

## ¡VAYA TOMATE!

La comercialización de los productos agrícolas, sobre todo los frutos y verduras, tropieza frecuentemente con las dificultades de su rápida maduración, así como de los tiempos necesarios para su recolección, envío y venta a los consumidores finales.

Todo ello hace que, usualmente, se recolecten cuando aún no han alcanzado el grado de madurez óptimo para mostrar sus mejores características organolépticas de sabor, textura, fragancia, etc., sometiéndolos después a una maduración artificial con sustancias tales como el gas etileno.

Los tomates constituyen un ejemplo típico de ello cuando se pretende venderlos en lugares lejanos a los de producción, ya que durante su proceso normal de manipulación se incrementa mucho la actividad de una enzima poligalacturonasa, hidrolizante de pectinas (sustancia que incrementa la consistencia). La enzima poligalacturonasa rompe las paredes celulares, lo que provoca un veloz ablandamiento de los frutos, que pronto pierden su valor comercial. Por ello, los científicos pensaron en la solución de poder reducir la expresión normal del gen que codifica a la enzima poligalacturonasa, con la esperanza de que ello haría más lenta la maduración del tomate, ganando el producto en sabor y favoreciendo su mejor comercialización.

Lo consiguieron y fue el primer ejemplo demostrativo de las posibilidades de estas técnicas biotecnológicas. Puede tener interés recordar como se realizó ese primer logro biotecnológico y qué sucedió con el mismo.

**FLAVR SAVR.** Fue tras casi 10 años de investigación, desarrollo y dificultades burocráticas para obtener los permisos correspondientes de las autoridades. La compañía Calgene Inc. de California comenzó a comercializar unos tomates **Flavr Savr** que fueron los primeros alimentos transgénicos de la historia de la humanidad, es decir, genéticamente alterados por medio de las nuevas biotecnologías de la ingeniería genética. Las plantaciones se realizaron en México, California y Florida. La recolección comenzó en marzo del año 1994 simultáneamente con la conclusión del proceso definitivo de aprobación oficial. A favor de los nuevos tomates biotecnológicos se aducía que la textura más firme permite que su vida comercial tras la recolección se alargue una semana más, así como que sus características organolépticas resultan comparativamente mejoradas respecto a las de los tomates normales.

Éstos tomates transgénicos se diferencian de los normales (*Lycopersicon esculentum*) en la introducción de dos nuevos genes, ausentes en éstos. El primer gen, bautizado como Flavr Savr realmente es un antígeno o gen antisentido con respecto al gen normal de la poligalacturonasa. El camino recorrido para obtenerlo se inició con el aislamiento en células de tomate del gen normal, codificador de la enzima poligalacturonasa. A continuación se secuenciaron las bases de su ADN, lo que permitió su conocimiento íntegro molecular. Una vez conocida esa secuencia, en el laboratorio se procedió a sintetizar el Flavr Savr, un fragmento de ADN antisentido con respecto al gen normal. Ello significa que posee una orientación contraria y una secuencia complementaria respecto a una porción del gen fisiológico, de modo que el producto de esta especie de antígeno sintético, es decir, su ARN mensajero, es complementario y se une al ARN mensajero

correspondiente al gen normal de la enzima poligalacturonasa. Al bloquearlo impide su expresión fisiológica, es decir, anula la síntesis de la enzima. Una vez obtenido el Flavr Savr se insertó en el interior de una región específica del ADN del plásmido T1. Este plásmido es muy utilizado para procurar insertar secuencias de ADN en el genoma de plantas dicotiledóneas, ya que el plásmido se integra fácilmente en la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, una bacteria normal del suelo, que con el plásmido adquiere virulencia, con lo que queda capacitada para infectar a las células vegetales.

En el caso comentado lo que se hizo fue cultivar células vegetales normales de tomate junto a la bacteria que contenía el plásmido dotado con el gen Flavr Savr, con lo que se consiguió, en un cierto número de casos, que este gen quedase insertado en el genoma de las células de tomate. Estas células, tras cuidadoso cultivo, dieron lugar a las plantas correspondientes, cultivadas en invernadero, cuyos tomates proporcionaron semillas que se utilizaron en posteriores generaciones de plantaciones de tomates transgénicos.

**KANAMICINA.** Respecto al otro gen agregado, se trata de un gen que codifica la síntesis de una proteína que confiere resistencia al antibiótico kanamicina, que es letal para las plantas normales de tomate. Con la introducción de ese gen de resistencia, de modo análogo al otro gen previamente introducido, los investigadores disponían de una herramienta para diferenciar en sus primeras etapas de desarrollo las células transgénicas de las que no consiguen serlo. Efectivamente, ya que bastaba con someter a todas ellas a la kanamicina, con lo que las células no recombinantes, no transgénicas, mueren y las recombinantes sobreviven.

Precisamente las principales voces críticas respecto a estas experiencias se han elevado arguyendo la posibilidad de que este gen de resistencia a la kanamicina pudiese pasar a los humanos, con lo que ya no sería posible utilizar terapéuticamente este antibiótico. En todo caso no quedan dudas de que el gen y la proteína codificada por el mismo, quedan totalmente destruidos e hidrolizados durante el proceso digestivo normal. A lo largo del proyecto se realizaron numerosos estudios comparativos de los tomates normales y transgénicos, dando resultados totalmente coincidentes respecto a sus constituyentes nutricionales (proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales) y caracteres complementarios (tomatina, color, requisitos de cultivo, etc.). La inserción de los genes Flavr Savr en el genoma celular del tomate, lo que originó fue que el nivel de la enzima poligalacturonasa fuese menor del 1% respecto al existente en tomates normales, con lo que se incrementó la dureza y viscosidad de los tomates y se retrasó el ablandamiento.

Por otra parte los tomates biotecnológicos resultaron ser más resistente frente a la infección por hongos y carecieron de efectos negativos en todas las experiencias de alimentación realizadas con animales. Con ello parece culminó un camino iniciado más de una década antes, con ensayos de campo durante más de un quinquenio. Con ese logro obtenidos se posibilitó la existencia de otros alimentos biotecnológicos transgénicos cuya presencia pudiera ser normal en los supermercados como lo es la de otros productos como el yogur, la leche, los vinos o los lácteos. Estos, desde hace siglos, se vienen obteniendo con el concurso de técnicas que hoy clasificados como biotecnológicas clásicas, es decir, sin que alteren las características genéticas.

Sin embargo, aunque la batalla científica se logró brillantemente, no ocurrió lo mismo con respecto a su aceptación pública, por lo que al éxito científico no le correspondió el comercial, aunque siempre quedará la fecha de 1994 como la del inicio de los alimentos transgénicos.

En concreto, los altos costos de producción y la inexperiencia de la compañía en el cultivo y manipulación de los tomates, condujo a la aparición de problemas económicos, la empresa fue comprada por Monsanto y los tomates Flavr Savr desaparecieron de las estanterías de los supermercados en el año 1997, a los 3 años de su lanzamiento comercial.