



Larva de *Tuta absoluta*.

**Pablo Bielza Lino**

Departamento de  
Ingeniería Agronómica.  
Universidad Politécnica  
de Cartagena.

## El problema de la resistencia a insecticidas en *Tuta absoluta*

Desde la introducción de *Tuta absoluta* en España en 2006, se ha seguido una exitosa gestión integrada de la plaga, siendo un ejemplo a nivel internacional de cómo prevenir el desarrollo de resistencias a insecticidas. Sin embargo, en las últimas campañas han aparecido poblaciones resistentes a las diamidas en algunas zonas de España, debido fundamentalmente a un uso inadecuado de los productos provocado por las restricciones comerciales de algunos supermercados. Es imperativa una vuelta a una gestión integrada de la plaga mediante estrategias de control basadas en medidas culturales, bio-técnicas, biológicas y químicas, incluyendo estrategias apropiadas de manejo de la resistencia. Son muchos pocos los que suman para hacer un mucho que controla la plaga de manera sostenible.

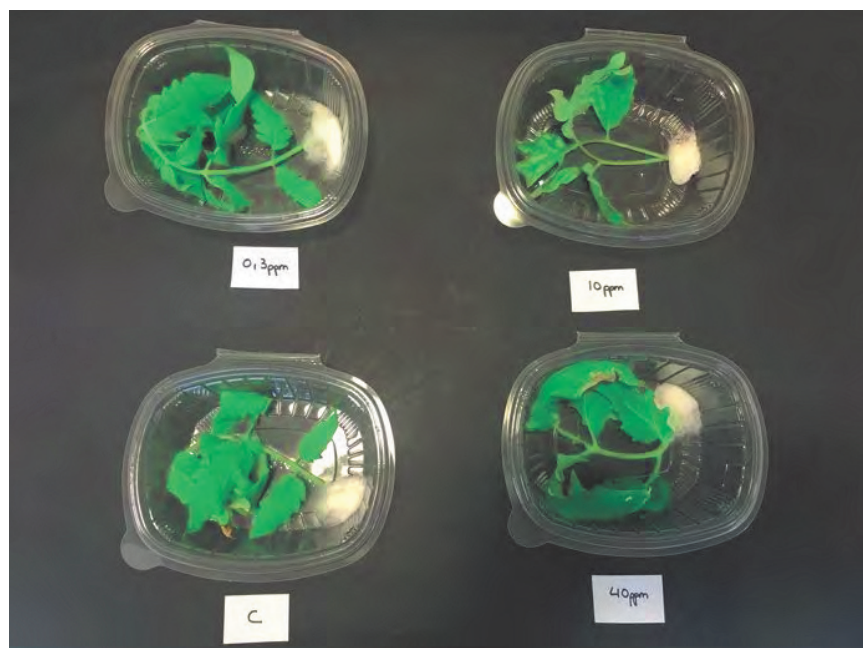
La polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), llegó a España en 2006 (Urbaneja y col., 2007) y su expansión fue muy rápida en toda la Península Ibérica, para posteriormente diseminarse por todo el Mediterráneo. Se ha convertido, sin ningún género de dudas, en la plaga más grave del cultivo, ya que las abundantisimas poblaciones que desarrolla devastan literalmente el cultivo. Esta plaga está comprometiendo la viabilidad técnica y económica del cultivo de tomate, con severas consecuencias económicas y sociales.

Las medidas culturales (higiene, carencia entre cultivos, destrucción de restos, utilización de mallas) y biotécnicas (trampas, feromonas) ejercen un papel fundamental en la prevención y seguimiento de la plaga, pero el control de las poblaciones establecidas se basa en el control biológico y el control químico. Sin embargo, debido a la elevadísima capacidad reproductora de esta plaga es crucial el mantenimiento de poblaciones muy bajas, por lo que el control químico, mediante insecticidas compatibles, se hace muy frecuente, convirtiéndose en muchos casos en el principal factor de mortalidad de la plaga. El bajo número de insecticidas realmente efectivos hace que tienda a repetirse su uso, lo que unido a la elevada presión insecticida que es necesario ejercer, hace que el riesgo de aparición de resistencias sea severo.

Actualmente, el control químico de la plaga descansa principalmente en cuatro modos de acción (IRAC España 2019): Grupo 28 diamidas (clorantraniliprol y ciantraniliprol), Grupo 6 avermectinas (emamectina benzoato), Grupo 5 spinosines (spinosad) y Grupo 22A oxadiazinas (indoxacarb). Además, algunos bioinsecticidas tienen un papel relevante en el control de la plaga, como el *Bacillus thuringiensis* (Grupo 11).

### La prevención de la resistencia a insecticidas en España, un caso de éxito...

Si consideramos que unos pocos insecticidas son el principal método de control de esta plaga, la elevada presión de plaga que da lugar a tratamientos frecuentes en una gran extensión de cultivo, y la altísi-



Bioensayo con diamidas en *tuta*.

ma capacidad reproductora de esta plaga con generaciones muy cortas, se puede fácilmente concluir que el riesgo de desarrollo de resistencias es muy elevado. De esta manera el riesgo de selección de algunos individuos resistentes o más tolerantes a los insecticidas es muy alto, pudiendo unos pocos individuos resistentes supervivientes dar lugar a una población resistente en poco tiempo.

Debido a esta problemática, IRAC España, con la colaboración de expertos en resistencia a insecticidas y personal de sanidad vegetal de las comunidades autónomas, desarrolló una estrategia completa de prevención de la resistencia en *T. absoluta* (IRAC España, 2009). El control de esta plaga se ajustó dentro de los protocolos de gestión integrada que se realizan en este cultivo, por lo que se basó en un conjunto de medidas culturales, biotécnicas, biológicas y químicas. La aplicación armoniosa de este conjunto de técnicas permite, en la mayoría de los casos, un control aceptable de la plaga. Los insecticidas representan un papel clave en su manejo y son utilizados en la mayoría de las ocasiones insecticidas con un perfil ecotoxicológico muy favorable, siendo en su mayoría compatibles con el principal agente de control biológico de la polilla del tomate, el mirido *Nesidiocoris tenuis*, y con los polinizadores y los enemigos naturales del resto de las plagas.

Igualmente, se realizó una intensa labor de formación y divulgación de las estrategias de manejo de la resistencia, con muy buena acogida por técnicos y agricultores. Como consecuencia, los niveles de resistencia se habían mantenido muy bajos en toda la extensión del cultivo del tomate en España.

En cambio, en otras áreas agrícolas con cultivo intensivo de tomate se desarrollaron rápidamente resistencias a insecticidas. En primer lugar, saltó la alarma en Sicilia (Italia), donde ya en 2014 se detectaron altos niveles de resistencia a diamidas (Roditakis y col., 2015). El sobreuso del clorantraniliprol, con aplicaciones repetidas con el mismo producto, sumado a su uso inadecuado por riego, que exponía a la plaga a dosis bajas y constantes del compuesto, produjeron rápidamente el desarrollo de resistencia al clorantraniliprol, y todas las diamidas, como la flubendiamida, registrada contra *tuta* en aquel entonces, y a ciantraniliprol, entonces aún en fase de desarrollo y registro. Los niveles de resistencia eran altísimos, con factores de resistencia mayores de 500x. Esto indicaba un mecanismo de resistencia basado en una alteración del punto de acción, en este caso el receptor de la rianodina. Efectivamente, en un trabajo conjunto de varios grupos de investigación, pudimos encontrar mutaciones en el receptor de la rianodina de las poblaciones de

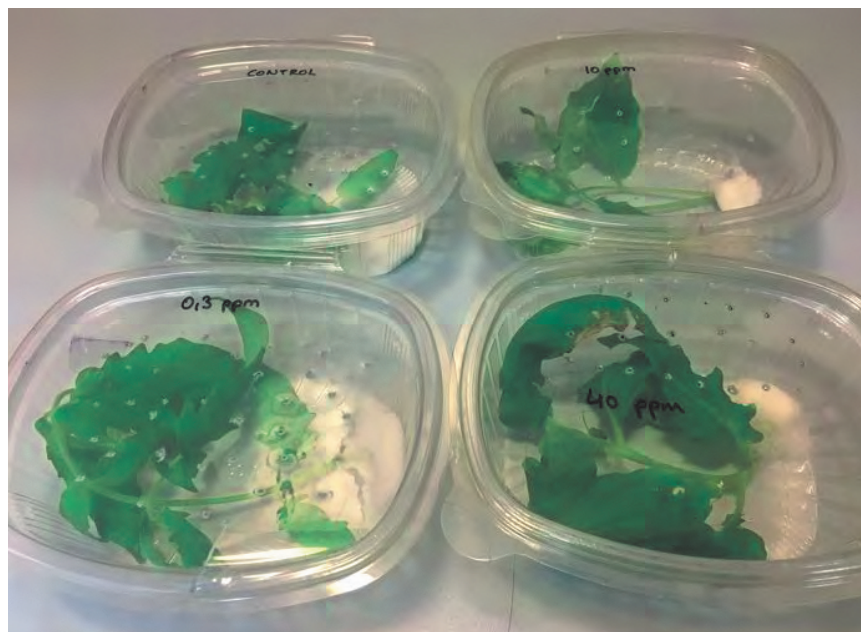
tuta resistentes que conferían una alta resistencia a estos compuestos (Roditakis y col., 2017). La mutación debía estar en homocigosis (RR, los dos alelos mutados) para conferir altos niveles de resistencia, con los individuos heterocigóticos (RS, sólo un alelo mutado y el otro el silvestre) expresando un nivel de resistencia bajo (Roditakis y col. 2017).

Muy pronto posteriormente, en 2015 y 2016 se detectaron poblaciones de tuta con elevada resistencia a diamidas en otras partes de Italia, en Grecia y en Israel (Roditakis y col., 2018), igualmente provocadas por un sobreuso de estos compuestos. Sin embargo, en España, con una presión de plaga igual o superior y un cultivo de tomate intensivo y extendido, no existían poblaciones resistentes a diamidas (Roditakis y col., 2018). Esto era gracias a la magnífica gestión integrada de la plaga que se estaba haciendo, basada en el uso de enemigos naturales y aplicaciones puntuales de compuestos compatibles, sin olvidar otras medidas como el uso de trampas, feromonas, mallas, medidas de higiene. Son muchos pocos los que suman para hacer un mucho que es el que controla la plaga de manera sostenible.

Al desarrollarse la resistencia a diamidas en estos países, empezaron también a aparecer poblaciones resistentes a otros insecticidas. En 2015-2016 aparecieron en Grecia e Israel resistencias a indoxacarb de moderadas a altas (Roditakis y col., 2018). Igualmente en Italia y Grecia empezaron a aparecer poblaciones con resistencia bajas a emamectina (16x) y en el Reino Unido y Portugal se recolectaron poblaciones con resistencia moderada a spinosad (Berger y col. 2016, Roditakis y col. 2018).

### ... Un caso de éxito, hasta ahora

El caso de la prevención de la resistencia a insecticidas en *T. absoluta* en España está considerado un caso de éxito en la comunidad científica internacional (Roditakis y col., 2018, Guedes y col., 2019), destacando el exitoso uso de la gestión integrada de plagas para el control de la plaga. Sin embargo, algo empezó a fallar en 2017-2018. En estas últimas cam-



Ensayo con dosis crecientes de un insecticida.

pañías han aparecido casos de resistencias a diamidas en varias regiones españolas. Empezó a detectarse en la zona de Sevilla y Cádiz, probablemente por un sobreuso de aplicaciones de diamidas en explotaciones de pequeño tamaño. Pero posteriormente empezaron a detectarse poblaciones resistentes a diamidas en Almería y Murcia. Son varias las causas que pueden haber contribuido a este cambio de tendencia. Por un lado, la mayor presión del virus de la cuchara (TYLCV) ha hecho que se intensifiquen los tratamientos contra la mosca blanca, dificultando la instalación de *N. tenuis* desde el principio del cultivo, con la consiguiente reducción del control de tuta por el depredador y el aumento de la presión de plaga.

Sin embargo, la causa principal del desarrollo de resistencias en tuta ha sido por un uso inadecuado de los productos provocado por la elevada presión de la plaga y las restricciones impuestas por los supermercados. Algunas cadenas de supermercados, en especial las alemanas, han impuesto unas restricciones comerciales a los productos agrícolas más allá de las legal y científicamente acordadas por la Unión Europea. En concreto, estas restricciones adicionales son la exigencia de unos límites máximos de residuos (LMR) por debajo de los aprobados por la EFSA, así como la limitación de un número máximo de

materias activas que puedan aparecer, incluso como trazas, en los análisis de residuos. Estas restricciones comerciales, fuera de todo fundamento científico, y sin entender la naturaleza de uso comercial de los LMRs, han forzado un uso inadecuado de algunos productos contra la tuta, provocando el desarrollo de resistencias.

En primer lugar, la limitación de un número máximo de materias activas, aunque sean trazas, ha dado lugar a que los agricultores tiendan a usar un mismo compuesto durante todo el cultivo contra una determinada plaga, rechazando la alternancia de productos como indica cualquier estrategia de prevención de la resistencia. De esta forma, si llegara a salir alguna traza del compuesto en los análisis de residuos, sólo sería uno y no varios en caso de que se hubieran alternado productos. Esta restricción es tremendamente perjudicial para el objetivo de un uso sostenible de los fitosanitarios, ya que la alternancia de materias activas es el principio básico de cualquier estrategia de prevención del desarrollo de resistencias. De hecho, en el Real Decreto 1311/2012, que transcribe la Directiva europea 2009/128/CE, en su anexo I describe los "principios generales de la gestión integrada de plagas", y especifica en su punto 7 que "cuando el riesgo de resistencia a una medida fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera

repetir la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos...". Por tanto, la limitación del número máximo de materias activas que impide una limitación racional de las aplicaciones de un determinado compuesto, al penalizar la alternancia con otras materias activas, y por tanto incrementar el riesgo de desarrollo de resistencias, va en contra de lo establecido en la Directiva europea.

Los LMR fijados por la EFSA representan únicamente un uso comercial adecuado de las materias activas, garantizando las buenas prácticas agrícolas. Por supuesto que también garantizan el consumo seguro de los alimentos, pero ese uso seguro está muy por encima de los LMRs. La confusa estrategia comercial de algunos supermercados de reducir al 30% o 50% los LMRs de los alimentos no añade ciertamente ninguna seguridad y complica un uso sostenible de los fitosanitarios. Con el afán de cumplir las exigencias comerciales de sus clientes y reducir al máximo los residuos de algunos productos, algunos agricultores empezaron a usar las diamidas por el riego, ya que tienen un comportamiento sistémico. Con esto se perseguía tener un menor residuo en fruto, pero con actividad suficiente en las hojas contra la tuta. Sin embargo, lo que provocó fue una exposición a dosis bajas del producto y de manera más constante. Estas dosis

bajas no siempre son suficientes para controlar a los individuos heterocigóticos (RS), que tienen sólo un alelo con la mutación que confiere resistencia a las diamidas, siendo ligeramente más tolerantes que los susceptibles (SS) (Roditakis y col., 2017). En España se había controlado bien el desarrollo de las resistencias en tuta gracias a una correcta gestión integrada de plagas (GIP), pero las mutaciones que conferirían la resistencia estaban presentes. Sin embargo, y gracias a esta GIP, las mutaciones estaban a una frecuencia muy baja y no existían individuos homocigóticos (RR), que muestran una resistencia muy alta. Las dosis normales de etiqueta de uso en pulverización de las diamidas eran suficientes para controlar los pocos individuos con la mutación en heterocigosis (RS) y de esta manera era improbable que se cruzaran dos heterocigóticos (RS) y que en su descendencia aparecieran homocigotos resistentes (RR). Sin embargo, este uso inadecuado de las diamidas por goteo, exponiendo a la tuta a dosis bajas del producto, podía controlar a los individuos sensibles (SS) pero no siempre a los heterocigotos resistentes (RS), provocando que aumentara su frecuencia y la posibilidad de apareamiento entre ellos y la consiguiente aparición de individuos homocigotos resistentes (RR). Y esto parece que es lo que ha pasado, como ya pasó antes en Italia, Grecia e Israel, apareciendo poblaciones con altas resistencias a las diamidas.

De esta manera, de nuevo las restric-

ciones comerciales de algunos supermercados han inducido un uso inadecuado de las diamidas, provocando el desarrollo de resistencias. También en el anexo I sobre los "principios generales de la gestión integrada de plagas" de la Directiva 2009/128/CE, se especifica en su punto 6 que "los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios ... por ejemplo, mediante la reducción de las dosis, de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que ... no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos". En nuestro caso, una reducción de las dosis sí que incrementa el riesgo de desarrollo de resistencias, por lo que va en contra de la Directiva europea y de un uso sostenible de los fitosanitarios.

## Conclusiones

Para revertir esta escalada de resistencias y volver a un control razonable de la plaga, es imperativa una vuelta a una gestión integrada mediante estrategias de control basadas en medidas culturales, biotécnicas, biológicas y químicas, incluyendo estrategias apropiadas de manejo de la resistencia. Es necesario seguir las indicaciones de IRAC España\* en el uso de los productos para prevenir el desarrollo de resistencias.

\* <https://www.irac-online.org/countries/spain/publications/>

## Bibliografía

- ! Guedes, R. N. C., Roditakis, E., Campos, M. R., Haddi, K., Bielza, P., Siqueira, H. A. A., Tsagkarakou A., Vontas J., Nauen, R. (2019). Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, 1-14.
- Berger, M., Puinean, A. M., Randall, E., Zimmer, C. T., Silva, W. M., Bielza, P., Field L.M., Hughes D., Mellor I., Hassani-Pak K., Siqueira H.A.A., Williamson M.S., Bass C. (2016). Insecticide resistance mediated by an exon skipping event. *Molecular ecology*, 25(22), 5692-5704.
- IRAC España 2009. Prevención de resistencias en *Tuta absoluta*. <https://www.irac-online.org/countries/spain/publications/>.
- IRAC España 2019. Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. 6ª Edición.
- Roditakis, E., Steinbach, D., Moritz, G., Vasakis, E., Stavarakaki, M., Ilias, García-Vidal L., Martínez-Aguirre M.R., Bielza P., Morou E., Silva J.E., Silva W.M., Siqueira H.A.A., Iqbal S., Troczka B.J., Williamson M.S.S., Bass C., Tsagkarakou A., Vontas J., Nauen R. (2017). Ryanodine receptor point mutations confer diamide insecticide resistance in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect biochemistry and molecular biology*, 80, 11-20.
- Roditakis, E., Vasakis, E., García-Vidal, L., Martínez-Aguirre M.R., Rison, J. L., Haxaire-Lutun, M. O., Nauen R., Tsagkarakou A., Bielza, P. (2018). A four-year survey on insecticide resistance and likelihood of chemical control failure for tomato leaf miner *Tuta absoluta* in the European/Asian region. *Journal of pest science*, 91(1), 421-435.
- Roditakis, E., Vasakis, E., Grispou, M., Stavarakaki, M., Nauen, R., Gravouil, M., & Bassi, A. (2015). First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *Journal of Pest Science*, 88(1), 9-16.