



Adulto de *Dolichogenidea gelichiidivoris* (Pablo Urbaneja-Bernat, IRTA)

Detectado en España un nuevo parasitoide de larvas de *Tuta absoluta*

Un equipo de investigadores y técnicos de campo ha detectado en España una nueva especie (*Dolichogenidea gelichiidivoris*), parasitoide de la plaga del tomate *Tuta absoluta*. Este parasitoide es un importante agente de control biológico en Sudamérica que abre nuevas opciones de lucha contra *T. absoluta* en nuestro país ya que complementa el complejo de parasitoides y depredadores que actúan sobre esta plaga.

Judit Arnó¹,
Carmen Denis¹,
Oscar Alomar¹,
Nuria Agustí¹,
Helena Gonzalez-Valero²,
Martina Cubí²,
Montse Matas³,
David Rodríguez⁴,
Jordi Riudavets¹

¹Protección Vegetal Sostenible, IRTA, Cabriels, Barcelona, España

²Federació Selmar, Santa Susanna, Barcelona, España

³ADV Baix Maresme, Vilassar de Mar, Barcelona, España

⁴Agrícola Maresme, Olèrdola, Barcelona, España

Desde la detección en España de *Tuta absoluta*, originaria de América del Sur, en 2016, este lepidóptero se ha convertido en una amenaza para la producción de tomate a nivel mundial. Desde España se propagó por la cuenca del Mediterráneo y luego colonizó rápidamente África y Asia. En las zonas invadidas, la principal medida de control es la utilización de insecticidas. A pesar de que el control químico sigue siendo una importante herramienta para luchar contra la plaga, también es cierto que se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar estrategias de control más sostenibles. La revisión publicada por Desneux y col. (2022) ofrece una visión actualizada de estas estrategias. Entre ellas, una que está aportando resultados destacables es el control biológico utilizando enemigos naturales autóctonos.

En España, muy pronto se reconoció el importante papel que los míridos depredadores *Macrolophus pygmaeus* y *Nesidiocoris tenuis* aportaban al control de esta plaga (Arnó y col., 2009; Urbaneja y col., 2009). Estos enemigos naturales constituían, y todavía constituyen, la pieza principal de los programas de Gestión Integrada de Plagas (GIP) que se utilizan en el cultivo de tomate. Ambas especies son depredadoras eficaces de huevos de *T. absoluta*, pero su acción sobre las larvas se ve restringida al consumo de unas pocas larvas de primer estadio. Con el objetivo de encontrar otros enemigos naturales eficaces para el control de esta plaga, Gabarra y col. (2014) realizaron un muestreo a lo largo de la costa mediterránea española entre 2008 y 2011 buscando parasitoides de larvas de *T. absoluta*, y describieron hasta veinte especies, entre eulófididos, braconídeos, calcídidos, icneu-mónidos y pteromálidos. De entre ellas, el eulófido *Necremnus tutae*, identificado inicialmente como *Necremnus nr. artynes* (Gebiola y col., 2015), es el que se halló con mayor frecuencia en España, así como en otras zonas del área mediterránea (Biondi y col., 2018).

En este escenario, nuestro primer objetivo fue estimar la contribución del parasitismo natural debido a *N. tutae* en el control biológico de *T. absoluta* en parcelas comer-

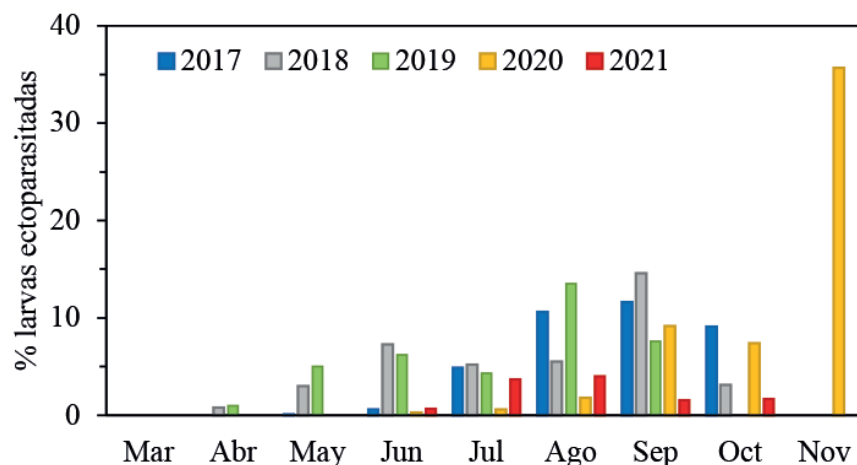


Figura 1. Porcentajes de larvas de *T. absoluta* ectoparasitadas encontrados en los folíolos de tomate recolectados en parcelas comerciales de tomate. Los porcentajes se calcularon como el número de larvas ectoparasitadas respecto al total de larvas recolectadas cada mes.

ciales donde se implementaba un programa GIP basado en el uso de míridos depredadores (Arnó y col., 2018). Dado que en los muestreos observamos de forma recurrente la presencia de otro parasitoide, la segunda parte de nuestro estudio fue identificar esta especie y evaluar su importancia como agente de control biológico de *T. absoluta*.

Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron durante los años 2017–2021 en parcelas comerciales de tomate de la zona costera de Cataluña, incluidos invernaderos, túneles y cultivos de exterior. Cada parcela fue muestreada hasta en 21 ocasiones dependiendo de la duración del cultivo y de los niveles de infestación de *T. absoluta*. En cada muestreo se recolectaron folíolos que presentaban galerías lo suficientemente grandes como para albergar una larva de segundo a tercer estadio de la plaga. El muestreo finalizaba después de 20 minutos de recolección o cuando se hubieran recolectado un máximo de 25 folíolos. Debido a la irregularidad de los niveles de infestación en las parcelas, el número de folíolos por muestra fue muy variable. Los folíolos se llevaron al laboratorio, donde las larvas de *T. absoluta* se clasificaron bajo lupa binocular como ectoparasitadas (con pupas, larvas o huevos de un parasitoide sobre la larva de *T. absoluta*), vivas (no ectoparasitadas y móviles) o muertas (no ectoparasitadas e incapaces de moverse al tocarlas con

un pincel). Como nuestro interés inicial era determinar la contribución de *N. tutae* en el control de *T. absoluta*, en los años 2017, 2018 y 2019 sólo se guardaron las larvas ectoparasitadas para verificar la especie de los adultos emergidos. En las muestras de 2019 se observó la emergencia recurrente de braconídeos. Por ello, ese mismo año, se recolectaron muestras adicionales en nueve campos de tomate durante el mes de septiembre y se clasificaron todas las larvas como vivas, muertas o ectoparasitadas, y se individualizaron en placas de Petri, donde se mantuvieron hasta la emergencia de los adultos de *T. absoluta* o de los parasitoides (Denis y col., 2022). En estas muestras se constató la emergencia de endoparasitoides (no visibles exteriormente) de las larvas de *T. absoluta* previamente clasificadas como vivas, de los cuales se desconocía la identidad. Así pues, en 2020 y 2021, al igual que en los muestreos de años anteriores, también se registró el número de larvas de *T. absoluta* vivas, muertas y ectoparasitadas, pero sólo se guardaron las larvas vivas hasta la emergencia de adultos de la plaga o de los parasitoides, con la finalidad de determinar la tasa de parasitación por endoparasitoides. Para calcular los niveles de parasitismo, se combinaron todas las muestras del mismo mes y año, y el porcentaje se calculó dividiendo el número de larvas parasitadas por el total de larvas recolectadas en cada mes.

Los parasitoides adultos se clasificaron morfológicamente, y molecularmente en algunos casos, según se indica en Denis y col. (2022). Los eulófidos se identificaron a nivel de género, utilizando las claves de Askew (1968) y Gebiola y col. (2015).

Resultados

Entre 2017 y 2021 se recolectaron anualmente entre 147 y 296 muestras en un número de parcelas de tomate que oscilaba entre 14 y 61 por año. Se detectaron larvas de *T. absoluta* ectoparasitadas de abril a noviembre, con niveles de parasitismo de entre el 0,1% (mayo de 2017; 714 larvas de *T. absoluta* de 50 parcelas) y el 35,7% (noviembre de 2020; 14 larvas de *T. absoluta* de 5 parcelas) (Figura 1). Aparte de este valor excepcionalmente alto, cada año el parasitismo alcanzó su punto máximo durante los meses de agosto y septiembre.

El 87% de los parasitoides que emergieron de larvas ectoparasitadas entre 2017 y 2019 fueron eulófidos, y un 11%, braconídeos (Tabla 1). Entre los eulófidos, se encontraron ocho géneros: *Necremnus* (162 individuos), *Pnigalio* (7), *Neochrysocharis* (5), *Diglyphus* (4), *Stenomestis* (4), *Aprostocetus* (3), *Cirrospilus* (2) y *Sympiesis* (1). De los 25 individuos pertenecientes a la familia de los braconídeos que emergieron de larvas ectoparasitadas, 23 de ellos fueron identificados como *Dolichogenidea gelechiidivoris*, una especie desconocida en España hasta el momento. También lo fueron cuatro individuos que habían emergido de muestras recogidas en 2016 (Arnó y col., 2021). En las muestras adicionales recolectadas en septiembre de 2019 se encontraron 170 larvas de *T. absoluta*: 21 ectoparasitadas de las que emergieron once *Necremnus* sp., dos *Diglyphus* sp., un *Neochrysocharis* sp. y un eulófido no identificado; 114 muertas, de las que emergieron seis *Necremnus* sp.; y 35 vivas, de las que emergieron trece *D. gelechiidivoris*.

Los datos de los muestreos referidos a larvas de *T. absoluta* recolectadas vivas durante los años 2020 y 2021 están recogidos en la Tabla 2. Una muestra del total de parasitoides emergidos en 2020 se identificó,

Tabla 1. Número de parasitoides adultos pertenecientes a diferentes familias de himenópteros emergidos de larvas ectoparasitadas de *T. absoluta* recolectadas en parcelas comerciales en los diferentes años de muestreo.

Familia de himenópteros	Año de muestreo		
	2017	2018	2019
Eulophidae	23	68	98
Braconidae	5	8	12
Torymidae	1	0	0
Platygastridae	1	0	0
Diapriidae	0	1	0
Aphelinidae	0	0	1

Tabla 2. Datos de los muestreos de endoparasitoides referidos a larvas de *T. absoluta* recolectadas vivas durante los años 2020 y 2021.

	Año de muestreo	
	2020	2021
Nº larvas recolectadas vivas	1872	1798
Nº parasitoides emergidos	264	296
Nº muestras con presencia de parasitoides	92	89
Nº parcelas con presencia de parasitoides	20	14

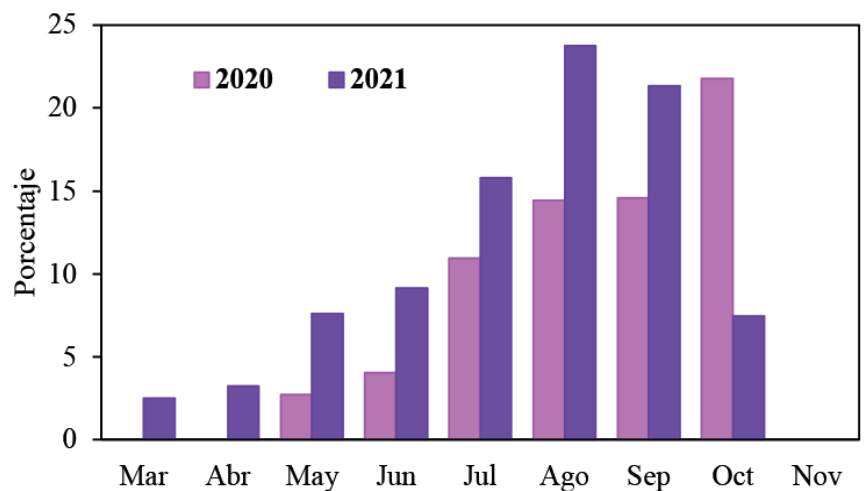


Figura 2. Porcentaje mensual de larvas de *T. absoluta* endoparasitadas en parcelas comerciales de tomate. Los porcentajes se calcularon como el número de parasitoides emergidos respecto al número total de larvas recolectadas cada mes.

obteniéndose 165 *D. gelechiidivoris*, un *Neochrysocharis* sp., y un individuo perteneciente a la subfamilia Alysiniinae. Como se puede observar en la Figura 2, el porcentaje de endoparasitismo en 2020 aumentó progresivamente desde mayo hasta octubre, alcanzando un valor máximo ligeramente superior al 21%. En 2021, el porcentaje de parasitismo por *D. gelechiidivoris* alcanzó un valor cercano al 24% en agosto.

Discusión

Los resultados de nuestro estudio confirmaron la relevancia de los eulófidos como parasitoides de larvas de *T. absoluta* en la cuenca mediterránea. Entre ellos, nuestros resultados corroboran la importancia de *Necremnus* sp. como el ectoparasitoide de larvas de *T. absoluta* más extendido en el Mediterráneo (Biondi y col., 2018). Aunque *Necremnus tuta*, especie predominante en el área



Figura 3. *Dolichogenideia gelechiidivoris*: adultos copulando (A), larva del parasitoide abandonando la larva de *Tuta absoluta* al finalizar su desarrollo (B) y pupa del parasitoide envuelta en un capullo sedoso (C) (C. Denis, IRTA).

de nuestro estudio, se consideró un parasitoide prometedor para ser liberado para el control de *T. absoluta*, no está disponible comercialmente (Desneux y col., 2022). Las tasas de larvas parasitadas por *Necremnus* sp. registrados en los campos muestreados, fueron similares a las de otros estudios en la cuenca mediterránea. Los porcentajes de parasitismo por *N. tutae* citados previamente en plantas centinela fueron cercanos al 20% en Cataluña, y al 26% en Túnez, mientras que en los cultivos los porcentajes oscilaban entre el 11% y el 15% en Túnez, y hasta del 73% en invernaderos de tomate en el sureste de España (Abbes y col., 2014; Crisol-Martínez y van der Blom 2019; Arnó y col., 2021). Además, hay que tener en cuenta que la contribución de *N. tutae* al control de *T. absoluta* va más allá de una mera parasitación, ya que como muchos eulófididos, mata más larvas de las que parasita para obtener los nutrientes necesarios para su reproducción, lo que se conoce como *host-feeding* (Chailleux y col., 2014). En el presente estudio, aunque se registró el número de larvas muertas, no pudimos determinar las causas de mortalidad, ya que aunque todas las parcelas muestreadas se manejaron de acuerdo con un programa de GIP, también se realizaron tratamientos insecticidas de manera ocasional. Un resultado inesperado en los muestreos realizados fue la detección de *D. gelechiidivoris* en muestras recolectadas en nuestro estudio, así como en una muestra recolectada en 2016 (Denis y col., 2022). En este trabajo se reporta las muestras más antiguas de *D. gelechiidivoris* fuera de su área de origen. Dado que no

hay constancia de que el parasitoide se haya introducido intencionadamente en Europa, y que su importación desde Perú a África tuvo lugar en 2017 (Aigbedion-Atalor y col., 2020), es decir, un año después de que emergiera de una muestra de *T. absoluta* recolectada en nuestra zona, cabe pensar que este parasitoide se introdujo involuntariamente en España desde el Neotrópico junto con la plaga. En 2020, este parasitoide también se ha encontrado en campos comerciales de Argelia, donde muy probablemente llegó desde España (Krache y col., 2021).

En América del Sur, *D. gelechiidivoris* se considera un importante agente de control biológico (Desneux y col., 2022). Como todos los Microgastriinae, *D. gelechiidivoris* es un endoparasitoide larval solitario koinobionte (Fernández-Triana y col., 2020), y el huésped permanece vivo hasta el final del desarrollo del parasitoide (Figura 3). De las larvas de *T. absoluta* recolectadas en 2017-2019, sólo conservamos aquellas que tenían un huevo o una larva de ectoparasitoide, pero el 11,5% de los parasitoides emergidos fueron *D. gelechiidivoris* (Tabla 1). Esto sugiere que no existe un reconocimiento claro del parasitismo previo entre ectoparasitoides (principalmente *Necremnus* sp.) y *D. gelechiidivoris*. Por otro lado, si del 11,5% de larvas ectoparasitadas obtuvimos *D. gelechiidivoris*, hay que pensar que los porcentajes de la Figura 2 están subestimados, ya que en 2020 las larvas ectoparasitadas no se conservaron.

En este escenario de coexistencia de enemigos naturales, las interacciones entre *D. gelechiidivoris* y *Necremnus* sp., otros parasitoides y los míridos

depredadores son de gran importancia. El resultado de las interacciones entre todos estos agentes de biocontrol será determinante para un control más exitoso de *T. absoluta*.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España (AGL2016-77373-C2-1-R) y el programa Horta.Net del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya. Este estudio ha sido también financiado a través de la Operación 16.01.01 de Cooperación para la Innovación del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2022. Los autores del IRTA contaron con la financiación del Programa CERCA/ Generalitat de Catalunya. Carmen Denis ha contado con una beca de doctorado de BECAL-PY (Paraguay).



El insecticida de origen natural para la agricultura ecológica

Spintor[®]

480SC

INSECTICIDA

- Máxima eficacia para el control de *Tuta absoluta*.
- Alta persistencia.
- Producto polivalente. Control de orugas (*Tuta absoluta*, *Spodoptera*, *Heliothis*, *Plusia*...), trips y efecto apreciable sobre minadores.
- Adecuado para programas de Control Biológico y Producción Integrada.

Bibliografía



- Abbes K, Biondi A, Zappalà L, Chermiti B (2014) Fortuitous parasitoids of the invasive tomato leafminer *Tuta absoluta* in Tunisia. *Phytoparasitica* 42:85–92.
- Aigbedion-Atalor PO, Mohamed SA, Hill MP, Zalucki, MP, Azrag AGA, Srinivasan R, Ekesi S (2020) Host stage preference and performance of *Dolichogenidea gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae), a candidate for classical biological control of *Tuta absoluta* in Africa. *Biol Control* 144:104215. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104215>
- Arnó J, Castañé C, Alomar O, Riudavets J, Agustí N, Gabarra R, Albajes R (2018) Forty years of biological control in Mediterranean tomato greenhouses: The story of success. *Isr J Entomol* 48 (2): 209–226.
- Arnó J, Molina P, Aparicio Y, Denis C, Gabarra R, Riudavets J (2021) Natural enemies associated with *Tuta absoluta* and functional biodiversity in vegetable crops. *BioControl*
- Arnó J, Sorribas R, Prat M, Matas M, Pozo C, Rodríguez D, Garreta A, Gómez A, Gabarra R (2009) *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. *IOBC/WPRS Bull* 9: 203–208.
- Askew RR (1968) Handbooks for the identification of British insects. Vol. VIII. Hymenoptera 2. Chalcidoidea section (b). Royal Entomological Society of London.
- Biondi A, Guedes RNC, Wan FH, Desneux N (2018) Ecology, worldwide spread, and management of the invasive south American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: Past, present, and future. *Ann Rev Entomol* 63: 239–258.
- Chailleux A, Desneux N, Arnó J, Gabarra R (2014). Biology of two key palaeartic larval ectoparasitoids when parasitizing the invasive pest *Tuta absoluta*. *J Pest Sci* 87: 441–448
- Crisol-Martínez E, van der Blom J (2019) *Necremnus tutae* (Hymenoptera, Eulophidae) is widespread and efficiently controls *Tuta absoluta* in tomato greenhouses in SE Spain. *IOBC/WPRS Bull* 147: 22–29.
- Denis C, Riudavets J, Alomar O, Agustí N, Gonzalez-Valero H, Cubí M, Matas M, Rodríguez D, van Achterberg K, Arnó J (2022) Naturalized *Dolichogenidea gelechiidivoris* complement the resident parasitoid complex of *Tuta absoluta* in North-eastern Spain. *J Appl Entomol* 146: 461–464
- Desneux N, Han P, Mansour R, Arnó J, Brévault T, Campos MR, Chailleux A, Guedes RNC, Karimi J, Konan KAJ, Lavoit AV, Luna MG, Perez Hedo M, Urbaneja A, Verheggen FJ, Zappalà L, Abbes K, Ali A, Bayram Y, Cantor F, Cuthbertson AGS, De Vis R, Erler F, Firake DM, Haddi K, Hajjar MJ, Ismoilov K, Jaworski CC, Kenis M, Liu HT, Madadi H, Martin T, Mazih A, Messelink GJ, Mohamed SA, Nofemela RS, Oke A, Ramos C, Ricupero M, Roditakis E, Shashank PR Wan FH, Wang MH, Wang S, Zhang YB, Biondi A (2022) Integrated pest management of *Tuta absoluta*: practical implementations across different world regions. *J Pest Sci* 95:17–39
- Fernández-Triana J, Shaw MR, Boudreault C, Beaudin M, Broad GR (2020) Annotated and illustrated world checklist of Microgastrinae parasitoid wasps (Hymenoptera, Braconidae). *ZooKeys* 920:1–1089.
- Gabarra R, Arnó J, Lara L, Verdú MJ, Ribes A, Beitia F, Urbaneja A Téllez MM, Mollá O, Riudavets J (2014) Native parasitoids associated with *Tuta absoluta* in the tomato production areas of the Spanish Mediterranean Coast. *BioControl* 59:45–54.
- Gebiola M, Bernardo U, Ribes A, Gibson GAP (2015) An integrative study of *Necremnus* Thomson (Hymenoptera: Eulophidae) associated with invasive pests in Europe and North America: Taxonomic and ecological implications. *Zool J Linn Soc-Lond* 173:352–423.
- Urbaneja A, Montón H, Mollá O (2009) Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *J Appl Entomol* 133:292–296.