, solicitando semilla de los cultivares Guadajira y Gévora.

Probablemente los materiales que se han obtenido a partir del programa de mejora de introducción de resistencia al TSWV, y los que se obtengan con el programa de introducción de la tolerancia a la metribucina, corran una suerte parecida a la de los cultivares Guadajira y Gévora, siendo sólo aprovechados indirectamente por las grandes multinacionales de semilla del tomate de industria.

Los resultados obtenidos a partir del programa de obtención de líneas de tomate de industria de alto contenido en sólidos solubles probablemente no van a poder ser aplicados directamente en el sector productor, pero su repercusión puede ser muy importante desde el punto de vista de la genómica y la mejora vegetal. Gracias al desarrollo de este programa, actualmente se dispone de una serie de materiales segregantes con un contenido en sólidos solubles notablemente superior al de los cultivares de tomate de industria comerciales. A partir de estos materiales se podrán obtener, simplemente por autofecundación, una serie de poblaciones que permitirán identificar, nítida y claramente, genes procedentes del genoma de *L. cheesmanii* que eleven el contenido en sólidos solubles. Una vez identificados este tipo de genes, su introgresión, asistida por marcadores moleculares, en cultivares comerciales de tomate de industria será relativamente rápida y sencilla, y permitirá obtener cultivares comerciales con un contenido en sólidos solubles elevado.

A pesar de que hasta hoy ninguno de los cultivares obtenidos con estos programas de mejora se están cultivando en parcelas comerciales, considerando que las empresas multinacionales de semillas dominan totalmente este suministro clave para el sector, el que un organismo público como el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico continúe obteniendo material vegetal que pueda ser utilizado de modo no exclusivo puede ser de gran utilidad a medio plazo. Observando lo que está ocurriendo en el sector de transformados de tomate, donde determinados segmentos del sector productor comienzan a tomar posiciones, no es descabellado pensar que en un futuro no muy lejano una parte del sector productor comience a mostrar interés por sectores de producción de suministros específicos tales como las semillas. Si esto ocurriera, esa parte del sector productor entraría en clara competencia con las empresas multinacionales de semillas, y probablemente tendría que recurrir a obtenciones públicas para iniciar sus propios programas de mejora.

## AGRADECIMIENTOS

El Dr. Ángel Rodríguez, que en 1992 era jefe del Departamento de Hortofruticultura, desarrolló la iniciativa para crear una línea de investigación en mejora genética de hortalizas. Una primera y muy importante ayuda para iniciar el proyecto provino del equipo de Mejora Vegetal de la Estación Experimental del CSIC de «La Mayoría», dirigido por el Dr. Jesús Cuartero. También han colaborado en el desarrollo del programa de mejora para la introducción de la resistencia al TSWV a través de proyectos coordinados: el

equipo de Mejora Vegetal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Valencia, dirigido por el catedrático Dr. Fernando Nuez; el equipo de virología del mismo centro, dirigido por la catedrática Dra. Concepción Jordá; el equipo de Mejora Vegetal del Centro de Investigaciones Agroalimentarias de Murcia, dirigido por el Ingeniero Agrónomo D. Joaquín Costa, y el Dr. Alfredo Lacasa del equipo de entomología del mismo centro.

Dentro del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico han participado en el proceso de selección de materiales resistentes a *Fusarium* y nematodos las Dras. Guadalupe Espárrago y María del Carmen Rodríguez. También han colaborado a la hora de llevar el cultivo en campo de los diversos ciclos de mejora, los Ingenieros Técnicos Agrícolas D. José Ángel González, D. Julián Tapias y D. Miguel Ángel Pereira.

Como se ha indicado anteriormente, gran parte de esta línea de Investigación hasta la fecha ha sido financiada con fondos INIA, proyectos SC-93-183-C3-2, SC-97-105-C5-03, SC99-011 y RTA01-022-C3-3, CICYT, proyectos AGF92-0456-C02-02 y AGF95-0023-C02-092, y PRI, proyecto IPR00A039.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMITOM (Association Méditerranéenne Internationale de la Tomate Transformée). 2000. Tomato processing in Spain. *Tomato News* 12(6): 6-8.
- AMITOM. 2001. World production: crop results for 2000 and forecasts for 2001. *Tomato News* 13(7-8): 3-7.
- ARAMBURU, J.; LAVIÑA, A.; GARCÍA, I.; MORIONES, E. 1994. Evolución temporal de la incidencia del virus del bronceado del tomate (TSWV) en cultivos tempranos de tomate al aire libre en la comarca del Maresme (Catalunya) durante la campaña de 1992. *Inv. Agrarias* 2 (Fuera de serie) 177-186.
- BAILEY, D. M. 1941. The seedling test method for root-knot-nematode resistance. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 573-575.
- BERNACCHI, D., BECK-BUNN, T., EMMATTY, D., ESHED, Y., INAI, S., LÓPEZ, J., PETIARD, V., SAYAMA, H., UHLIG, J., ZAMIR, D., TANKSLEY, S. D. 1998. Advanced backcross QTL analysis of tomato. II Evaluation of near-isogenic lines carrying single-donor introgressions for desirable wild QTL-alleles derived from *Lycopersicon hirsutum* and *L. pimpinellifolium*. *Theor. Appl. Genet.* 97: 170-180.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. 1996. Reglamento (CE) N.º 2201/96, del Consejo de 28 de octubre de 1996, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de productos transformados a base de frutas y hortalizas. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 297(21/11/96): 29-48.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. 2000. Reglamento (CE) N.º 2699/2000 del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, que modifica el Reglamento (CE) n.º 2200/96, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de las frutas y hortalizas, el Reglamento (CE) n.º 2201/96, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de productos transformados a base de frutas y hortalizas, y el Reglamento (CE) n.º 2202/96, por el que se establece un régimen de ayuda a los productores de determinados cítricos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 311(12/12/00): 9-16.
- CUARTERO, J., GRAGERA, J. ESPÁRRAGO, G. 1993. Cuajado de fruto y mantenimiento de la resistencia en variedades de tomate resistentes a nematodos cultivadas a alta temperatura. *Actas de Horticultura* 10: 1309-1314.

- CUARTERO, J., LÓPEZ, C., FERNÁNDEZ, R., RODRÍGUEZ, A., RODRÍGUEZ, M.C., ESPÁRAGO G., GRAGERA J., GONZÁLEZ J.A. 1996. Varieties of open-pollinating processing tomatoes with resistance to nematodes and *Fusarium*. Proceedings of the 1<sup>st</sup>. International Conference on the processing tomato, ASHS press, Alexandria, Virginia (EEUU) 174-177.
- DÍAZ, A. 2000. Las cuentas económicas de la agricultura en 1999 y algunas evoluciones durante el último decenio. En: La Agricultura y la Ganadería Extremeñas 2000. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Extremadura y Caja de Badajoz, Grafisur, Los Santos de Maimona (Badajoz): 67-88.
- DÍAZ, A., SÁNCHEZ, J. 2002. Las cuentas económicas de la agricultura en 2001. En: La Agricultura y la Ganadería Extremeñas 2001. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Extremadura y Caja de Badajoz, Indugrafic, S. L., Badajoz: 103-126.
- ESPÁRAGO, G., FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. ENCINA, C. L. 1994. Fiabilidad de la selección mediante detección del gen *Mi* de resistencia a *Meloidogyne* por electroforesis de *Aps-1* en tomate de industria. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 9(3): 341-346.
- ESQUINAS-ALCÁZAR, J., NUEZ, F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: El cultivo del tomate. Mundi-Prensa, Madrid: 15-42.
- FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R., GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, M. C., ESPÁRAGO, G., GONZÁLEZ, J. A., BÁGUENA, M., ENCINA, C. L., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 1999. «Guadajira» and «Gévora»: Open-pollinated, processing tomato cultivars resistant to Root-knot nematodes and *Fusarium* wilt. HortScience 34(2): 356-357.
- GARVEY, T. C., HEWITT, J. D. 1984. A survey of *Lycopersicon cheesmanii* for high soluble solids. TGC Report 34: 4-5.
- GEORGE, E. F. 1996. Plant propagation by tissue culture. Exegetics Ltd., Edington Wilts, England. 1361 pp.
- GONZÁLEZ, J. A., RODRÍGUEZ, A., TAPIA, J. 1997. Comportamiento de deux nouvelles varieties de tomate d'industrie obtenues en Estremadure. Tomato News 9 (12): 13-21.
- GRAGERA, J. 2002. Mejora del contenido en sólidos solubles del tomate para industria. Tesis Doctoral. Departamento de Biotecnología. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 187 pp.
- GRAGERA, J., PEREIRA, M. A., RODRÍGUEZ, A. 2001. Líneas de tomate de industria de polinización abierta resistentes al virus del bronceado (TSWV). Actas de Horticultura 35, 180-187.
- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., 1999. Mejora genética del tomate de industria en Extremadura. En 15 Temas de I + D Agrario en Extremadura.
- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 1994. Herencia de algunos caracteres de calidad del fruto en el tomate de industria. Actas de Horticultura 12: 34-40.
- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 1998. Mejora en la evaluación fenotípica de los sólidos solubles en un RC<sub>2</sub> de *Lycopersicon esculentum* × *L. cheesmanii* mediante el análisis de varias plantas de cada genotipo. Actas de Horticultura 22: 57-63.
- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 1999. Genotypic and environmental variation in a BC<sub>2</sub> of *L. esculentum* × *L. cheesmanii* for soluble solids and for yield characters. Acta Hort. 487: 307-312.

- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 2002. Desarrollo de un programa de mejora del contenido en sólidos solubles del tomate de industria. *Actas de Horticultura* 34: 415-420.
- GRAGERA, J., RODRÍGUEZ, A., CUARTERO, J. 2003a. Estudio de la herencia del °Brix en cruzamientos de tomate y en cruzamientos entre tomate y *Lycopersicon cheesmanii* f. *minor*. *Actas de Horticultura* 39: 140-141.
- GRAGERA, J., SOLER, S., DÍEZ, M.J., CATALÁ, M.S., RODRÍGUEZ, M.C., ESPÁRRAGO, G., ROSELLÓ, S. COSTA, J. RODRÍGUEZ, A., NUEZ, F. 2003b. Evaluation of some processing tomato lines with resistance to *Tomato spotted wilt virus* for agricultural and processing characters. *Spanish Journal of Agricultural Research* 1(4). En prensa.
- HAANSTRA, J.P.W., WYE, C., VERBAKEL, H., MEIJER-DEKENS, F., VAN DEN BERG, P., ODINOT, P., VAN HEUSDEN, A.W., TANKSLEY, S.D., LINDHOUT, P., PELEMAN, J. 1999. An integrated high-density RFLP-AFLP map of tomato based on two *Lycopersicon esculentum* × *L. pennellii* F<sub>2</sub> populations. *Theor. Appl. Genet.* 99: 254-271.
- IVTPA (Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli). 1991. Measurement of the quality of tomatoes: Recommendations of an EEC working group. P. Eccher Zerbini, F. Gorini, A. Polesello, I.S.V.T.P.A. 35 pp.
- JORDA, C. 1996. Incidencia de las virosis. *Hortofruticultura* 74, 41-42.
- MONFORTE, A.J., TANKSLEY, S.D. 2000. Fine mapping of a quantitative trait locus (QTL) from *Lycopersicon hirsutum* chromosome 1 affecting fruit characteristics and agronomic traits: breaking linkage among QTLs affecting different traits and dissection of heterosis for yield. *Theor. Appl. Genet.* 100: 471-479.
- PATERSON, A.H., DAMON, S., HEWITT, J.D., ZAMIR, D., RABINOWITCH, H.D., LINCOLN, S.E., LANDER, E.S., TANKSLEY, S.D. 1991. Mendelian factor underlying quantitative traits in tomato: Comparison across species, generations and environments. *Genetics* 127: 181-197.
- PATERSON, A.H., DEVERNA, J.W., LANINI, B., TANKSLEY, S.D. 1990. Fine mapping of quantitative trait loci using selected overlapping recombinant chromosomes, in an interspecies cross of tomato. *Genetics* 124: 735-742.
- RICK, C.M. 1974. High soluble-solids content in large-fruited tomato lines derived from a wild green-fruited species. *Hilgardia* 42: 493-510.
- RODRÍGUEZ, A., BASELGA, J., PRIETO, H., GARCÍA, M.I. 1993a. Influencia de la dosis de riego y de la fertilización nitrogenada sobre la producción de tomate para concentrado. *Actas de Horticultura* 10: 1085-1090.
- RODRÍGUEZ, A., CALDERÓN, F. 1982. Ensayo de variedades de tomate para industria en bloques diseminados. *Información Técnica* 96. Servicio de Extensión Agraria, Centro Regional (Badajoz). 25 pp.
- RODRÍGUEZ, A., CALDERÓN, F. 1984. Ensayo de variedades de tomate para industria en grandes parcelas 1983-1984. En: *Información Técnica* 108. Servicio de Extensión Agraria, Centro Regional (Badajoz): 45-57.
- RODRÍGUEZ, A., GONZÁLEZ, J.A., 1984. Ensayo de variedades de tomate de industria con siembra directa y recolección única 1984. En: *Información Técnica* 108. Servicio de Extensión Agraria, Centro Regional (Badajoz): 11-22.
- RODRÍGUEZ, A., GONZÁLEZ, J.A., CUARTERO, J., GÓMEZ, A. 1992. Informe final del proyecto 9.007: Técnicas de cultivo y calidad en el tomate de industria. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIA), Finca La Orden (Badajoz). 140 pp.

- RODRÍGUEZ, A., GONZÁLEZ, J.A., GÓMEZ, A. 1995a. Evaluación de variedades de tomate para concentrado en Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura, Secretaría General Técnica, Badajoz. 107 pp.
- RODRÍGUEZ, A., PRIETO, H., BASELGA, J., LAVADO, M. 1993b. Influencia de la dosis de riego y de la fertilización nitrogenada sobre la calidad industrial y la composición mineral de los frutos de tomate para concentrado. *Actas de Horticultura* 10: 1098-1103.
- RODRÍGUEZ, A., RODRÍGUEZ, M.C., ESPÁRAGO, G., GRAGERA, J., GONZÁLEZ, J.A., CUARTERO, J., LÓPEZ, C., FERNÁNDEZ, R., BÁGUENA, M. 1996. «Guadajira» y Gévora»: Dos variedades de tomate de industria de polinización abierta resistentes a nematodos (*Meloidogyne spp.*). *Actas de Horticultura* 14: 13-20.
- RODRÍGUEZ, A., RUIZ, M. 1982. Ensayos y demostraciones sobre el cultivo del tomate de industria. Campaña 1981. Información Técnica 79. Servicio de Extensión Agraria, Centro Regional (Badajoz). 63 pp.
- RODRÍGUEZ, M.C., TELLO, J., CUARTERO, J. 1995. Variations in response of a number of tomato genotypes inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2. *Acta Horticulturae* 412: 515-522.
- ROSELLÓ, S., DÍEZ, M.J., NUEZ, F. 1996. Viral disease causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. the Tomato spotted wilt virus (TSWV) — a review. *Sci. Hortic.* 67, 117-121.
- ROSELLÓ, S., NUEZ, F. 1999. Estado actual de la lucha contra el virus del bronceado en el tomate. *Vida Rural* 90, 48-52.
- ROSELLÓ, S., SOLER, S., RAMBLA, J.L., RICHARTE, C., DÍEZ, M. J., NUEZ, F., 1999. New sources for high resistance of tomato spotted wilt virus from *Lycopersicon peruvianum*. *Plant Breed.* 118, 425-429.
- SALIBA-COLOMBANI, V., CAUSSE, M., GERVAIS, L., PHILOUZE, J. 2000. Efficiency of RFLP, RAPD, and AFLP markers for the construction of an interespecific map of the tomato genome. *Genome* 43: 29-40.
- SANTIAGO, R., MORENO, J.J., RODRÍGUEZ, A., VERDEJO, E. 1997. Presencia del virus del bronceado del tomate (TSWV) en el cultivo del tabaco. *Bol. San. Veg. Plagas* 23: 167-175.
- SOLER, S., DÍEZ, M.J., NUEZ, F. 1998. Apparent recovery in two *Lycopersicon hirsutum* accessions infected by tomato spotted wilt virus (TSWV). *Tomato Genetics Cooperative Report* 48, 46-47.
- ST. CLAIR, D. 1995. United States: Breeding and genetics of processing tomatoes. *Tomato News* 7: 30-95.
- STEVENS, M.R., SCOTT, S.J., GERGERICH, R.C. 1991. Inheritance of resistance to tomato spotted wilt virus in a *Lycopersicon esculentum* cultivar. *HortScience* 26(6): 781.
- STEVENS, M.R. SCOTT, S.J., GERGERICH, R.C. 1992. Inheritance of a gene for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. *Euphytica* 59, 9-17.
- TANKSLEY, S.D., GRANDILLO, S., FULTON, T.M., ZAMIR, D., ESHED, Y., PETIARD, V., LÓPEZ, J., BECK-BUNN, T. 1996. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium*. *Theor. Appl. Genet.* 92: 213-224.
- TANKSLEY, S.D., HEWITT, J. 1988. Use of molecular markers in breeding for soluble solids content in tomato - a re-examination. *Theor. Appl. Genet.* 75: 811-823.
- TRIANO, S.R., ST. CLAIR, D.A. 1995. Processing tomato germplasm with improved fruit soluble solids content. *HortScience* 30: 1477-1478.

Tabla 1

PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CARACTERES DE CALIDAD DEL FRUTO DE LOS CULTIVARES GUADAJIRA Y GÉVORA, DE SUS PARENTALES FM-6203 Y CENTURIÓN, Y DE LOS CULTIVARES HÍBRIDOS COMERCIALES SOPRANO Y SUAN. MEDIAS  $\pm$  ERRORES ESTÁNDAR DE SEIS ENSAYOS REALIZADOS EN 1995, 1996 Y 1997

Cultivar	Prod. comercial (t/ha <sup>-1</sup> )	°Brix	Color (a/b)	pH
Guadajira . . . . .	85 $\pm$ 16	5,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,10
Gévora . . . . .	71 $\pm$ 18	5,5 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,11
FM-6203 . . . . .	83 $\pm$ 17	5,3 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,1	4,20 $\pm$ 0,12
Centurión F <sub>1</sub> . . . . .	87 $\pm$ 13	5,4 $\pm$ 0,6	2,4 $\pm$ 0,1	4,23 $\pm$ 0,07
Soprano F <sub>1</sub> . . . . .	89 $\pm$ 27	5,1 $\pm$ 0,4	2,3 $\pm$ 0,1	4,20 $\pm$ 0,14
Suan F <sub>1</sub> . . . . .	89 $\pm$ 27	5,1 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 0,1	4,24 $\pm$ 0,21

Tabla 2

PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CARACTERES DE CALIDAD DEL FRUTO DE SEIS CULTIVARES DE TOMATE DE INDUSTRIA RESISTENTES A TSWV, DE SUS PARENTALES RECURRENTES FM-6203 (DE LOS CULTIVARES D), H-324-1 (DE LOS CULTIVARES E) Y PEELMECH (DE LOS CULTIVARES F), Y DEL CULTIVAR HÍBRIDO COMERCIAL EARLY NEMAPRIDE. MEDIAS  $\pm$  ERRORES ESTÁNDAR DE CINCO ENSAYOS REALIZADOS EN 2000 Y 2001

Cultivar	Prod. comercial (t/ha <sup>-1</sup> )	°Brix	Color (a/b)	pH
D-2-1-12-6 (Limonetes) . . . . .	75 $\pm$ 8	5,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,10
D-2-1-12-15 . . . . .	77 $\pm$ 6	5,5 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,11
E-2-5-1-8 . . . . .	77 $\pm$ 13	5,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,10
E-2-5-1-14 . . . . .	72 $\pm$ 11	5,5 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,11
F-11-7-2-8 . . . . .	77 $\pm$ 6	5,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,10
F-11-7-2-16 . . . . .	80 $\pm$ 6	5,5 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,1	4,22 $\pm$ 0,11
FM-6203 . . . . .	76 $\pm$ 2	5,3 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,1	4,20 $\pm$ 0,12
H-324-1 . . . . .	86 $\pm$ 33	5,4 $\pm$ 0,6	2,4 $\pm$ 0,1	4,23 $\pm$ 0,07
Peelmech . . . . .	78 $\pm$ 10	5,1 $\pm$ 0,4	2,3 $\pm$ 0,1	4,20 $\pm$ 0,14
Early Nemapride F <sub>1</sub> . . . . .	83 $\pm$ 1	5,1 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 0,1	4,24 $\pm$ 0,21

Tabla 3

NÚMERO DE PLANTAS (N), °BRIX ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR, PESO DEL FRUTO (P. FRUTO), PRODUCCIÓN EN KG POR PLANTA (PROD.), TIPO DE PLANTA (T. PL.) Y CALIFICACIÓN AGRONÓMICA GLOBAL (CAL. AGR.), DE LAS GENERACIONES SEGREGANTES SUS SELECCIONES (SEL.) DURANTE LOS CICLOS DE MEJORA DE 1994 A 2003. JUNTO AL °BRIX DE CADA GENERACIÓN Y SELECCIÓN SE INDICA ENTRE PARÉNTESIS EL °BRIX ALCANZADO POR «UC-204» EN EL MISMO CICLO DE CULTIVO

	n	°Brix	P. fruto	Prod.	T. pl.	Cal. agr.
RC <sub>1</sub> (1994) . . . . .	57	8,1 ± 1,1 (6,2)	20,7 ± 8,4	—	(1)	—
RC <sub>1</sub> sel. (1994) . . . . .	4	10,3 ± 0,7 (6,2)	18,3 ± 4,2	—	—	—
IC <sub>1</sub> (1995) . . . . .	166	6,9 ± 0,8 (4,6)	28,3 ± 8,2	—	—	—
IC <sub>1</sub> sel. (1995) . . . . .	5	8,5 ± 0,9 (4,6)	17,3 ± 7,93	—	—	—
RC <sub>2</sub> (1997)* . . . . .	54	5,7 ± 0,4 (4,9)	46,1 ± 9,7	6,6 ± 1,3	—	—
RC <sub>2</sub> sel. (1997) . . . . .	10	6,2 ± 0,2 (4,9)	38,1 ± 5,9	7,3 ± 0,6	—	—
⊗ (1998) . . . . .	146	5,9 ± 0,8 (4,6)	32,1 ± 12,8	3,1 ± 2,1	—	—
⊗ sel. (1998) . . . . .	10	6,7 ± 0,2 (4,6)	32,7 ± 7,2	4,1 ± 0,2	—	—
⊗⊗ (1999) . . . . .	169	6,4 ± 0,8 (4,9)	48,8 ± 16,3	—	2,7 ± 0,7	2,2 ± 0,6
⊗⊗ sel. (1999) . . . . .	19	7,0 ± 0,7 (4,9)	53,3 ± 14,6	—	3,4 ± 0,7	2,3 ± 0,3
IC <sub>2</sub> (2000) . . . . .	79	7,2 ± 0,8 (4,8)	41,5 ± 9,2	—	3,4 ± 0,7	2,7 ± 0,8
IC <sub>2</sub> sel. (2000) . . . . .	4	8,2 ± 0,5 (4,8)	40,7 ± 4,6	—	3,3 ± 0,6	3,3 ± 0,3
RC <sub>3</sub> (2001) . . . . .	166	4,9 ± 0,3 (4,3)	71,8 ± 8,5	12,7 ± 3,3	5,0	2,5 ± 0,5
RC <sub>3</sub> sel. (2001) . . . . .	19	5,5 ± 0,1 (4,3)	63,3 ± 5,9	12,5 ± 3,3	5,0	2,0 ± 0,0
⊗⊗⊗ (2002) . . . . .	198	5,4 ± 0,1 (4,9)	78,2 ± 8,3	—	5,0	2,3 ± 0,9
⊗⊗⊗ sel. (2002) . . . . .	19	7,0 ± 0,7 (4,9)	62,5 ± 4,6	14,0 ± 3,9	5,0	3,5 ± 0,3
IC <sub>3</sub> (2003**) . . . . .	276	6,7 (4,5)	58	—	5,0	—

\* A partir de 1997 se sustituyó la evaluación de individuos por la evaluación de clones.

\*\* Avance de resultados.