

Foto 1. Daños causados por *Tuta absoluta* en una hoja de tomate.

**Gabriela Fernández-
Mata Rodríguez**
AgrichemBio

**Juan Rodríguez
Martín**
AgrichemBio

Tutavir[®], un innovador formulado de baculovirus para la implementación de estrategias de biocontrol de *Tuta absoluta* en la GIP del tomate

La gestión integrada en cultivo de tomate se ha visto obstaculizada por la aparición de plagas de difícil control como vasates (*Aculops lycopersici*) o la polilla del tomate (*Tuta absoluta*). Las continuas intervenciones sobre estas plagas desequilibran las estrategias de biocontrol y están provocando resistencias a moléculas insecticidas compatibles como las diamidas. Actualmente, el mayor conocimiento sobre la interacción virus-huésped ha dado lugar al desarrollo Tutavir[®], un nuevo aislado de baculovirus con contrastada eficacia, persistencia y patogenicidad para el control de *T. absoluta*. Su bajo riesgo para generar resistencias y alta selectividad frente a polinizadores y fauna auxiliar, apuntan a que Tutavir[®] puede convertirse en una herramienta de biocontrol imprescindible dentro de la GIP del tomate.

¿Qué es y cómo actúa Tutavir®?

El ingrediente activo de Tutavir® es el granulovirus de *Phthorimaea operculella* (*PhopGV*). Los granulovirus pertenecen a la familia de los virus entomopatógenos más estudiada, los baculovirus, que se encuentran de forma natural en los lepidópteros. En este caso, fue seleccionado a partir de una población silvestre de polillas del tubérculo de la patata (PTP).

Una de las características de los baculovirus es su alta inocuidad para mamíferos y especies no objeto, limitándose su espectro de acción a una determinada especie o familia de lepidópteros. No infectan ni son capaces de replicarse en mamíferos o vertebrados. Tampoco muestran efectos adversos sobre otros artrópodos o microorganismos, por lo que son totalmente compatibles con la fauna auxiliar y preparados microbianos.

Tutavir® actúa únicamente por ingestión, de forma que la oruga neonata puede verse infectada al eclosionar del huevo o bien al ingerir la epidermis de la planta antes de introducirse para consumir el mesófilo de la hoja. Las larvas de distintos estadios larvarios pueden abandonar la galería para buscar nuevas zonas de alimentación, pudiendo infectarse durante el traslado. Una vez ingeridas, las partículas víricas penetran en el intestino medio de la larva, se multiplican en su interior y en un plazo entre 2 y 4 días infectarán a la mayoría de los órganos. La larva deja de alimentarse y se produce el colapso de sus órganos vitales sin que se produzca ningún tipo de toxina durante el proceso.

Importantes diferencias frente a los *Bacillus thuringiensis*

Mortalidad sobre L3 y L4. Una de las principales diferencias frente al modo de acción de los *Bts* es que los baculovirus son capaces de afectar a estadios larvarios más avanzados (> L3). Ensayos de laboratorio demuestran que la ingestión de una sola partícula viral puede ser suficiente para matar una larva de primer estadio. Por el contrario, los *Bts* práctica-

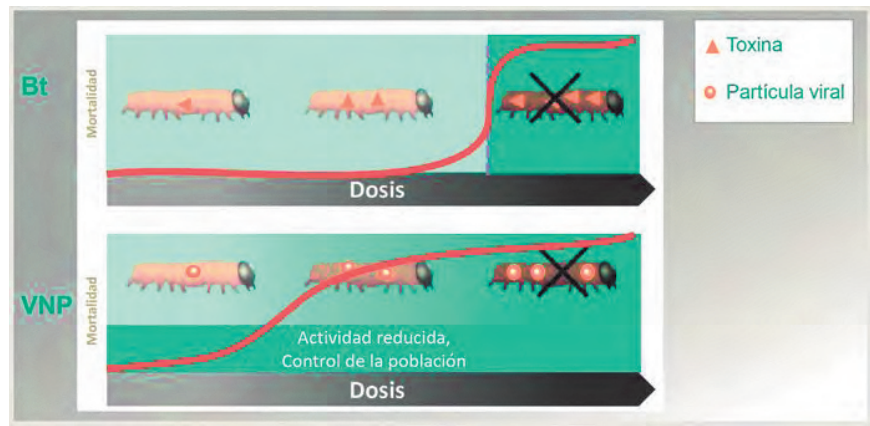


Figura 1. Comparativa esquemática en la mortalidad larvaria ocasionada por distintas concentraciones de granulovirus y de *Bacillus thuringiensis*. La diferencia principal radica en la gran capacidad de replicación de los virus en el interior de la larva.

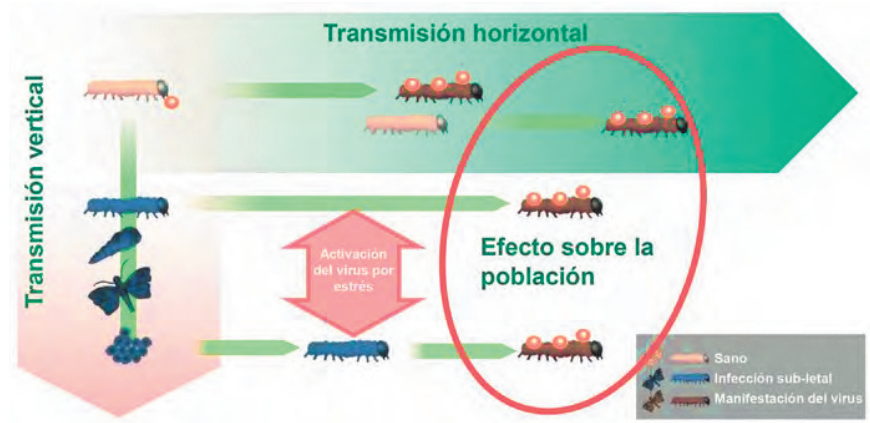


Figura 2. Transmisión de virus entomopatógenos.

mente sólo causan mortalidad sobre los estadios L1 y L2, ya que no son capaces de replicarse dentro de la larva, éstas se recuperan tras ingerir toxinas a dosis subletales (Figura 1). Aunque *T. absoluta* pasa gran parte de su ciclo en el interior del parénquima de las hojas, las L3 y L4 pueden llegar a verse infectadas durante los traslados a nuevas zonas de alimentación tal y como se ha explicado anteriormente.

Transmisión horizontal. Al morir la larva, su cuerpo se licua y libera millones de nuevas partículas virales al ambiente, las cuales pueden infectar a otras larvas de la misma generación, se produce por tanto una transmisión horizontal del virus. Además, las gotas de agua o los depredadores que se alimenten de larvas infectadas pueden a su vez diseminar partículas virales sin verse afectados.

Transmisión vertical. En algunos casos, como en estadios larvarios avanzados, las larvas sobreviven un tiempo con una infección subletal o latente. En la infección latente clásica, el virus está presente en la célula huésped, pero no se replica; en cambio, en los virus entomopatógenos los estudios más recientes sugieren que el virus se está replicando pero a niveles insuficientes para causar su muerte antes de completar el ciclo. Las larvas con infección subletal que completan su ciclo transmiten el virus latente a la siguiente generación, pese que a menudo se ve reducida su fecundidad. La transmisión puede producirse de dos formas: desde el interior del huevo o a través de la superficie del mismo tras el contacto con adultos infectados (tras el apareamiento u oviposición). Además, en el caso de infecciones latentes, las condiciones desfavorables (estrés, sobrepoblación, sequía, falta de alimentos, etc.) pueden activar el

virus y desencadenar una infección letal virulenta.

Ambos tipos de transmisión tienen un efecto sobre la población. La infección en la descendencia procedente de larvas parentales expuestas al virus puede llegar al 50%, pero es complejo cuantificar la proporción de cada una de ellas, ya que probablemente depende de muchos factores exógenos (Cory y Myers, 2003; Kukan, 1999) (Figura 2).

Resistencia al lavado. Tutavir®, una vez que se seca en la hojas, es completamente resistente al lavado. Las partículas virales poseen de forma natural propiedades lipofílicas que les proporcionan una fuerte adherencia a la superficie foliar y evita tener que repetir una aplicación incluso después de periodos de altas precipitaciones.

Estrategia de aplicación en la gestión integrada (GIP)

Debido a todas las características típicas de los virus entomopatógenos (alto nivel de eficacia, modo de acción específico, ausencia de residuos y alta compatibilidad con la fauna auxiliar), éstos presentan un alto potencial para ser incorporados como una herramienta clave en la gestión integrada de plagas. En el caso de Tutavir®, como en el resto de virus, su aplicación es muy versátil, adaptándose a las necesidades de cada agricultor (Tabla 1). A modo general, existen tres posibles maneras de incorporar los virus en estrategias de control integrado: 1) en combinación con otras herramientas de biocontrol, como *Nesidiocoris nemoralis* o confusión sexual, en casos de que la única plaga de relevancia económica sea *Tuta absoluta*; 2) complementando las medidas de biocontrol con tratamientos acaricidas o insecticidas en un programa de tratamientos rotacional para combatir otras plagas y los adultos de *Tuta absoluta* y disminuir el riesgo de resistencias de los productos empleados; 3) integrando las medidas de biocontrol con tratamientos fitosanitarios en mezcla en tanque para controlar diferentes plagas o varias especies de lepidópteros a la vez. Tutavir® es compatible con otros formulados del catálogo de AgrichemBio como Heli-

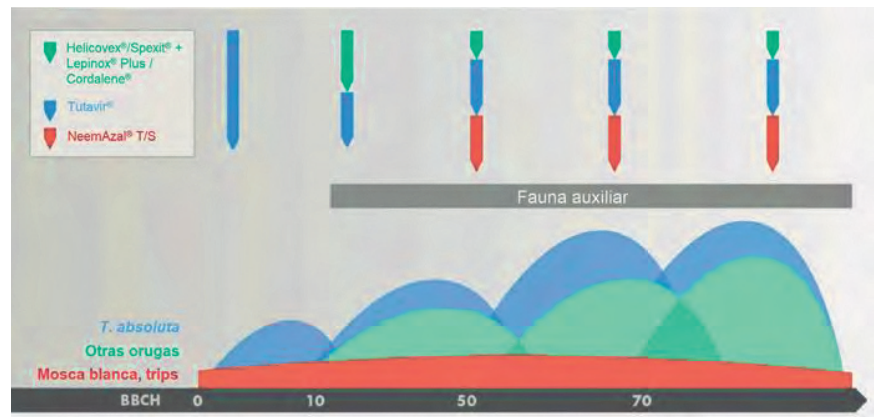


Figura 3. Esquema del programa de aplicación de tratamientos en producción biológica y residuo cero en tomate en caso de múltiples plagas y con empleo de fauna auxiliar.

Tuta absoluta	Otras plagas
<ul style="list-style-type: none"> • Sin mezclar, en especial si hay resistencias a los ingredientes activos habituales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin mezclar, cuando otras especies están debajo del umbral económico.
<ul style="list-style-type: none"> • En alternancia para prevenir resistencias en programa de tratamientos existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • En rotación para prevenir resistencias en programa de tratamientos existentes.
<ul style="list-style-type: none"> • En alternancia o a baja dosis, si se requiere amplio espectro para plagas que no sean lepidópteros. 	<ul style="list-style-type: none"> • En rotación o a baja dosis, si se requiere amplio espectro para plagas que no sean lepidópteros.
<ul style="list-style-type: none"> • En mezcla para potenciar el efecto sobre las plagas objeto o cuando las plagas no objeto causan daño similar. 	<ul style="list-style-type: none"> • En mezcla para potenciar el efecto sobre las plagas objeto y para disminuir riesgos de resistencias.

Tabla 1. Estrategias de aplicación de Tutavir® dependiendo el objetivo de plaga a tratar.

covex®, NeemAza® T/S, Cordalene®, Lepinox® Plus o Heliosoufre® S.

Manejo de resistencias

El uso de Tutavir® y otros productos basados en virus entomopatógenos para control de larvas de lepidópteros permite prevenir y retrasar el desarrollo de poblaciones resistentes a nuevos ingredientes activos de síntesis, por lo que vuelve mostrarse como una herramienta fundamental dentro de programas GIP.

Integración con otras medidas de control

Al ser totalmente respetuosos con todas las especies de fauna auxiliar y polinizadores, son compatibles con estrategias de control biológico. Se

pueden mezclar con la gran mayoría de productos sin tener riesgo de quemaduras. Es más, su uso combinado con insecticidas de síntesis permite ajustar las dosis de éstos y combinar modos de acción diferentes mejorando así la eficacia.

Ejemplos prácticos

En los últimos años, se ha ganado mucha experiencia práctica en la integración y empleo de virus con estrategias de control. En programas de producción ecológica y sin residuos, la combinación de Tutavir® con productos como Lepinox® Plus o Cordalene®, a base de *B. thuringiensis*, o Neemaza® T/S, cuya sustancia activa es la Azadiractina A, ha mostrado muy buenos resultados en la práctica, cuando el cultivo se ve



Foto 2. Adulto de *Tuta absoluta*.

afectado por varias especies de lepidópteros (Figura 3). Asimismo, en ataques severos se puede disminuir los daños de los estadios más avanzados en mezclas con otros productos con efecto traslaminar.

Como experiencia práctica, en un reciente ensayo en multicapilla con confusión sexual y con presencia de *Necremnus tutae* se compararon dos estrategias: 1) programa estándar a base de *Bt* y Clorantraniliprol, 2) sustitución de varios tratamientos de *Bt* y Clorantraniliprol por Tutavir® y 3) incorporar Tutavir® en todos los tratamientos finales de la estrategia 1. Como resultado se observó un incremento de la mortalidad de un 10% en las dos tesis en las que se incor-

poró Tutavir®.

La explicación a este aumento en la mortalidad puede ser debido por un lado, al efecto de la transmisión horizontal del virus con efecto inter-poblacional. Por otro lado, la capacidad de Tutavir® de afectar a estadios larvianos L3 y L4, sin olvidar un posible desarrollo de resistencias a las diamidas en la población de *Tuta absoluta*. (Trocza y col., 2016; Roditakis y col., 2017).

¿Por qué incorporar Tutavir® en la GIP del tomate?

A modo de resumen, destacar las ventajas de Tutavir® para la implementación de estrategias de biocon-

trol de *Tuta absoluta* en la GIP del tomate:

- Alta eficacia y especificidad contra *Tuta absoluta*.
- Gestión de resistencias.
- No-tóxico para fauna auxiliar y polinizadores.
- Sin residuos.
- Plazos de seguridad nulos o reducidos.
- Apto para convencional y cultivo ecológico.
- Resistente al lavado por lluvia o aspersión.
- Alta compatibilidad y efectos sinérgicos en mezclas con otros productos.

Bibliografía



- Cory, J. S. y Myers, J. H. (2003). "The Ecology and Evolution of Insect Baculoviruses" en Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, vol 34, p. 239-72.
- Kukan, B. (1999). "Vertical Transmission of Nucleopolyhedrovirus in Insects" en Journal of Invertebrate Pathology, vol 74(2), p.103-111.
- Trocza, B. J; Williamson, M. S.;Field, L. M. y Davies, T.G.E. (2016). "Rapid selection for resistance to diamide insecticides in *Plutella xylostella* via specific amino acid polymorphisms in the ryanodine receptor" en NeuroToxicology, vol. 60.
- Roditakis, E.; Steinbach, D.; Moritz, G.; Vasakis, E.; Stavrakaki, M.; Ilias,A.; García-Vidal,L; Martínez-Aguirre, M.; Bielza, P.; Morou, E.; Silva, J. E.; Silva, W. M.; Siqueira, H. A. A.; Iqbal, S.; Troczka, B. M.; Williamson, M. S.; Bass, C.; Tsagkarakou, A.; Vontas, J. y Nauen, R. (2017). "Ryanodine receptor point mutations confer diamide insecticide resistance in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)" en Insect Biochemistry and molecular biology, vol. 80, p. 11-20.