

# Control de patógenos en el Mediterráneo

(I PARTE)

HENRI LATERROT<sup>1</sup>, JESUS CUARTERO<sup>2</sup>

1. Station d'Amélioration des Plantes Maraichères, INRABP, 94, 84143 Montfavet, Francia 2. Estación Experimental La Mayora, CSIC, 29750 Algarrobo-Costa, Málaga.



El tomate constituye uno de los cultivos tradicionales de los regadíos de la cuenca mediterránea donde, debido a la benignidad del clima, sus ciclos se solapan y durante todo el año se pueden encontrar cultivos. Esta intensidad de explotación es muy favorable para la perpetuación de patógenos y para el arraigo de otros nuevos lo que ha dado lugar a que se hayan descrito una gran cantidad de patógenos (véase la revisión de Blancard, 1990) algunos de los cuales causan graves daños en determinadas condiciones de cultivo.

**Especies silvestres de *Lycopersicon* cercanas al tomate utilizadas en mejora.**

Foto A. Moretti.

Además de los patógenos establecidos ya de antiguo en el área mediterránea, una serie de «nuevos patógenos» han causado graves pérdidas en fechas más recientes. Entre ellos cabe citar al hongo de suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* que ha afectado a cultivos protegidos, especialmente a los que se realizan sin suelo; al virus de la hoja en forma de cuchara (tomato yellow leaf curl virus) que ha extendido su área tradicional de ataque; al virus del bronceado (tomato spotted wilt virus) cuyos ataques son ahora más frecuentes y más



Prueba de resistencia a dos razas de *Fusarium* vascular en una variedad susceptible a las dos razas (+), en otra resistente a una (I) y en otra resistente a las dos (I-2). Foto H. Laterrot. Síntomas de *Pyrenochaeta* en una variedad susceptible (Monalbo) y en otra parcialmente resistente (Moboglan). Foto H. Laterrot.

severos; y a los minadores de hojas del género *Liriomyza*, que han pasado a tener estatus de permanentes en los cultivos protegidos.

La mayoría de las resistencias

genéticas utilizadas en tomate son monogénicas y dominantes, provienen de especies silvestres relacionadas con el tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum*) y han probado su efectivi-

dad en cultivares comerciales (Laterrot, 1990). El número de resistencias genéticas contra patógenos incorporadas en los cultivares de tomate aumenta sin cesar, así, muchos de los híbridos utilizados hoy en cultivo protegido presentan resistencias efectivas hasta contra siete patógenos.

Nos proponemos en estos dos artículos repasar críticamente desde el punto de vista de su efectividad en cultivos comerciales, las resistencias presentes ya en cultivares comerciales y las expectativas que, en base a la investigación mundial, podemos tener para los problemas aún no resueltos.

### Resistencias presentes en cultivares comerciales de tomate

Los diez patógenos que se indican en el Cuadro 1 pueden ser controlados hoy, en mayor o menor grado, mediante resistencias genéticas introducidas en cultivares comerciales. La efectividad de esas resistencias varía ampliamente debido a que los genes de resistencia pueden expresarse unos más fuertemente que otros (resistencias parciales o totales) y también a que unos genes son capaces de resistir nuevos patotipos más virulentos, mientras que otros son sobrepasados por ellos (resistencias estables o inestables en el tiempo).

### La mayoría de las resistencias genéticas utilizadas en tomate son monogénicas y dominantes, provienen de especies silvestres relacionadas con el tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum*) y han probado su efectividad en cultivares comerciales

Los mejoradores han prestado especial atención a los tomates cultivados bajo protección en comparación a los del aire libre porque los ataques en aquellos suelen ser más frecuentes y severos, y porque pueden pagar mejor la mejora genética realizada (precio más alto de las semillas) debido a su mayor productividad potencial. No obstante los cultivares para aire libre pueden también beneficiarse de la investigación realizada pensando en el

cultivo protegido porque, una vez pagado el coste de la investigación por los cultivares desarrollados para cultivo protegido, podrían introducirse las resistencias en los cultivares para aire libre de modo rutinario y barato.

La resistencia a *Verticillium dahliae* es debida a un gen dominante, es conocida de antiguo y se ha introducido en multitud de variedades e híbridos. Hasta el momento se ha comportado bien en campo y no se han presentado problemas graves de verticilosis en cultivares de tomate que tuvieran el gen Ve.

La fusariosis vascular producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) ha sido un problema en los cultivos de tomate de la cuenca mediterránea. Primero se introdujo resistencia al patotipo 0 mediante el gen dominante I y luego al patotipo 1 por el gen I-2. En condiciones de laboratorio ambos patotipos pueden colonizar plantas con sus respectivos genes de resistencia, pero en condiciones de campo esa colonización no suele pasar de alguna necrosis y en ningún caso ha llegado a producir pérdidas económicas importantes. Se ha descrito un tercer patotipo, el 2, que sobrepasa la resistencia de los dos genes anteriores. Ese patotipo aún no se ha encontrado en la cuenca mediterránea pero

### Los mejoradores prestan especial atención a los tomates cultivados bajo protección en comparación a los del aire libre porque los ataques en aquellos suelen ser más frecuentes y severos, y porque pueden pagar mejor la mejora genética realizada

en un plazo más o menos corto es probable que aparezca. Ojalá para entonces dispongamos ya de cultivares con el gen I-3 que ofrece protección al patotipo 2.

Muchos híbridos para cultivo bajo invernadero llevan resistencia a *Cladosporium fulvum* (*Fulvia fulva*). Este hongo del follaje evoluciona rápidamente produciendo nuevos patotipos cuando se cultivan tomates que portan resistencia contra él. Al menos

## Cuadro 1: Patógenos que se pueden controlar por resistencias genéticas y frecuencia con que aparecen esas resistencias en los cultivares utilizados en la cuenca mediterránea

Patógenos	Genes	Frecuencia (1) de resistencia
Hongos		
<i>Verticillium dahliae</i>	Ve	+++++
<i>Fusarium ox. f. sp. lycopersici</i>		
patotipo 0 (ex 1)	I	+++++
patotipo 1 (ex 2)	I-2	++++
<i>Fusarium ox. f. sp. radidis lycopersici</i>	Frl	++
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	pyl	+
<i>Cladosporium fulvum</i>	Cf..(serie)	+++
<i>Stemphylium</i> spp.	Sm	+++
<i>Phytophthora infestans</i>	Ph-2	+
Bacterias		
<i>Pseudomonas tomato</i>	Pto	+
Virosis		
TMV	Tm-2 <sup>2</sup>	+++
Nematodos		
<i>Meloidogyne</i> spp.	Mi	++++

(1) + (= poco frecuente) +++++ (= muy frecuente)



Prueba de resistencia a mildiu. Síntomas en una variedad susceptible y en otra parcialmente resistente. Foto H. Laterrot.

8 patotipos están presentes en la cuenca mediterránea. Con la introducción de los híbridos resistentes señalados como «C 5» la situación parece haberse estabilizado y no se han detectado en ellos ataques graves del hongo, no obstante los mejoradores tienen en reserva varios genes cuya resistencia no

ha sido aún sobrepasada.

El número de híbridos en el mercado con resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *radidis lycopersici* (FORL) está incrementándose constantemente. Esta forma de fusariosis ataca las raíces y cuello de la planta penetrando en los vasos del tallo hasta



Infestación de nematodos en una variedad susceptible. Foto A. Moretti.

una altura máxima de unos 30 cm. Es un hongo que ataca principalmente en invernadero y, sobre todo, en cultivos sin suelo. Ha estado de moda últimamente por los ataques que ha producido en los híbridos de fruto de larga duración que no tenían resistencia contra él pero ahora aparecen en el mercado híbridos de larga duración con resistencia a FORL.

*Stemphylium* está presente en la cuenca mediterránea principalmente como *S. vesicarium* y ataca al follaje de cultivos bajo invernadero más frecuentemente que a los del aire libre. La resistencia que produce el gen dominante Sm está siendo utilizada con efectividad desde hace mucho tiempo.

La resistencia al mildiu, enfermedad producida por el hongo *Phytophthora infestans*, sigue siendo uno de los problemas sin resolver de la mejora genética del tomate. La resistencia que ofrece el gen dominante Ph-2 es solamente parcial y seguramente esa es la razón del escaso número de cultivares comerciales que presentan dicha resistencia. Dada la importancia económica que el mildiu tiene en la cuenca mediterránea, la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia debería ser prioritaria en los programas de investigación para resistencia a enfermedades.

Una resistencia conocida desde hace mucho tiempo y que sin embargo

es muy poco frecuente en los cultivares comerciales es la resistencia a *Pyrenochaeta lycopersici*, el agente causal de las raíces leñosas o corchosas. La razón de su escasa utilización es porque la resistencia del gen pyl es sólo parcial, lo que hace difícil la selección durante el proceso de introducción. Además, el gen es recesivo lo que implica que, para obtener un híbrido con esa resistencia par-

---

### La resistencia al mildiu, enfermedad producida por el hongo *Phytophthora infestans*, sigue siendo uno de los problemas sin resolver de la mejora genética del tomate

---

cial, el gen ha de haber sido introducido en los dos padres que van a dar lugar al híbrido.

La bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ataca las hojas y frutos en tiempo frío, por lo que es más común en cultivos precoces al aire libre que bajo invernadero. El gen Pto protege bien a los cultivares que lo portan y suele ser más frecuente en los recomendados para aire libre e in-

dustria que en los desarrollados para invernadero.

El virus del mosaico del tabaco (TMV) y sus cepas tomate (ToMV) es un gravísimo problema en los cultivos intensivos de tomate, porque se puede transmitir en la cubierta de la semilla y se extiende rápidamente de unas plantas a otras con las operaciones culturales, especialmente con la poda. El gen dominante *Tm-1* se introdujo para controlar a la raza 0, pero enseguida apareció la raza 1. El gen *Tm-2* ofrece resistencia a las razas 0 y 1, pero pronto apareció una tercera raza, la 2, que sobrepasaba la resistencia del gen *Tm-2*. Ambos genes fueron relegados por el descubrimiento del gen *Tm-2<sup>2</sup>*, con resistencia dominante a las tres razas, que es el actualmente utilizado y que ha evitado el problema de las virosis del TMV y del ToMV hasta hoy.

La resistencia a nematodos del género *Meloidogyne* está presente en un gran número de variedades antiguas y de modernos híbridos. Es debida a un gen dominante y durante muchos años se ha mostrado efectiva en parcelas con gran infestación de nematodos. Por ello y por la alta frecuencia con que aparece la plaga en suelos dedicados a cultivos hortícolas, es una de las primeras resistencias que el mejorador se plantea introducir en un nuevo cultivar. Se han descrito razas de *Meloidogyne* que pueden aparecer en parcelas en las que se cultivan repetidamente cultivares resistentes y que sobrepasarían la resistencia que proporciona el gen *Mi*, pero no parece frecuente esa aparición y se podría controlar con una simple rotación de cosechas. Además ya se ha descrito una fuente de resistencia que parece controlar a esa raza más agresiva.

## REFERENCIAS

- Blancard, D. 1990. Enfermedades del tomate. Observar. Identificar. Luchar. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 212 p.
- Laterrot, H., 1990. Situation de la lutte génétique contre les parasites de la tomate dans les pays méditerranéens. P.H.M. Revue Horticole, 303:53-56.