

Control biológico de plagas en horticultura

Experiencias argentinas de las últimas tres décadas

Luis Andrés Polack, Roberto Eduardo Lecuona y Silvia Noemí López
Compiladores





Control biológico de plagas en horticultura

Experiencias argentinas de las últimas tres décadas

Compiladores

Luis Andrés Polack, Roberto Eduardo Lecuona y

Silvia Noemí López



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

INTA Ediciones

Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola – IMYZA – CICVyA - CNIA

2020

Control biológico de plagas en horticultura : experiencias argentinas de las últimas tres décadas / Luis Andres Polack ... [et al.] ; compilado por Luis Andres Polack ; Roberto Eduardo Lecuona ; Silvia N. López ; editado por Lorena La Fuente ; Claudio Galamarino ; prólogo de Claudio Galmarino... [et al.].- 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones INTA, 2020. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-8333-43-4

1. Hortaliza. 2. Control Biológico. 3. Control de Plagas. I. Polack, Luis Andres, comp. II. Lecuona, Roberto Eduardo, comp. III. López, Silvia N., comp. IV. La Fuente, Lorena, ed. V. Galamarino, Claudio, ed.
CDD 632.96

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Compiladores:

Luis Andrés Polack, Roberto Eduardo Lecuona y Silvia Noemí López

Diseño:

Lorena La Fuente

*Este libro
cuenta con licencia:*



CAPÍTULO 16

CONTROL BIOLÓGICO DE LA POLILLA DEL TOMATE

Tuta absoluta

*Luna, M. G., Coviella, C. E., Salas Gervassio, N. G, Pereyra, P. C.,
Vallina, C., D'Auro, F. y Sánchez, N. E.*

INTRODUCCIÓN

Los parasitoides son valorados como agentes de control biológico por su especialización en una o unas pocas especies hospedadoras, además de registrar las tasas de establecimiento y éxito de control comparativamente más altas en los programas de control biológico con respecto a otros agentes entomófagos. Más de 200 especies han sido seleccionadas para su uso en programas de control biológico clásico, aumentativo y por conservación, estrategias de protección vegetal de bajo impacto ambiental con relación al uso de plaguicidas (Messelink *et al.*, 2014 y van Lenteren *et al.*, 2018). El estudio de estos insectos ha dado lugar, entre otra información, a conocimientos valiosos sobre los factores que fomentan la presencia y abundancia de sus poblaciones naturales, así como su manipulación en los cultivos (Hawkins y Cornell, 1999). En la Argentina, existe una larga tradición en el empleo del control biológico por medio de la introducción de especies exóticas (control biológico clásico) y existe un interés creciente por parte de los productores agrícolas de disponer de agentes como bioinsumos; por ello, para atender esa demanda del sector agrícola, resulta necesario promover el desarrollo de biofábricas o insectarios comerciales que puedan proveer enemigos naturales (EN) a gran escala y a costos razonables para los productores (Greco *et al.*, 2020). En este Capítulo nos centraremos en los estudios que reportan a especies de parasitoides que atacan a una importante plaga del cultivo de tomate en Argentina, la polilla del tomate *Tuta absoluta*, como potenciales agentes de control biológico. Como ya se mencionó en el Capítulo 2, los insectos parasitoides constituyen un tipo particular de EN cuyo estado larval vive a expensas como parásito de un individuo huésped, usualmente otro insecto, el cual muere en dicha interacción. En

estado adulto son de vida libre y se alimentan de néctar, polen, *honeydew*, y algunos de ellos de fluidos y/o tejidos de sus hospedadores, comportamiento denominado *host-feeding*. Aunque son funcionalmente depredadores, su interacción como tales con sus presas u hospedadores tiene una dinámica que requiere de un tratamiento especial para su modelado, en particular porque en toda la vida del parasitoide, habrá solamente una presa u hospedador para uno o incluso varios parasitoides.

LA PLAGA: *Tuta absoluta*

Esta especie pertenece a la familia Gelechiidae y fue descrita originalmente por Meyrick en el año 1917 como *Phthorimaea absoluta*, sobre la base de especímenes colectados en Perú. Su estatus taxonómico fue varias veces revisado, cambiando a los géneros *Gnorismoschema* (Clarke, 1962), *Scrobipalpula* y *Scrobipalpuloides* (Povolny 1994), hasta que finalmente fue renombrada con un nuevo género *Tuta*, como *T. absoluta*, por Povolny en 1998. *Tuta absoluta* es una de las principales plagas del cultivo de tomate en la región Neotropical, de donde es originaria. El daño es ocasionado por la larva, de hábito minador, que se alimenta principalmente del mesófilo de las hojas, pero también ataca tallos y, cuando la densidad es muy alta, frutos, restándole valor comercial al producto.

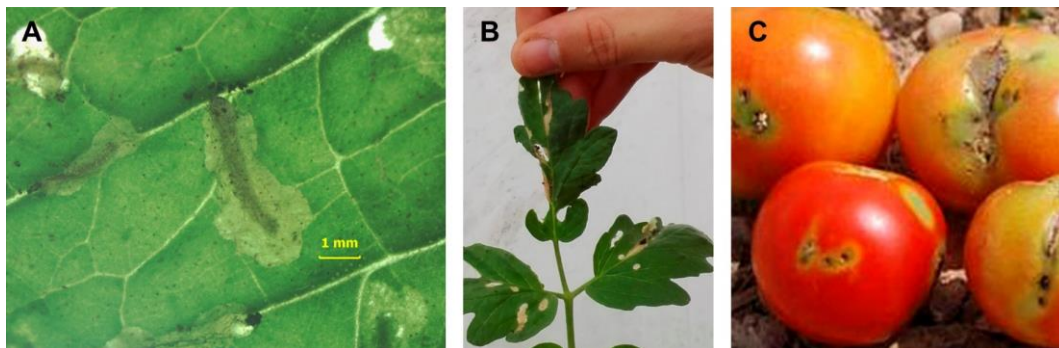


Figura 1. Daño de la polilla del tomate *Tuta absoluta*: (a) Larvas alimentándose de hojas; (b) y (c) hojas y frutos atacados por la plaga.

Desde hace algo más una década, este microlepidóptero se ha convertido en una amenaza para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a nivel mundial, como consecuencia de su introducción en España en 2006 (Urbaneja *et al.*, 2007) y su posterior dispersión en países de la cuenca

mediterránea, África y Asia (Desneux *et al.*, 2011; Luna *et al.*, 2015; Ponti *et al.*, 2015). Si bien, *T. absoluta* es una de las principales plagas del cultivo de tomate, en la literatura se mencionan otras especies solanáceas hospederas cultivadas como la papa (*Solanum tuberosum* L.), berenjena (*S. melongena* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y no cultivadas, como el chamico (*Datura ferox* L.), huevito de gallo (*Salpichroa origanifolia* (Lam.) Baill.), tutiá (*Solanum sisymbriifolium* Lam.), tomatillo (*S. nigrum* L.) y palán-palán (*Nicotiana glauca* L.) (Galarza, 1984; Cordo *et al.*, 2004; Desneux *et al.*, 2010 y USDA, 2011). Con respecto a su ciclo de vida, la hembra de *T. absoluta* deposita sus huevos de color blanco crema a amarillo en el envés de las hojas y también suele hacerlo sobre los tallos. El estado larval comprende cuatro estadios; al eclosionar el primer estadio larval (L1), esta penetra activamente en el mesófilo de las hojas y en los tallos, formando minas o galerías construidas por ellas mismas mientras se alimentan de los tejidos vegetales. Las larvas miden entre 1 y 8 mm de longitud. Con excepción de la L1, los restantes estadios se desarrollan protegidos dentro de las minas. Al completarse el estado larval, la L4 emerge de la galería y comienza a tejer un capullo sedoso, iniciándose el proceso de pupación, el que ocurre mayormente en el suelo, aunque también puede hacerlo en el follaje. Las pupas son libres o exarales y décticas, miden entre 5 y 6 mm, de forma cilíndrica y color verdoso, y a medida que se aproximan a la emergencia del adulto se tornan de color marrón oscuro. Los adultos miden entre 6 y 7 mm de largo, son de coloración gris plateado y presentan antenas filiformes (Pereyra y Sánchez, 2006; Vargas, 1970).

La polilla se comporta como una especie multivoltina con un alto potencial reproductivo, pudiendo alcanzar hasta 12 generaciones al año. El adulto es de hábito nocturno, y durante el día permanece generalmente oculto (USDA, 2011). El umbral de daño económico (UE) reportado para esta plaga por distintos autores es altamente variable. En otros países lo consideran de 7 o de 26 larvas de la polilla por planta de tomate. Mientras que, para la Argentina, Mitidieri y Polack (2012) mediante la aplicación de un modelo fenológico, lo considera equivalente a 2 folíolos con daño fresco por planta del cultivo.

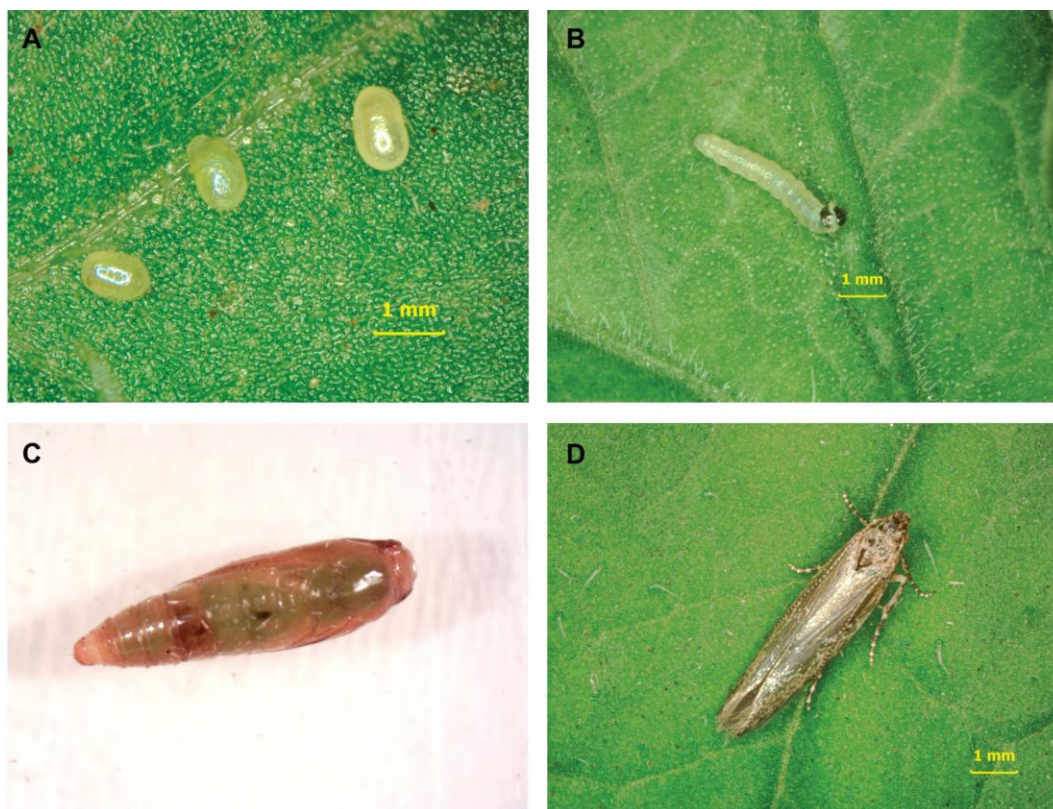


Figura 2. Estados de desarrollo de *Tuta absoluta*: (A) huevos puestos en forma dispersa sobre las plantas; (B) larva (L3); (C) pupa; (D) adulto.

Hasta el momento, el manejo sanitario predominante de *T. absoluta* se basa en el uso de insecticidas, los cuales además de tener diversos efectos adversos sobre el ambiente y la población humana, presentan baja eficiencia de control de esta plaga, debido a la rápida generación de poblaciones resistentes (Lietti *et al.*, 2005). En este sentido, el control biológico es uno de los métodos de protección vegetal más promisorios (Luna *et al.*, 2015). Simultáneamente, en la Argentina se está avanzando en otros métodos de control, tales como el uso con feromonas (Triple T®, WayneAgro), la técnica del macho estéril (Cagnotti *et al.*, 2012) y el biocontrol basado en el uso de parasitoides de huevos (Riquelme Virgala y Botto, 2010) y de depredadores de huevos y larvas como, por ejemplo, la chinche *Tupiocoris cucurbitaceus* Spinola (Hemiptera: Miridae) (Cagnotti *et al.*, 2016; Polack y Strassera, 2018).

En la Argentina se ha reportado un rico complejo de parasitoides que atacan a *T. absoluta* en sus diferentes estados de desarrollo, con 17 especies confirmadas (Tabla 1) y un sinnúmero de morfoespecies (Salas Gervasio *et al.*, 2019a). Particularmente, dentro del conjunto de los parasitoides larvales, se destacan por su abundancia y ubicuidad, el endoparasitoide *Pseudapanteles dignus* (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae) y el ectoparasitoide *Dineulophus phthorimaeae* de Santis (Hymenoptera: Eulophidae). Se cuenta con información acerca de la biología y ecología de estas dos especies de enemigos naturales, la cual sustenta la potencialidad del uso de las mismas en programas de control biológico por conservación (Savino *et al.*, 2012; Luna *et al.*, 2015). Además, para el caso de *P. dignus*, se ha comenzado a evaluar su uso como agente de biocontrol en liberaciones aumentativas inoculativas (Salas *et al.*, 2019b).

EL ENDOPARASITOIDE LARVAL *Pseudapanteles dignus*

Se han estudiado aspectos fundamentales de las estrategias de su historia de vida y de su demografía, a campo y en laboratorio, con el fin de aportar bases más sólidas para evaluar su viabilidad en el control biológico y en el desarrollo de protocolos de cría de esta especie (Luna *et al.*, 2007; Sánchez *et al.*, 2009; Nieves, 2013; Nieves *et al.*, 2015; Salas Gervasio, 2017). *P. dignus* tiene un rango de hospedadores restringido a cinco especies de geléquidos, entre ellos *T. absoluta*. Se distribuye en varios países americanos (Fernández-Triana *et al.*, 2014). En la Argentina, ha sido reportado para las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Jujuy, Río Negro, Salta y Tucumán (Cáceres *et al.* 2011; Colomo y Berta, 2002; Garrido *et al.*, 2017; Puch, 2011; Sánchez *et al.*, 2009; Vallina *et al.*, ms enviado), en asociación con el hospedador *T. absoluta*. Tiene la capacidad de parasitar y desarrollarse en todos los estadios larvales de la plaga.

La cría del parasitoide sobre distintos estadios larvales del hospedador no mostró diferencias en el tiempo de desarrollo desde huevo a adulto de la avispa, que es de unos 29 días (Figura 3).

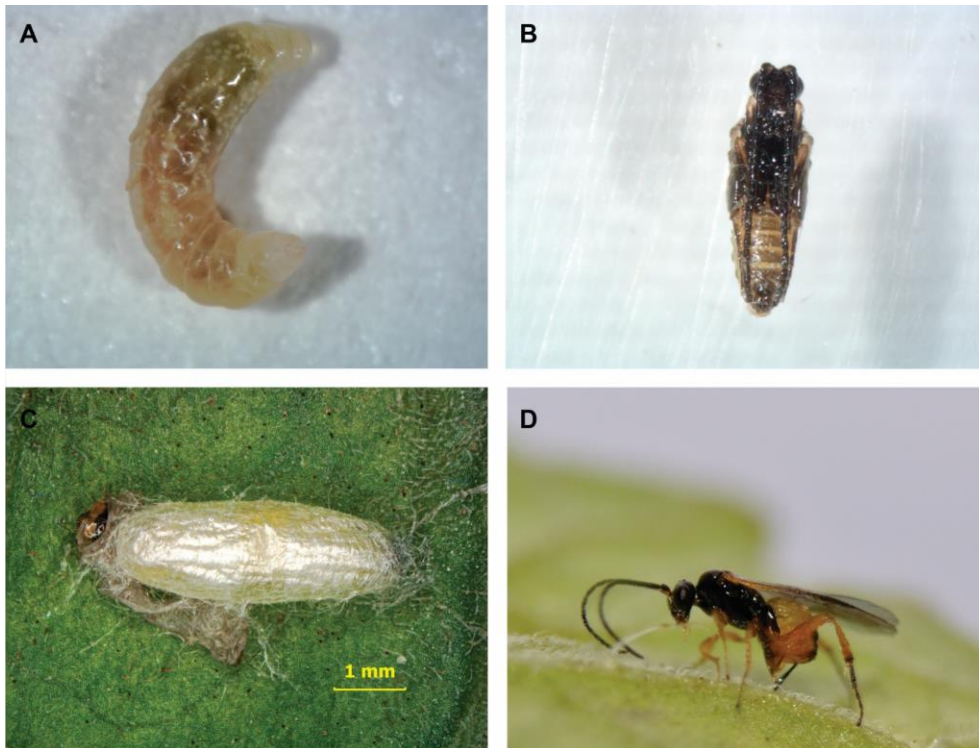


Figura 3. Estados de desarrollo del endoparasitoide larval *Pseudapanteles dignus*: (A) larva (L3) emergida del hospedador, preparándose para empupar; (B) pupa; (C) cocón sedoso que protege la pupa; (D) avispa adulta poniendo un huevo sobre un huésped.

En promedio, las hembras oviponen durante 20 días, y la mayoría descarga el 50 % de los huevos a los 6 días de vida adulta. Una hembra puede llegar a poner 192 huevos, con una tasa de parasitismo de 47 % larvas de la polilla (Nieves *et al.*, 2015). Para el control biológico de una plaga, se considera que un parasitoide es eficiente como enemigo natural, si su tasa instantánea de ataque (a') y su tasa de crecimiento r_m son mayores o iguales al r_m de su hospedador (van Lenteren *et al.*, 2018), como es el caso de *P. dignus*, cuyo valor de r_m (0,14) es igual al de la plaga, y su a' mayor (0,22). Esto resulta de gran importancia para optimizar la cría masiva y las liberaciones del parasitoide cuando es usado como agente de control biológico en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en los cultivos de tomate (Nieves *et al.*, 2015). Este braconídeo presenta una sinovigenia moderada, lo que implica que las hembras pueden copular y ya tienen oocitos maduros para oviponer desde el momento de la emergencia al estado adulto (Nieves *et al.*, 2015). En el laboratorio, las hembras de *P. dignus* superparasitaron todos los estadios larvales, sin embargo, existe un predominio de monoparasitismo (Luna *et al.*, 2016; Nieves, 2013).

En esta especie se verifican los fenómenos de encapsulamiento por parte del hospedador y de superparasitismo, dos procesos que pueden afectar tanto la cría artificial como su desempeño en el campo. En el primer caso, las larvas del parasitoide son eliminadas por un mecanismo de respuesta inmunológica del hospedador (Luna *et al.*, 2016, *Ver Capítulo 2*). Para profundizar en el fenómeno de superparasitismo y sus consecuencias se realizaron ensayos complementarios en los que, por un lado, se le ofreció a una sola hembra del parasitoide un número creciente de hospedadores, y por el otro, se expuso un número constante de hospedadores a una cantidad progresivamente mayor de hembras parasitoides. Se halló que cuando la hembra se encuentra en ausencia de otras hembras competidoras y posee una alta cantidad de oocitos para oviponer en un reducido número de hospedadores, descarga sus huevos de manera controlada evitando un excesivo superparasitismo. Por ejemplo, se han registrado que hembras con una carga de 40 oocitos maduros no invierten más que una media de 4 huevos por hospedador parasitado al ofrecerles 3, 5 o 7 hospedadores durante 24 horas (D'Auro y Luna, 2019). Al considerar que *P. dignus* es un parasitoide solitario, esta estrategia de oviposición evita el desperdicio de descendencia potencial, promueve la superación de la respuesta de encapsulación del hospedador y evita un excesivo estrés por parasitismo en el hospedador. Sin embargo, en los ensayos donde actuaban en simultáneo varios parasitoides se encontró que las hembras de *P. dignus* pueden compartir los hospedadores sin ningún tipo de interferencia directa como puede ser la evasión ante el contacto físico o la disputa agresiva por un hospedador. Debido a este fenómeno de superposición del parasitismo se ha registrado hasta una media de 8 huevos por hospedador parasitado al exponer 20 larvas de *T. absoluta* a 8 hembras parasitoides. A su vez se detectó que un aumento progresivo de la cantidad media de huevos al aumentar la relación parasitoide/hospedador genera una cierta mortalidad por estrés en los hospedadores parasitados, que si bien aporta al control de larvas de *T. absoluta* no contribuye a la descendencia del parasitoide (F. D'Auro, datos no publicados). También, se midió que la proporción de sexos de la progenie del parasitoide es una constante levemente sesgada hacia las hembras independientemente de la carga de huevos del hospedador atacado (F. D'Auro, datos no publicados) lo cual es una característica que favorecería la permanencia del parasitoide en campo luego de una liberación aumentativa y la cría en cautiverio.

En cultivos del Norte bonaerense, la interacción *P. dignus* - *T. absoluta* ocurre naturalmente a lo largo de todo el ciclo del cultivo de tomate, tanto de primera como de segunda temporada, lo que se traduce en una gran sincronía temporal entre la aparición de la plaga en el cultivo y la del parasitoide. El porcentaje de parasitismo (medido como emergencia del cocón) en el tomate de primera puede alcanzar el 39 % y hasta un 74 % en tomate de segunda (Nieves *et al.*, 2015). Este parasitoide tiene la capacidad de atacar hospedadores tanto a bajas como a altas densidades de *T. absoluta* (Sánchez *et al.*, 2009). Por otra parte, un estudio sobre la dinámica espacio-temporal de *P. dignus*, que tuvo en cuenta una escala predial o de agroecosistema en el Norte de la provincia de Buenos Aires, mostró que la interacción *T. absoluta* - *P. dignus* es parte de una compleja red alimentaria, que involucra unas 28 especies entre solanáceas cultivadas y de crecimiento espontáneo, *T. absoluta* y otros geléquidos, y *P. dignus* y otros parasitoides larvales. Las especies de solanáceas silvestres, tales como el palán-palán, el tomatillo y el tutiá, podrían ayudar a mantener la interacción *T. absoluta* - *P. dignus* en los cultivos. *P. dignus* exhibe una mayor especificidad por la especie hospedadora, parasitando únicamente a *T. absoluta*, independientemente de la especie vegetal en la que esta se halle (Salas Gervassio *et al.*, 2016). Este braconido ataca también a *T. absoluta* en el cultivo de berenjena, otra solanácea cultivada de importancia para la Argentina, logrando la interacción una dinámica de parasitoide-hospedador en forma natural (Salas Gervassio *et al.*, 2016). En el laboratorio, las hembras de *P. dignus* tampoco muestran un período pre-reproductivo cuando atacan a larvas hospederas en la planta de berenjena, aunque se alarga su tiempo de oviposición (~ 4 días). La tasa instantánea de ataque (a'), medida en forma similar al trabajo de Luna *et al.* (2007), fue algo superior a la obtenida en plantas de tomate (0,24). Estos resultados indican que, aunque existen algunas diferencias, *P. dignus* se comportaría de manera similar como enemigo natural de *T. absoluta* en ambos cultivos (Salas Gervassio *et al.*, 2018).

Una primera evaluación del uso de *P. dignus* como agente de control de *T. absoluta* en el cultivo de tomate mediante liberaciones aumentativas inoculativas en invernáculos revelaron que, a una densidad de 10 hospedadores por planta, una tasa de suelta de 3 hembras del parasitoide produce \approx 62 % de parasitismo (medido como cocones formados), siendo más altos que la liberación a

una tasa mayor (5 avispas por planta). Esto sugiere que el control de la polilla a densidades del parasitoide mayores de 3 hembras, podría verse afectado por un fenómeno de interferencia mutua por parte de las avispas en la unidad experimental (una planta encerrada en una jaula). Del mismo modo se probó que a densidades menores del hospedador, la liberación de 1 o 2 avispas de *P. dignus* no afectó el porcentaje de parasitismo, mientras que, a la menor densidad probada, de 2 hospedadores no se registró parasitismo, lo que podría indicar la disminución de la eficiencia de búsqueda del parasitoide a menores densidades del hospedador (Salas Gervasio *et al.*, 2019b). En un estudio reciente se comenzó a evaluar el uso de *P. dignus* como agente de control biológico de *T. absoluta* en diversas regiones del país donde la producción de tomate es relevante. Para que un agente pueda ser ampliamente utilizado, es importante determinar si existen limitaciones para su uso, debido a potenciales diferencias intra-específicas de poblaciones locales o *strains* geográficos. Estudios comparativos de características morfométricas, biológicas y ecológicas de las distintas poblaciones locales permitirán conocer la variación interpoblacional por adaptación local de este parasitoide, y evaluar su éxito potencial como agente de control en distintas regiones. Cabe mencionar que la información biológica y ecológica sobre *P. dignus* ha sido obtenida a partir colonias generadas con individuos provenientes de la provincia de Buenos Aires (Luna *et al.*, 2007; Nieves *et al.*, 2015; Vallina *et al.*, 2012,). A partir de material analizado proveniente de cultivos de tomate de Salta y Jujuy (Norte de Argentina) y Río Negro (Alto Valle de Río Negro), y comparado con especímenes colectados en el Norte de Buenos Aires, Vallina *et al.* (ms enviado) mostraron que si bien cada población local de *P. dignus* presenta variaciones morfométricas (medidas como proporciones del tamaño del ala anterior, cabeza, pata posterior y ovipositor), estas son interfértiles, es decir, no presentan aislamiento reproductivo, produciendo descendencia viable. Se espera que esta información, y otras investigaciones en marcha sobre esta temática, contribuyan a diseñar y establecer crías masivas de *P. dignus* de calidad, que resulten en el control exitoso de la plaga en aquellas áreas o regiones donde mejor se desempeñen.

EL ECTOPARASITOIDE LARVAL *Dineulophus phthorimaeae*

Este microhimenóptero ha sido reportado en la Argentina y Chile, asociado a *T. absoluta* en cultivos de tomate (de Santis, 1983) y de berenjena (Salas Gervasio *et al.*, 2016). En nuestro país se registra en cultivos de Tucumán y del Norte de la provincia de Buenos Aires. Se desconocen otros insectos hospederos. Es de hábito solitario, la hembra coloca casi siempre un único huevo sobre el hospedador, y una vez emergida la larva, esta crece y se alimenta desde el exterior, aunque protegida dentro de la mina en la que también se halla la larva de *T. absoluta*. Tiene preferencia por el tercer estadio larval (L3) de *T. absoluta*. Las pupas se forman y quedan protegidas endofíticamente (Figura 4).

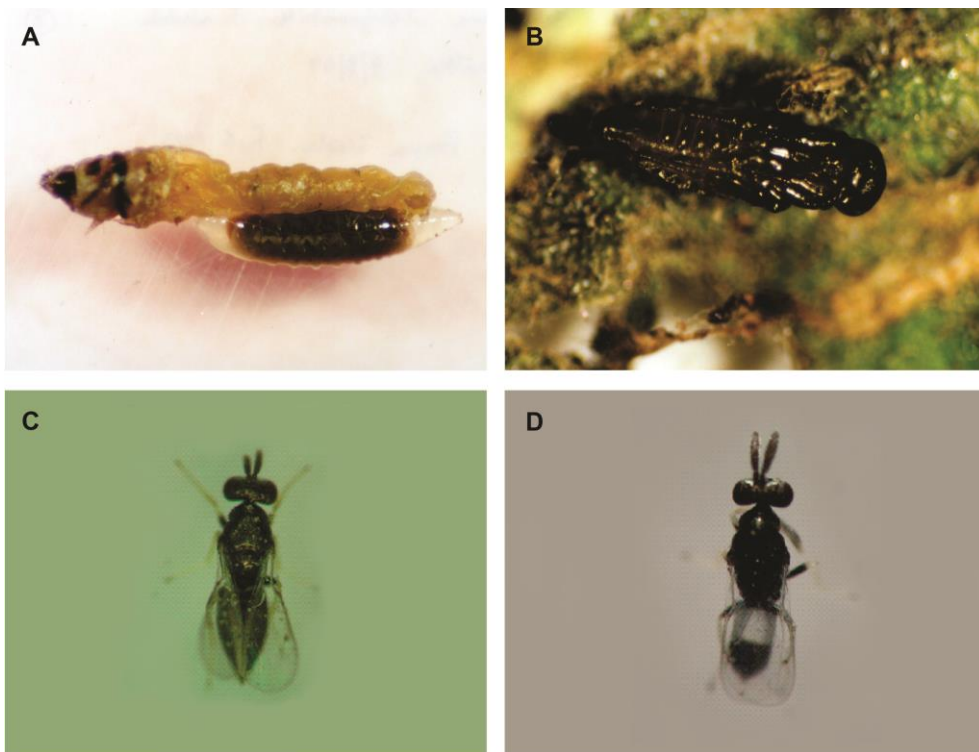


Figura 4. Estados de desarrollo del ectoparasitoide larval *Dineulophus phthorimaeae*: (A) larva (L3) del ectoparasitoide alimentándose la larva hospedera; (B) pupa; (C) y (D) hembra y macho adultos, respectivamente.

Luna *et al.* (2010) estudiaron parámetros ecológicos en el laboratorio y encontraron que el estado pre-imaginal (de huevo a pupa) dura unos 11 días, los adultos viven entre 9 (machos) y 12 días (hembras). También se determinó que su fecundidad es muy baja (< 5 huevos por hembra) (Luna *et al.*, 2010; Savino

et al., 2012). A diferencia de *P. dignus*, el ectoparasitoide *D. phthorimaeae* presenta una estrategia reproductiva extremadamente sinovigénica, es decir, que la hembra al momento de la emergencia carece del complemento de oocitos maduros, los cuales va madurando durante su vida adulta, para lo cual necesitan obligatoriamente alimentarse de hospedadores (fenómeno conocido como *host-feeding* letal y no concurrente, es decir, sin parasitismo) unos días antes de oviponer. Esto contribuye también a una mortalidad significativa de larvas de *T. absoluta* (Savino et al., 2012). La coexistencia de *P. dignus* y *D. phthorimaeae* atacando larvas de *T. absoluta* en cultivos de tomate es bastante común. Es por ello que se plantearon estudios para dilucidar algunos aspectos de las interacciones interespecíficas que puedan explicar tal coexistencia. Esta es una temática de la ecología de gran implicancia para el control biológico (Brodeur y Boivin, 2006; Hawkins y Cornell, 1999; Messelink et al., 2014). Ambas especies tienen una superposición parcial de su nicho alimenticio (larva hospedera de tercer estadio) y muestran biología contrastantes, ya que una es un ectoparasitoide idiobionte y la otra, un endoparasitoide koinobionte. En un trabajo de laboratorio, donde se analizó el multiparasitismo, es decir, la utilización de un hospedador por dos o más hembras pertenecientes a diferentes especies de parasitoides, se demostró que las hembras de *D. phthorimaeae*, dependiendo de su edad utilizaron a los hospedadores de forma diferente, evitando atacar a aquellas larvas que se encontraban previamente parasitadas por *P. dignus*. A medida que envejecen, las avispas no evitan utilizar larvas previamente parasitadas por el endoparasitoide. Este resultado sugiere que *D. phthorimaeae* podría reconocer y discriminar larvas previamente parasitadas por la otra especie, una información relevante si se desea utilizar ambos parasitoides en el control biológico de *T. absoluta* (Savino et al., 2016). La coexistencia de las especies de parasitoides puede ser promovida en el campo por la variabilidad espacial y temporal del uso del recurso, o cuando la especie más eficaz en la competencia se ve limitada por otras condiciones ambientales. En este caso, aun cuando la predicción de que los parasitoides idiobiontes, como *D. phthorimaeae*, son casi siempre competitivamente superiores a los koinobiontes, como *P. dignus* (Hawkins, 1994), las evidencias de estudios en cultivos de tomate mostraron que ocasionalmente las larvas de *T. absoluta* pueden ser multiparasitadas (~10 % del parasitismo total de larvas).

Por otra parte, se registró que ambos parasitoides actuando conjuntamente pueden causar hasta 80% de mortalidad de larvas hospedadoras (Savino, 2014).

CONSIDERACIONES FINALES

Los estudios realizados sobre dos de las especies de parasitoides que más comúnmente atacan larvas de *T. absoluta* muestran que *P. dignus* es un agente de biocontrol potencialmente efectivo para ser utilizado en el control biológico de esta plaga en diversas regiones de la Argentina, basado en liberaciones aumentativas (control biológico aumentativo) y a través de la disminución y/o eliminación del uso de plaguicidas no selectivos y de la búsqueda de otras alternativas de manejo que favorezcan su persistencia (control biológico por conservación). Por otra parte, el uso del ectoparasitoide *D. phthorimaeae* pareciera más factible por medio de tácticas de control biológico por conservación en programas de MIP. La evidencia de estudios de campo indica que ambos parasitoides larvales no solo son capaces de coexistir, sino que actuando en conjunto podrían ejercer un muy buen control de la plaga. Además, el control ejercido por otros enemigos, tanto parasitoides y depredadores, puede contribuir al manejo de *T. absoluta*.

Créditos de las fotografías: Jorge Barneche, Franco D'Auro, María G. Luna, Eliana Nieves, Nadia Salas Gervassio y Vivina Savino. Elaboró las figuras: DCV Laura Morote.

Tabla 1. Lista de especies de parasitoides de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina (extraída de Salas Gervasio *et al.*, 2019a).

Superfamilia/Familia	Especies	Modo de parasitismo ^a	Nativo /Importado	Referencias
CHALCIDOIDEA				
Aphelinidae	<i>Encarsia porteri</i> (Mercet)	Parasitoide de huevos	N	Cáceres <i>et al.</i> (2011), Luft <i>et al.</i> (2015)
Chalcididae	<i>Conura bruchi</i> (Blanchard)	Parasitoide de pupas (también hiperparasitoide)	N?	De Santis (1967), De Santis y Monetti (2008).
Encyrtidae	<i>Copidosoma koehleri</i> Blanchard	Endoparasitoide de huevo-prepupa (también hiperparasitoide)	N?	De Santis (1967, 1979)
Eulophidae	<i>Dineulophus phthorimaeae</i> De Santis	Ectoparasitoide larval	N	De Santis (1983, 1989), Botto (1999), Colomo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Neochrysocharis formosus</i> (Westwood)	Endoparasitoide de larva-prepupa (también hiperparasitoide)	I?	Luna <i>et al.</i> (2011)
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma fasciatum</i> (Perkins)	Parasitoide de huevos	I	De Santis (1979), Colomo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Trichogramma minutum</i> Riley	Parasitoide de huevos (también hiperparasitoide)	I	Desneux <i>et al.</i> (2010).
	<i>Trichogramma nerudai</i> Pintureau & Gerding	Parasitoide de huevos	N	Cáceres <i>et al.</i> (2011), Riquelme Virgala y Botto (2010)
	<i>Trichogramma pintoi</i> Voegelé	Parasitoide de huevos	I	Desneux <i>et al.</i> (2010).
	<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Parasitoide de huevos	N	Colomo <i>et al.</i> (2002), Cáceres <i>et al.</i> (2011), Querino y Zucchi (2011), Luft <i>et al.</i> (2015).
	<i>Trichogramma rojasi</i> Nagaraja & Nagarkatti	Parasitoide de huevos	N	Botto (1999), Colomo <i>et al.</i> (2002), Cáceres <i>et al.</i> (2011), Luft <i>et al.</i> (2015)
	<i>Trichogrammatoidea bactrae</i> Nagaraja	Parasitoide de huevos	I	Riquelme Virgala y Botto (2010), Cagnotti <i>et al.</i> (2018)

continúa en la página siguiente

Superfamilia/Familia	Especies	Modo de parasitismo ^a	Nativo /Importado	Referencias
ICHNEUMONOIDEA				
Braconidae	<i>Bracon lucileae</i> Marsh	Endoparasitoide de larvas jóvenes	N	Berta y Colomo (2000), Colomo <i>et al.</i> (2002), Cáceres <i>et al.</i> (2011),
	<i>Bracon lulensis</i> Berta & Colomo	Endoparasitoide de larvas jóvenes	N	Berta y Colomo (2000)
	<i>Bracon tutus</i> Berta & Colomo	Endoparasitoide de larvas jóvenes	N	Berta y Colomo (2000)
	<i>Pseudapanteles (=Apanteles) dignus</i> (Muesebeck)	Endoparasitoide de larva-prepupa	N	Botto (1999), Colomo <i>et al.</i> (2002), Cáceres <i>et al.</i> (2011), Salas Gervasio <i>et al.</i> (2016)
Ichneumonidae	<i>Campoplex haywardi</i> Blanchard	Endoparasitoide de larva- pupa	N	Colomo <i>et al.</i> (2002), Desneux <i>et al.</i> (2010).

a: definido según Mills (1994) (Ver Capítulo 2).

BIBLIOGRAFÍA

- Berta, C.D. & Colomo, M.V. (2000). Dos especies nuevas de *Bracon* F. y primera cita para la Argentina de *Bracon lucileae* Marsh (Hymenoptera, Braconidae), parasitoides de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Insecta Mundi*, 14, 211-219.
- Botto, E.N. (1999). Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58, 58-64.
- Brodeur, J. & Bouvin, G. (2006). *Trophic and Guild Interactions in Biological Control*. 249 p. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Cáceres, S., Aguirre, A., Miño, V. & Almonacid, R. (2011). Líneas de trabajo para el manejo integrado de la polilla del tomate en Corrientes. Resúmenes del Taller La Polilla del Tomate en la Argentina: estado actual del conocimiento y prospectiva para un manejo integrado de plagas (INTA-UNLP). pp. 7. 7-8/11/2011. FCNyM, UNLP, Buenos Aires, Argentina.
- Cagnotti, C.L., Andorno, A.V., Hernández, C.M., Paladino, L.C., Botto, E.N. & López, S.N. (2016). Inherited sterility in *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): pest population suppression and potential for combined use with a generalist predator. *Florida Entomologist*, 99, 87-94.
- Cagnotti, C.L., Riquelme Virgala, M., Botto, E.N. & López, S.N. (2018). Dispersion and persistence of *Trichogrammatoidea bactrae* (Nagaraja) over *Tuta absoluta* (Meyrick), in tomato greenhouses. *Neotropical Entomology*, 47, 553-559.
- Cagnotti, C.L., Viscarret, M., Riquelme, M.B., Botto, E.N., Carabajal, L.Z., Segura, D.F. & López, S.N. (2012). Effects of X-rays on *Tuta absoluta* for use in inherited sterility programmes. *Journal of Pest Science*, 85, 413-421.
- Colomo, M.V., Berta, D.C. & Chocobar, M.J. (2002). El complejo de himenópteros parasitoides que atacan a la "polilla del tomate" *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina. *Acta Zoologica Lilloana*, 46, 81-92.
- Cordo, H., Logarzo, G., Braun, K. & Di Iorio, O. (2004). *Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas*. 734 p. Buenos Aires, Argentina: Sociedad Entomológica Argentina.
- D'Auro, F. & Luna, M.G. (2019). Reanálisis de la respuesta funcional de *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), un parasitoides de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). VII Reunión Argentina de Parasitoidólogos, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. 11-13/09/2019. *SEMIÁRIDA Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 29(Supl.), 19-21.
- De Santis, L. & Monetti, N.C. (2008). Lista de himenópteros parasitoides y depredadores de los insectos de Argentina: primer suplemento. En: Llorente-Bousquets, J. & Lanteri, A.A. *Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos*. Cap. 5. (pp. 91-139). D.F, México: UNAM- RIBES-CYTED.
- De Santis, L. (1967). *Catálogo de los himenópteros argentinos de la serie Parasítica, incluyendo Bethyloidea*. 337 p. La Plata, Buenos Aires, Argentina: CICBA.
- De Santis, L. (1979). *Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos*. 488 p. La Plata, Buenos Aires, Argentina: CICBA.
- De Santis, L. (1983). Un nuevo género y dos nuevas especies de eulófidos neotropicales (Insecta, Hymenoptera). *Revista Peruana de Entomología*, 26, 1-4.

- De Santis, L. (1989). Catálogo de los Himenopteros Calcidoideos (Hymenoptera) al sur de los Estados Unidos, segundo suplemento. *Acta Entomológica Chilena*, 15, 47.
- Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T. & Urbaneja, A. (2011). The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science*, 84, 403-408.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K.A.G., Burgio, G., Arpaia, S., Narvaez-Vasquez, C.A,... & Urbaneja, A. (2010). Biological invasion of European tomato crops *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83, 197-215.
- Fernández-Triana, J.L., Janzen, D.H., Hallwachs, W., Whitfield, J.B., Smith, M.A. & Kula, R. (2014). Revision of the genus *Pseudapanteles* (Hymenoptera, Braconidae, Microgastrinae), with emphasis on the species in area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica. *ZooKeys*, 446, 1-82.
- Galarza, J. (1984). Laboratory assessment of some Solanaceous plants as possible food plants of tomato moth *Scrobipalpula absoluta*. *IDIA*, 421/424, 30-32.
- Garrido, S.A., Cichón, L.I., Lago, J.D., Aquino, D.A., Vallina, C. & Luna, M.G. (2017). Primer registro de *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Arg.*, 76, 46-49.
- Greco, N.M., Cabrera Walsh, G. & Luna, M.G. (2020). Biological control in Argentina. (pp 21-42). In: van Lenteren, J.C., Bueno, V.H.P., Luna, M.G., & Colmenarez, Y. (Eds.). *Biological control in Latin America and the Caribbean: its rich history and bright future*. Wallington, Reino Unido: CABI. 550 p.
- Hawkins, B.A. & Cornell, H.V. (1999). *Theoretical Approaches to Biological Control*. 412 p. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hawkins, B.A. (1994). *Pattern and process in host-parasitoid interactions*. 190 p. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lietti, M.M., Botto, E.N. & Alzogaray, R.A. (2005). Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 34, 113-119.
- Luft, E., Luna, M.G., Galise, G., Speranza, S. & Virla, E. (2015). Mortalidad natural de huevos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Argentina e Italia, y primera mención de *Encarsia porteri* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae) afectando sus poblaciones. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de UNCuyo*, 47, 219-229.
- Luna, M.G., Desneux, N., & Schneider, M.I. (2016). Encapsulation and self-superparasitism of *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *PLoS ONE*, 11(10), e0163196.
- Luna, M.G., Pereyra, P.C. Coviella, C.E., Nieves, E., Savino, V., Salas Gervasio N.G., Luft, E., Virla, E. & Sanchez, N.E. (2015). Potential of biological control agents against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): current knowledge in Argentina. *Florida Entomologist*, 98, 489-494.
- Luna, M.G., Sánchez, N.E. & Pereyra, P.C. (2007). Parasitism of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) by *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) under laboratory conditions. *Environmental Entomology*, 36, 887-893.

- Luna, M.G., Wada V.I. & Sánchez, N.E. (2010). Biology of *Dineulophus phthorimaeae* (Hymenoptera: Eulophidae) and field interaction with *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), larval parasitoids of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato. *Annals of the Entomological Society of America*, 103, 936-942.
- Luna, M.G., Wada, V.I., La Salle, J. & Sánchez, N.E. (2011). *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a newly recorded parasitoid of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Argentina. *Neotropical Entomology*, 40, 412-414.
- Messelink, G.J., Bennison, J., Alomar, O., Ingegno, B.L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F.L. (2014). Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59, 377-393.
- Mitidieri, M.S. & Polack, L.A. (2012). *Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y EN de tomate y pimiento*. (2da Ed.). 89 p. Buenos Aires, Argentina: EEA San Pedro, Ediciones INTA.
- Nieves, E., Pereyra, P.C., Luna, M.G., Medone, P. & Sanchez N.E. (2015). Laboratory population parameters and field impact of the larval endoparasitoid *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) on its host *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops in Argentina. *Journal of Economic Entomology*, 108, 1553-1559.
- Nieves, E.L. (2013). *Evaluación del parasitoide Pseudapanteles dignus (Hymenoptera: Braconidae) como agente de control biológico de la polilla del tomate Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae)*. (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina. 117 p. Recuperado de <http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>.
- Pereyra, P.C. & Sanchez, N.E. (2006). Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 35, 671-676.
- Polack, L.A. & Strassera, M.E. (2018). Jornada de Control Biológico en Tomate. 05/04/2018. CEI Gorina – INTA EEA AMBA - MAIBA. Buenos Aires, Argentina.
- Ponti, L., Gutierrez, A.P. & Altieri, M.A. (2015). Holistic approach in invasive species research: The case of the tomato leaf miner in the Mediterranean Basin. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39, 436-468.
- Puch, L. (2011). Presencia de *Pseudapanteles dignus* (Mues) en larvas de polilla de tomate (*Tuta absoluta*) en la localidad de Yuto, provincia de Jujuy. *En: Resúmenes del Taller La Polilla del Tomate en la Argentina: estado actual del conocimiento y prospectiva para un manejo integrado de plagas (INTA-UNLP)*. pp. 23. 7-8/11/2011. FCNyM, UNLP, Buenos Aires, Argentina.
- Querino, R.B. & Zucchi, R.A. (2011). *Guia de identificação de Trichogramma para o Brasil*. 103 p. Brasília, Brasil: Embrapa. Recuperado el 04/07/2019, de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143227/1/Trichogramma-FINAL.pdf>
- Riquelme Virgala, M.B. & Botto, E. (2010). Estudios biológicos de *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de huevos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 39, 612-617.

- Salas Gervasio, N.G., Aquino, D., Vallina, C., Biondi, A., & Luna, M.G. (2019^a). A re-examination of *Tuta absoluta* parasitoids in South America for optimized biological control. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1343-1357.
- Salas Gervasio, N.G. (2017). *Perspectivas del uso del endoparásitoide nativo Pseudapanteles dignus (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de la polilla del tomate Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Evaluación a campo* (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tesis_1472.pdf
- Salas Gervasio, N.G., Luna, M.G., D'Auro, F. & Sánchez, N.E. (2018). Performance of *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in eggplant. *Journal of Economic Entomology*, 111(2), 528-532.
- Salas Gervasio, N.G., Luna, M.G., Lee, S., Salvo, A. & Sánchez, N.E. (2016). Trophic web associated with the South American tomato moth *Tuta absoluta*: implications for its conservation biological control in Argentina. *Agricultural and Forest Entomology*, 18, 137-144.
- Salas Gervasio, N.G., Luna, M.G., Minardi, G.M., & Sánchez, N.E. 2019b. Assessing inoculative releases of *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) for the biological control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Crop Protection*, 124, 104830. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.05.024>
- Sánchez, N.E., Pereyra, P.C. & Luna, M.G. (2009). Spatial patterns of parasitism of the solitary parasitoid *Pseudapanteles dignus* (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae) on the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae). *Environmental Entomology*, 38, 365-374.
- Savino, V. (2014). *Biología reproductiva del ectoparásitoide Dineulophus phthorimaeae de Santis y su interacción con el endoparásitoide Pseudapanteles dignus (Muesebeck). Implicancias para el control biológico de la polilla de tomate Tuta absoluta (Meyrick)* (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/43363/Documento_completo..pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Savino, V., Coviella, C.E. & Luna, M.G. (2012). Reproductive biology of *Dineulophus phthorimaeae* De Santis (Hymenoptera: Eulophidae), a natural enemy of the tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Insect Science*, 12, 153. doi: 10.1673/031.012.15301
- Savino, V., Luna, M.G., Salas Gervasio, N.G. & Coviella, C. (2016). Interspecific interactions between two *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) larval parasitoids with contrasting life histories. *Bulletin of Entomological Research*, 107(1), 32-38. doi: 10.1017/S0007485316000547.
- Urbaneja, A., Vercher, R., Navarro, V., García Marí, F. & Porcuna, J.L. (2007). La polilla del tomate *Tuta absoluta*. *Phytoma*, 194, 16-23.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). (2011). *New pest response guidelines tomato leafminer (Tuta absoluta)*. 180 p. Riverdale, Maryland, USA: USDA-APHIS-PPQ-EDP Emergency Management.

- Vallina, C., Aquino, D.A., Minardi, G., Puch, L., Garrido, S., Sánchez, N. E. & Luna, M.G. Characterization of the local populations of the larval endoparasitoid *Pseudapanteles dingus* (Hymenoptera: Braconidae) in Argentina: morphometry and reproductive compatibility. *BioControl*, (ms enviado). # Artículo/Manuscrito entregado para la publicación
- van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W.J. & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63, 39-59. doi: 10.1007/s10526-017-9801-4.
- Vargas, H.C. (1970). Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Idesia*, 1, 75-110.

Los cambios tecnológicos que acompañaron a la producción hortícola y las consecuencias de ese manejo impactaron negativamente en diversos niveles de la producción. Uno de los problemas a resolver es el de las plagas y enfermedades. Para diseñar sistemas hortícolas sustentables, el control biológico es una alternativa viable que se presenta como un desafío en nuestro país.

Este libro compila escritos y trabajos específicos de destacados especialistas argentinos relacionados con alternativas biológicas para el control de plagas en cultivos hortícolas.

Creemos que estas páginas son un aporte para el perfeccionamiento en técnicas de manejo más sustentables con ejemplos concretos para el control de las plagas agrícolas en la producción hortícola.

ISBN 978-987-8333-43-4



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina