

Azúcar y virus en tomate

Ingeniería genética del tomate en el NIVOT, Japón

“ El tomate es uno de las principales especies hortícolas en Japón y se le cultiva a lo largo de todo el año, ya sea protegido o al aire libre. La producción del país es de 710.000 toneladas al año (1992). La mayor parte se consume en fresco, mientras que las cantidades industrializadas son muy bajas (68.000 toneladas/año). La mayor parte del tomate procesado se importa de Turquía, Italia, Chile y China. Para consumo en fresco, los japoneses han referido tradicionalmente los tomates de color rosado y tamaño grande. En los últimos años comenzaron a valorar los tomates con un mayor contenido en azúcares. «Momotaro» es un cultivar introducido por la compañía **Takii Seed**, con un mayor contenido de azúcares y ha sido una variedad líder en el mercado para fresco. Dado que los tomates se cultivan en zonas limitadas, varias enfermedades del suelo constituyen problemas serios en Japón. Es el caso del marchitamiento bacteriano y del marchitamiento provocado por *Fusarium*. Algunas compañías de semillas del país son muy activas en el cruzamiento de cultivares de tomate para el mercado en fresco. El Instituto Nacional de Investigación en Hortalizas, Plantas Ornamentales y Té (en inglés, **NIVOT**) también se ocupa de la mejora en cultivares de tomate para fresco y para industria. Los desa-

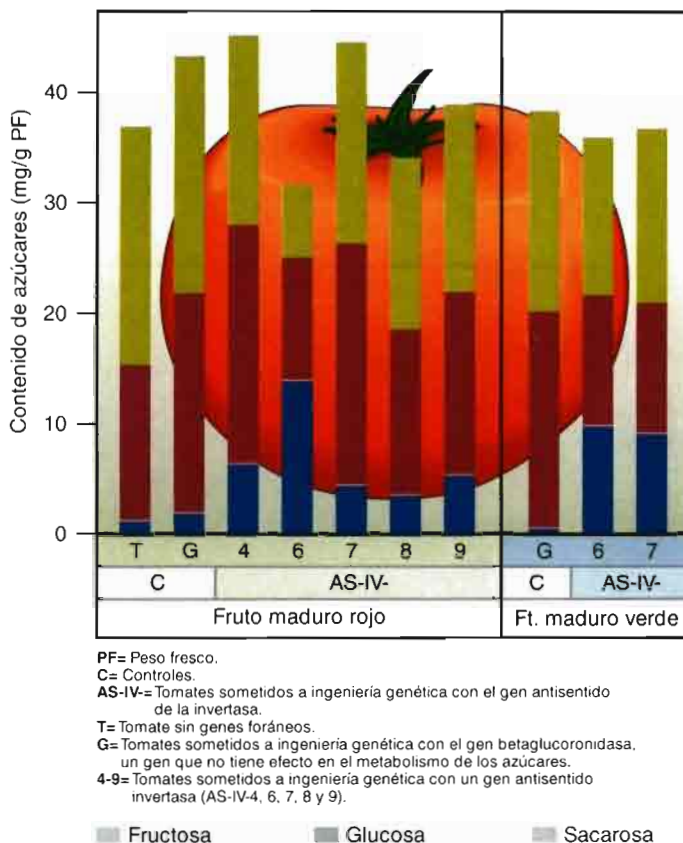
rollos recientes en el terreno de la biología molecular muestran las posibilidades de la aplicación de biotecnología a la mejora de esta especie. Una de las posibilidades es la introducción de genes externos mediante ingeniería genética. La otra es la nueva técnica de hibridación utilizando el polimorfismo del ADN (ácido desoxirribonucleico) como marca-

dor genético para realizar la selección.

Nosotros tratamos de cambiar la composición en azúcares del tomate mediante ingeniería genética. Los principales azúcares de los frutos de tomate son glucosa y fructosa, a diferencia de la mayoría los demás, tales como manzana, pera, naranja y fresa, que contienen también sacarosa, además de glucosa

y fructosa. Algunos de los parientes del tomate, dentro del mismo género botánico, tienen también sacarosa como azúcar principal y muestran un alto nivel de azúcares totales. La diferencia se estima que estriba en la alta actividad de la enzima invertasa en el proceso de maduración del fruto de tomate. Esta enzima degrada la sacarosa, dando lugar a glucosa y fructosa. Nuestro objetivo temporario es la supresión de la actividad de la invertasa mediante ingeniería genética. Se sabe que el gen antisentido, es decir, el gen que provoca el proceso inverso, es capaz, en muchos casos, de inhibir la expresión del gen original. Por lo tanto, lo que hicimos fue construir un gen que tuviese invertida la secuencia de bases que regula la producción de la invertasa, e introducirlo en tomate utilizando un sistema mediado por *Agrobacterium*, modificado. *Agrobacterium* es un patógeno pero se sabe que es capaz de transferir una parte de sus genes al genoma de una planta. Después de seleccionar el tejido vegetal tratado, obtuvimos finalmente varios ejemplares de tomate que tenían incorporado el gen antisentido de la invertasa. Algunos de ellos se transplantaron a macetas y se les cultivó en un invernadero diseñado especialmente para plantas sometidas a ingeniería genética. Estas plantas crecieron y fructificaron normalmente, sin que se observaran aspectos anormales en los frutos. La actividad invertasa en las hojas fue algo más restringida. Cuando los frutos se volvieron rojos, la diferencia fue más notoria. La actividad invertasa en los frutos maduros y en estado rojo de las plantas control,

Figura 1:
Contenido de azúcares en tomates maduros de color rojo y de color verde



es decir, las que no habían sido sometidas a ingeniería genética, aumentó mucho, tal como constataron muchos investigadores. Mientras tanto, la actividad en los frutos en igual estado de maduración de las plantas sometidas a ingeniería no mostró ningún aumento. La actividad fue menor a una centésima parte que la de las plantas control. El contenido en sacarosa de los frutos control fue muy bajo, tal como lo describen numerosos autores. En las plantas sometidas a ingeniería, el contenido de sacarosa aumentó marcadamente. En el tomate más notorio (AS-IV-6), el contenido en sacarosa alcanzó más de la mitad del contenido total de azúcares (ver figura adjunta). Estos resultados indican que la invertasa en los tomates en maduración es uno de los principales factores que condicionan la composición de los azúcares, y que esta composición puede cambiarse fácilmente mediante ingeniería genética. El efecto de esta técnica en el contenido total de azúcares es también muy interesante. Sin embargo, los presentes datos fueron obtenidos en experimentos utilizando plantas cultivadas en maceta en un invernadero, y se sabe que el contenido total de azúcares varía con el suministro de agua. Son necesarios, por tanto, estudios de campo más detallados. Si los efectos se mantienen, estos tomates serían utilizados para hibridar con otros cultivares de esta especie.

El empleo de genes de virus actuando ellos mismos como genes de resistencia es uno de los tópicos de la biotecnología reciente. En tomate o especies emparentadas se han detectado cierto número de genes de



Tomates resistentes al CMV hibridados mediante ingeniería genética. A la dcha. de la imagen, tomate control, sin genes foráneos, mostrando síntomas severos del virus del mosaico del pepino (CMV). A la izq., tomate con un gen de cubierta proteica del CMV, sin síntomas. Ambas plantas habían sido inoculadas con 100 µg/ml de CMV purificado.

resistencia a varios patógenos y han sido incorporados al tomate mediante hibridación convencional. Sin embargo, no se ha encontrado ningún gen de resistencia al virus del mosaico del pepino (CMV) en tomate ni en sus parientes y, por tanto, no existen cultivares resistentes. Este virus es transferido por áfidos. Para prevenir la difusión de la enfermedad los productores deben aplicar insecticidas. En Japón, el **Centro Nacional de Investigación en Agricultura** (en inglés,

NARC), de Tsukuba, aisló un gen del mismo CMV, un gen con cápsula proteica, y en el **NIVOT** se incorporó al tomate utilizando *Agrobacterium*. De las plantas resultantes seleccionamos las resistentes al CMV. Después de infestar artificialmente con el virus, las plantas control, sin gen CMV, mostraron síntomas severos, mientras que las plantas sometidas a ingeniería genética no mostraron síntomas (véase foto adjunta). Este tomate puede ser útil para hibridar por resistencia al CMV

y esos cultivares permitirán reducir la cantidad de pesticidas necesaria para cultivar tomates. Las regulaciones de nuestro gobierno para la ingeniería genética indican que estas plantas deberán ser ensayadas para comprobar su falta de peligrosidad respecto al medio ambiente, antes que puedan cultivarse en campo. Actualmente el tomate resistente al CMV está bajo examen respecto a su seguridad medioambiental.❧

“ En Japón, el Centro Nacional de Investigación en Agricultura (NARC), aisló un gen del virus del mosaico del pepino (CMV). El Instituto Nacional de Investigación en Hortalizas, Plantas Ornamentales y Té (NIVOT), también de ese país, lo incorporó al tomate utilizando *Agrobacterium*. ”

MASASHI HIRAI
Investigador del Dpto. de Mejora Hortícola del Instituto Nacional de Investigación en Hortalizas, Plantas Ornamentales y Té (en inglés, NIVOT)
Ano, Mie, 514-23, Japón
Traducción:
ALICIA NAMESNY