

Artículo Original

Parasitoides de larvas del Orden Lepidoptera en cultivos hortícolas en el Campus Universitario de San Lorenzo, Paraguay *Larvae parasitoids of the order lepidoptera in vegetable crops in San Lorenzo, Paraguay*

So Ra Kim Han¹, ***Claudia Carolina Cabral Antúnez^{1*}**, **María Bernarda Ramírez de López¹**, **Bolívar Rafael Garcete Barret²**

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.
San Lorenzo, Paraguay

²Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay

RESUMEN

Las larvas del Orden Lepidoptera son plagas importantes que causan daños significativos en los cultivos hortícolas. El control biológico por los parasitoides es una alternativa potencial para el manejo de estas. Con la finalidad de conocer el nicho de parasitoides de larvas del Orden Lepidoptera en los cultivos de brócoli, repollo, tomate y zapallito de tronco de manejo convencional del Centro Fruti-hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), se recolectaron larvas del Orden Lepidoptera en dichos cultivos. Se identificaron diez géneros de parasitoides, los cuales, fueron *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Carcelia* sp. (Diptera: Tachinidae), *Charops* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Euplectrus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Glyptapanteles* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), *Parapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), y *Pseudapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae). Se reportó por primera vez el parasitismo de *Carcelia* sp. y *Charops* sp. en larvas de *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae). Los parasitoides *Copidosoma* sp. fueron los responsables de mayor porcentaje de parasitismo (57,29%), seguido por *Pseudapanteles* sp. (48,48%) y *Chelonus* sp. (29,41%). La identificación de estos parasitoides es un aporte para el conocimiento de la fauna benéfica del país.

Palabras clave: control biológico, parasitismo, enemigos naturales.

ABSTRACT

The larvae of the Order Lepidoptera are important pests that cause significant damage to horticultural crops. Biological control by parasitoids is a potential alternative for their management. In order to know the niche of larvae parasitoids of the Order Lepidoptera in broccoli, cabbage, tomato and zucchini crops of conventional management of the Fruit-horticultural Center of the Faculty of Agricultural Sciences (FCA) of the National University of Asunción (UNA), larvae of the Order Lepidoptera were collected in said cultures. Ten genera of parasitoids were identified, which were *Apanteles* sp. (Hymenoptera:

Autor de correspondencia: **Claudia Carolina Cabral Antúnez.** Docente Investigador de dedicación completa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Email: claudia.cabral@agr.una.py

Fecha de recepción: Octubre 2021 Fecha de aceptación: Diciembre 2021



Braconidae), *Carcelia* sp. (Diptera: Tachinidae), *Charops* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Euplectrus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Glyptapanteles* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), *Parapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), and *Pseudapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae). Parasitism of *Carcelia* sp. and *Charops* sp. in larvae of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae). The parasitoids *Copidosoma* sp. were responsible for the highest percentage of parasitism (57.29%), followed by *Pseudapanteles* sp. (48.48%) and *Chelonus* sp. (29.41%).

Keywords: Biological control, parasitismo, natural enemies.

INTRODUCCIÓN

Las plagas del Orden Lepidoptera en cultivos hortícolas causan daños directos en el producto comercial o daños indirectos al reducir el área fotosintética por la defoliación de las mismas, de tal manera que pueden reducir hasta 99% del rendimiento de la producción (Maish, 2019; Sarwar, 2014; Bhat *et al.*, 2011; Alam, 1986).

Con el intento de reducir el uso de insecticidas por su impacto negativo en el ambiente, la resistencia a varios ingredientes activos de insecticidas de este grupo de plagas y la demanda de los consumidores por productos más ecológicos, se está apuntado más al control biológico, siendo las plagas lepidópteros los más estudiados en el área (Stiling & Cornelissen, 2005). Los enemigos naturales reducen significativamente la población de las plagas al causar alta mortalidad y baja fecundidad de las mismas, de los cuales, se destacan los parasitoides himenópteros (Stiling & Cornelissen, 2005; Debach, 1977).

Los primeros pasos para implementar el control biológico es la identificación de las plagas y de los enemigos naturales y la determinación de la capacidad de parasitismo/depredación (Salas-Araiza & Salazar-Solís 2003). Por tanto, se halló de suma importancia identificar los parasitoides en un huerto de San Lorenzo, Paraguay para conocer la composición de este nicho de esta zona, y a su vez estimar el porcentaje de parasitismo de cada especie de parasitoide.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron todas las larvas del Orden Lepidoptera encontradas dentro de los cultivos de brócoli, repollo, tomate y zapallito de tronco de manejo convencional entre los meses de abril y octubre en intervalos de 14 días en el Centro Fruti-hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Paraguay, ubicado entre las coordenadas 25°20' latitud sur y 57°31' longitud oeste. La recolección de larvas fue de forma manual en frascos de plástico y posteriormente fueron trasladadas al Laboratorio de la División de Entomología del Área de Protección Vegetal FCA-UNA. Las mismas fueron criadas en condiciones controladas de 25±5°C de temperatura, 70±10% de humedad relativa y 12 horas de fotofase, y alimentadas diariamente con hojas frescas del cultivo procedente. Los parasitoides emergidos de las larvas fueron identificados en el Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Finalmente se calculó el porcentaje de parasitismo (Bahena-Juárez & Velázquez-García, 2012).

$$\% \text{ Parasitismo} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de larvas parasitadas}}{\text{n}^{\circ} \text{ de larvas \u00fasiles}} \times 100$$

El n\u00famero de larvas \u00fasiles era la diferencia entre el total de larvas colectadas del hospedero de cada especie de parasitoide y las muertas del mismo grupo por manejo, enfermedad, o escape, mientras que las larvas parasitadas por la especie de parasitoide en cuesti\u00f3n eran cuantificadas solamente a partir de las larvas \u00fasiles

RESULTADOS

Parasitoides identificados

Se encontraron larvas de *Diaphania hyalinata* (Crambidae) en cultivo de zapallito de tronco, larvas de *Plutella xylostella* (Plutellidae) en cultivos de repollo y br\u00f3coli, larvas de *Tuta absoluta* (Gelechiidae) en cultivo de tomate, larvas de las Sub Familia Plusiinae (Noctuidae) y del complejo Spodoptera (Noctuidae) en cultivos de tomate y repollo. Emergieron parasitoides en todos los grupos de plaga excepto en las larvas de la Sub Familia Plusiinae en el cultivo de repollo (Tabla 1).

Se identificaron diez g\u00e9neros de parasitoides, los cuales fueron *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Carcelia* sp. (Diptera: Tachinidae), *Charops* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Euplectrus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), dos especies del g\u00e9nero *Glyptapanteles* (Hymenoptera: Braconidae), *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), *Parapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Pseudapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

Tabla 1. Plagas del Orden Lepidoptera y parasitoides hallados en cultivos de br\u00f3coli, repollo, tomate y zapallito de tronco. San Lorenzo, Paraguay. 2021.

Cultivo	Lepidoptera	Parasitoide
Br\u00f3coli	<i>Plutella xylostella</i>	<i>Oomyzus sokolowskii</i>
Repollo	<i>Plutella xylostella</i>	<i>O. sokolowskii</i>
	Plusiinae	-
	<i>Spodoptera</i>	<i>Parapanteles</i> sp.
Tomate	Plusiinae	<i>Copidosoma</i> sp. <i>Euplectrus</i> sp., <i>Glyptapanteles</i> spp.
	<i>Spodoptera</i>	<i>Chelonus</i> sp.
	<i>Tuta absoluta</i>	<i>Pseudapanteles</i> sp.
Zapallito de tronco	<i>Diaphania hyalinata</i>	<i>Apanteles</i> sp. <i>Carcelia</i> sp. <i>Charops</i> sp.

Se ha observado el parasitismo de *Apanteles* sp. sobre larvas de *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) del cultivo de zapallito de tronco.

En este trabajo *Chelonus* sp. fue encontrado en larvas del complejo *Spodoptera* del cultivo de tomate. Por su parte *Copidosoma* sp. parasitó larvas de la Sub Familia Plusiinae del cultivo de tomate.

Euplectrus sp. emergió a partir de las larvas de la Sub Familia Plusiinae del cultivo de tomate. Se ha encontrado dos especies de *Glyptapanteles*, las cuales, parasitaron a larvas de la Sub Familia Plusiinae del cultivo de tomate. *Oomyzus sokolowskii* parasitó larvas de *Plutella xylostella* en los cultivos de repollo y brócoli.

Parapanteles sp. parasitó larva de *Spodoptera* sp. del cultivo de repollo. Por otro lado, se ha observado el parasitismo de *Pseudapanteles* sp. en *Tuta absoluta*.

Porcentaje de parasitismo

La mayoría de las especies de parasitoides no alcanzaron el 10,00% de parasitismo (Tabla 2). Las especies que superaron el 10,00% fueron *Copidosoma* sp. (57,29%), *Pseudapanteles* sp. (48,48%) y *Chelonus* sp. (29,41%), dentro de las cuales, los dos primeros presentaron alrededor del 50% de parasitismo.

Tabla 2. Larvas útiles del hospedero, larvas parasitadas y porcentaje de parasitismo por especie de parasitoide. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2021

Hospedero	Parasitoide	% de parasitismo
	<i>Apanteles</i> sp.	6,67
<i>D. hyalinata</i>	<i>Carcelia</i> sp.	2,22
	<i>Charops</i> sp.	2,22
<i>Spodoptera</i>	<i>Chelonus</i> sp.	29,41
	<i>Parapanteles</i> sp.	5,88
<i>P. xylostella</i>	<i>Oomyzus sokolowskii</i>	9,13
<i>T. absoluta</i>	<i>Pseudapanteles</i> sp.	48,48
	<i>Copidosoma</i> sp.	57,29
	<i>Euplectrus</i> sp.	1,04
Plusiinae	<i>Glyptapanteles</i> sp. 1	4,17
	<i>Glyptapanteles</i> sp. 2	1,04

Copidosoma sp. fue el principal parasitoide que atacaba a larvas de la Sub Familia Plusiinae en el cultivo de tomate cuyo porcentaje de parasitismo era de 57,29%.

A su vez, no se puede dejar de lado a la competencia inter-especifica entre los parasitoides de las larvas de la Sub Familia Plusiinae en el cultivo de tomate

ya que la misma es uno de los factores que más afecta a la estructura del nicho de los parasitoides (Ehler, 1992).

En cuanto al porcentaje de parasitismo de *Pseudapanteles* sp., el mismo presentó un valor de 48,48%, mayor que en otros trabajos similares.

DISCUSIÓN

Existen reportes de *Apanteles impiger* y *Apanteles* spp. como parasitoides de larvas de *Diaphania hyalinata* en cultivos de pipián, pepino y calabaza (Rodezno-Rodríguez & Rodríguez-Flores, 2007; Goning et al., 2003; Medina-Gaud et al., 1989; Pena et al., 1987).

No se ha encontrado ningún registro de parasitismo de *Carcelia* sp. y *Charops* sp. en larvas de *D. hyalinata*, por lo que estos ejemplares constituyen el primer reporte de parasitismo en este hospedero en Paraguay. Sin embargo, hay registros de parasitismo de *Carcelia* spp. en otras especies de la familia Crambidae (CABI, 2021; Waterhouse, 1998; Chien et al., 1984) y de *Charops* spp. en otras especies de la familia Crambidae (Ganapathy, 2010; Shepard & Barrion, 1998; Chien et al., 1984; Odebiyi, 1982).

En diferentes partes del mundo se ha observado el parasitismo de *Chelonus* spp. en larvas de *Spodoptera exigua* y *S. litura* en cultivos hortícolas (Alvarado-Rodríguez, 1987; Rai, 1974).

En Paraguay ya hay registros de parasitismo de *Copidosoma* spp. en larvas de la Sub Familia Plusiinae (Ortiz-Irala, 2017; Peña-Gómez, 2017). En otros países también se ha observado el parasitismo de *Copidosoma floridanum* sobre especies de esta sub familia en el cultivo de tomate (Murillo-Pacheco et al., 2018; Murillo et al., 2012; Gallardo-Covas, 2005; Bosque et al., 1996).

Se ha registrado el parasitismo de *Euplectrus* spp. en *Trichoplusia ni* (Noctuidae: Plusiinae) y *Rachiplusia nu* (Noctuidae: Plusiinae) (Murillo-Pacheco et al., 2018; Murillo et al., 2012). En otros trabajos también hallaron parasitismo de este género en esta sub familia (Gallardo-Covas, 2005; Whitfield et al., 2002).

Muchos autores destacaron una atribución prometedora de *Oomyzus* para el manejo integrado de la polilla de la col en los cultivos crucíferas, especialmente en las zonas tropicales de tierras bajas (Sow et al., 2013; Talekar & Hu, 1996).

Hay registros de parasitismo de *Parapanteles scotti* y *P. gerontogae* en larvas de *Spodoptera cosmioides*, *S. eridania* y *S. exempta* (Freitas et al., 2019; Donaldson, 1991). Salas-Gervasio et al. (2019) citaron a *Pseudapanteles dignus* como la única especie del género *Pseudapanteles* entre los parasitoides de Tuta absoluta de la región neotropical. En Argentina, la misma especie es considerada como un agente potencial en control biológico aplicado de *T. absoluta* (Luna et al., 2015; Luna et al., 2012).

Alam (1986) quien reportó que *Copidosoma* spp. parasitaban 8% - 100% de *Pseudoplusia includens* en cultivos de tomate de Barbados cuyo promedio era 80%; y de Jones et al. (1982) quienes hallaron que *C. truncatellum* parasitó 33% - 58% de las larvas de *Trichoplusia ni*. El alto/moderado porcentaje de parasitismo de este parasitoide podría ser por la alta tasa de reproducción del parasitoide y la alta especificidad de hospedero ya que *Copidosoma floridanum* es un parasitoide poliembriónico específico a larvas de la Sub Familia Plusiinae que puede emerger hasta 2000 individuos a partir de un huevo (Grbic et al., 1996; Noyes, 1988).

También cabe destacar que el porcentaje de parasitismo de las otras especies parasitoides emergidas de las larvas de la Sub Familia Plusiinae (*Euplectrus* sp. y *Glyptapanteles* spp.) en el cultivo de tomate fue menor al 5%. Esto concuerda con Hawkins (1994) y Altieri *et al.* (1993) quienes afirmaron que una o unas pocas especies dentro de un complejo de parasitoides regulan la población de los hospederos plagas en la mayoría de los casos.

En varios estudios ya se ha observado mayor sobrevivencia de *Copidosoma floridanum* en casos de multiparasitismo con otras especies de parasitoides en larvas de la Sub Familia Plusiinae (Yamamoto *et al.*, 2007; Uka *et al.*, 2006; Utsunomiya & Iwabuchi, 2003; Strand *et al.*, 1990). Esto se debe por las larvas soldados producidas junto con las larvas reproductivas de *C. floridanum* y por una sustancia proteica liberada en la hemolinfa del hospedero que paraliza a la otra especie de larvas de parasitoide (Uka *et al.*, 2006).

En los cultivos de tomate convencionales bajo invernadero Garrido *et al.* (2017) hallaron 23,8% y 20,5% de parasitismo en los dos muestreos, mientras que Sánchez *et al.* (2009) presentaron 17,06% y 27,53% de parasitismo de *Pseudoapanteles*. Esta diferencia se pudo dar lugar porque las larvas de este trabajo fueron recolectadas en parcelas ya cosechadas y en parcelas de un mes, en las cuales, se realizaron poca aplicación de insecticidas y manejo de malezas, los cuales proveen menor mortalidad, mayor refugio y alimentación a los parasitoides, y por tanto atribuyen al aumento de la población de parasitoides como en los trabajos de Nieves *et al.* (2015) y Polack (2008) en donde el porcentaje de parasitismo llegó a superar el 60%.

Además, *Pseudapanteles* sp. presenta atributos que lo hace un agente potencial en el control biológico por su alta capacidad de búsqueda, alta especificidad de hospedero, buena sincronización con el hospedero y buena adaptabilidad a las condiciones climáticas. *Pseudapanteles dignus* es un parasitoide nativo de Sudamérica cuyos hospederos se reducen a especies de la familia Gelechiidae asociadas a plantas de la Familia Solanaceae (Salas-Gervassio *et al.*, 2019). Además, este parasitoide presenta una sincronización estacional con *Tuta absoluta* sin presentar preferencia sobre algún instar larval, más el porcentaje de parasitismo es independiente a la densidad del hospedero (Luna *et al.*, 2012).

Durante la realización del trabajo la principal limitación ha sido contar con ejemplares para la comparación de especímenes y en ausencia de los mismos, este trabajo constituye un gran aporte para el conocimiento de la fauna benéfica.

CONCLUSIÓN

En las condiciones en las que fue realizada el experimento, se puede concluir que: Se identificaron los parasitoides *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Carcelia* sp. (Diptera: Tachinidae), *Charops* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Euplectrus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Glyptapanteles* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), *Parapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), y *Pseudapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) asociados a los cultivos estudiados.

Conflicto de interés: Ninguno.

Contribución de los autores: So Ra Kim Han: Ejecutor de la colecta y cría de plagas y enemigos naturales. Redacción.

Claudia Carolina Cabral Antúnez: Planificación, guía y corrector de Artículo Científico.

Maria Bernarda Ramírez de López: Colaborador de la cría de insectos.

Bolivar Rafael Garcete Barret: Identificación de Parasitoides y sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, MM. (1986). *Vegetable pests and their natural enemies in Barbados*. In Annual Meeting (22, 1986, St. Lucia). St. Croix, Estados Unidos, Caribbean Food Crops Society.
- Altieri, MA; Cure, JR; Garcia, MA. (1993). *The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems*. In LaSalle, J; Gauld, ID (eds.). Hymenoptera and biodiversity. Wallingford, Reino Unido, C.A.B. International. p. 257-275.
- Alvarado-Rodríguez, B. (1987). Parasites and disease associated with larvae of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), infesting processing tomatoes in Sinaloa, Mexico. *The Florida Entomologist*, 70(4), 444-449.
- Bahena-Juárez, F; Velázquez-García, JJ. (2012). *Manejo agroecológico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el valle de Morelia-Querendaro, Michoacán*. Uruapan, México. 81 p.
- Bhat, DM; Bhagat, RC; Qureshi, A. (2011). A survey of insect pests damaging vegetable crops in Kashmir Valley (India), with some new records. *Journal Entomology Research*, 35(1), 85-91.
- Bosque, JLI; Figueras, M; Izquierdo, J. (1996). Parasitismo sobre Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) en tomate. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 22, 683-692.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International, Reino Unido). 2021. *Chilo auricilius* (gold-fringed rice borer) (en línea). Wallingford, Reino Unido, CABI.
- Chien, CC; Chou, LY; Chiu, SC. (1984). Biology and natural enemies of *Hedylepta indicata* in Taiwan. *Journal of Agricultural Research of China*, 33(2), 81-189.
- Debach, P. (1977). *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Arroyo, M; Cándido, S (trads.). Madrid, España, Mundi-Prensa. 399 p.
- Donaldson, JS. (1991). Three new species of Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) from South Africa with notes on *Glyptapanteles acraeae* (Wilkinson). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 54(1), 29-37.
- Ehler, LE. (1992). Guild analysis in biological control. *Environmental Entomology*, 21(1), 26-40.
- Freitas, JG; Takahashi, TA; Figueiredo, LL; Fernandes, PM; Camargo, LF; Watanabe, IM; Foerster, LA; Fernandez-Triana, J; Shimbori, EM. (2019). First record of *Cotesia scotti* (Valerio and Whitfield, 2009) (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae) comb. Nov. parasitizing *Spodoptera cosmioides* (Walk, 1858) and *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 63(3), 238-244.
- Gallardo-Covas, F. (2005). Parasitoids of *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on the south coast of Puerto Rico. *Journal of Agriculture University of Puerto Rico*, 89(1-2), 119-122.
- Ganapathy, N. (2010). Spotted pod borer, *Maruca vitrata* Geyer in legumes: ecology and management. *Madras Agricultural Journal*, 97(7-9), 199-211.
- Garrido, SA; Cichon, LI; Lago, JD; Aquino, DA; Vallina, C; Luna, MG. (2017). Primer registro de *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 76(1-2), 46-49.

- Gonring, AHR; Picanço, MC; Guedes, RNC; Silva, EM. (2003). Natural biological control and key mortality factors of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) in cucumber. *Biocontrol Science and Technology*, 13 (3), 361-366.
- Grbic, M; Nagy, L; Strand, M. (1996). *Pattern duplications in larvae of the polyembryonic wasp Copidosoma floridanum*. *Development Genes and Evolution* 206: 281-287.
- Hawkins, BA. (1994). *Pattern and process in host-parasitoid interactions*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press. 204 p.
- Jones, D; Jones, G; Van Steenwyk, RA; Hammock, BD. (1982). Effect of the parasite *Copidosoma truncatellum* on development of its host *Trichoplusia ni*. *Annals of the Entomological Society of America*, 75(1), 7-11.
- Luna, MG; Sánchez, NE; Pereyra, PC; Nieves, E; Savino, V; Luft, E; Virla, E; Speranza, S. (2012). Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: evaluation of indigenous insects as natural enemies. *Bulletin OEPP/EPPO* 42(2):260-267.
- Luna, MG; Pereyra, PC; Coviella, CE; Nieves, E; Savino, V; Salas-Gervassio, NG; Luft, E; Virla, E; Sánchez, NE. (2015). Potential of biological control agents against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): current knowledge in Argentina. *Florida Entomologist*, 98(2), 489-494.
- Maish, SC. (2019). Lepidopterous pests, biology and its effect on vegetable crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 593-597.
- Medina-Gaud, S; Abreu, E; Gallardo, F; Franqui, RA. (1989). Natural enemies of the melonworm, *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae), in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 73(4), 313-320.
- Murillo, H; Hunt, DWA; Vanlaerhoven, SL. (2012). Larval parasitoids of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), in field tomato crops in southwestern Ontario. *Journal of the Entomological Society of Ontario* 143:115-119.
- Murillo-Pacheco, H; Vanlaerhoven, SL; Marcos-García, MA; Hunt, DW. (2018). Food web associations and effect of trophic resources and environmental factors on parasitoids expanding their host range into non-native hosts. *The Netherlands Entomological Society*, 166, 277-288.
- Nieves, EL; Pereyra, PC; Luna, MG; Medone, P; Sánchez, NE. (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(4), 1553-1559.
- Noyes, JS. (1988). *Copidosoma truncatellum* (Dalman) and *C. floridanum* (Ashmead) (Hymenoptera, Encyrtidae), two frequently misidentified polyembryonic parasitoids of caterpillars (Lepidoptera). *Systematic Entomology*, 13(2), 197-204.
- Odebiyi, JA. (1982). Parasites of the cotton leafroller, *Sylepta derogata* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) in south-western Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, 72(2), 329-333.
- Ortiz-Irala, NN. (2017). Parasitismo de larvas de lepidópteros en soja (*Glycine max* L. Merrill) en el departamento de Alto Paraná. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 34 p.
- Pena, JE; Waddill, VH; Elsey, KD. (1987). Survey of native parasites of the pickleworm, *Diaphania nitidalis* Stoll, and melonworm, *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae), in Southern and Central Florida. *Environmental Entomology*, 16 (5), 1062-1066.
- Peña-Gómez, SMG. (2017). Parasitismo natural de larvas de lepidópteros en soja *Glycine max* (L.) Merrill en el departamento de Itapúa. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 51 p.
- Polack, LA. (2008). Interacciones tritróficas involucradas en el control de plagas de cultivos hortícolas. Tesis Ph. D. La Plata, Argentina, Universidad Nacional de La Plata.
- Rai, PS. 1974. Record of *Chelonus formosanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae), a parasite of *Spodoptera litura* (Fabricius) from Mysore State. *Current Science*, 43(1), 30.
- Rodezno-Rodríguez, DM; Rodríguez-Flores, OR. (2007). Incidencia y parasitismo de *Diaphania* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en *Cucumis melo*, *Cucumis sativus* y

- Cucurbita argyrosperma*, Santa Adelaida, Estelí. Tesis Ing. Agr. Estelí, Nicaragua, UCATSE.
- Salas-Araiza, MD; Salazar-Solís, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria*, 13(1), 29-35.
- Salas-Gervasio, NG; Aquino, D; Vallina, C; Biondi, A; Luna, MG. (2019). A re-examination of *Tuta absoluta* parasitoids in South America for optimized biological control. *Journal of Pest Science*, 92, 1343-1357.
- Sánchez, NE; Pereyra, PC; Luna, MG. (2009). Spatial patterns of parasitism of the solitary parasitoid *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environmental Entomology*, 38(2), 365-374.
- Sarwar, M. (2014). Some insect pests (Arthropoda: Insecta) of summer vegetables, their identification, occurrence, damage and adoption of management practices. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, 1(4), 108-117.
- Shepard, BM; Barrion, AT. (1998). Parasitoids of insects associated with soybean and vegetable crops in Indonesia. *Journal of Agricultural Entomology*, 15(3), 239-272.
- Sow, G; Arvanitakis, L; Niassy, S; Diarra, K; Bordat, D. (2013). Life history traits of *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of the diamondback moth. *African Entomology*, 21(2), 231-238.
- Stiling, P; Cornelissen, T. (2005). What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biological control agent performance. *Biological Control*, 34(3), 236-246.
- Strand, MR; Johnson, JÁ; Culin, JD. (1990). Intrinsic interspecific competition between the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum* and solitary endoparasitoid *Micropplitis demolitor* in *Pseudoplusia includens*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 55(3), 275-284.
- Talekar, NS; Hu, WJ. (1996). Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga* 41:45-52.
- Uka, D; Tsuyoshi, H; Kikuo, I. (2006). Physiological suppression of the larval parasitoid *Glyptapanteles pallipes* by the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum*. *Journal of Insect Physiology*, 52, 1137-1142.
- Utsunomiya, A; Iwabuchi, K. (2003). Interspecific competition between the polyembryonic wasp *Copidosoma floridanum* and the gregarious endoparasitoid *Glyptapanteles pallipes*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104(2-3), 353-362.
- Waterhouse, DF. (1998). Biological control of insect pests: southeast Asian prospects. Canberra, Australia, ACIAR. 548 p. (ACIAR Monograph; n° 51).
- Whitfield, JB; Benzing, A; Ponce, F. (2002). Review of the *Glyptapanteles* species (Hymenoptera: Braconidae, Microgastrinae) attacking noctuids in field crops in the neotropical region, with descriptions of two new species from the Ecuadorian Andes. *Journal of Hymenoptera Research*, 11(1), 152-165.
- Yamamoto, D; Henderson, R; Corley, LS; Iwabuchi, K. (2007). Intrinsic, inter-specific competition between egg, egg-larval and larval parasitoids of Plusiinae loopers. *Ecological Entomology*, 32(2), 221-228.