



Parasitismo de huevos de lepidópteros plagas (Insecta: Lepidoptera) por *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en tomate (*Solanum lycopersicum*)¹

Egg parasitism of Lepidoptera pests (Insecta: Lepidoptera) by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in tomato (*Solanum lycopersicum*)

Jorge Salas², Francisco Ferrer-Wurst³

¹ Recepción: 10 de marzo, 2021. Aceptación: 3 de septiembre, 2021. Este trabajo formó parte del proyecto de investigación “Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas en el estado Lara”, financiado por Convenio Instituto Nacional de Investigaciones (INIA) - Gobernación del Estado Lara, Venezuela.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Lara), Barquisimeto, Venezuela. salasjl@hotmail.com (<http://orcid.org/0000-0002-8379-5034>).

³ Corporación de Desarrollo Endógeno y Economía Social. Gobernación del Estado Lara, Venezuela. donfranciscowurst@gmail.com (autor para correspondencia; <http://orcid.org/0000-0001-7064-4379>).

Resumen

Introducción. El perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) y los minadores de la hoja *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), afectan la producción de tomate en diferentes áreas en Venezuela. El parasitismo de sus huevos por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) es una valiosa alternativa de control de bajo costo y sustentable que combinado con otras formas de control sería un excelente componente del Manejo Integrado de Plagas. **Objetivo.** Evaluar el parasitismo ejercido por *T. pretiosum* sobre las poblaciones de plagas lepidópteras en tomate. **Materiales y métodos.** La evaluación se realizó en todas las siembras entre junio y agosto de 2017, desde la tercera semana después del trasplante hasta dos semanas después de la última floración, en las localidades El Pueblito, Los Ejidos del Hato y El Vigiadero, municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela. Se liberaron los adultos del parasitoide y posteriormente, se recolectaron los folíolos para evaluar el parasitismo de los huevos de las especies minadoras. Al iniciarse la fructificación, se colectaron frutos pequeños y medianos incluyendo el cáliz y fueron cortados cuidadosamente del pedúnculo floral. En ambos casos se realizó el conteo de los huevos. **Resultados.** En todas las evaluaciones, se registró un parasitismo que varió en 43 y 53 % para *N. elegantalis* y entre 16 y 48 % para las especies minadoras de las hojas. En el laboratorio, el parasitismo para *P. operculella* y *T. absoluta* varió entre 88 y 84 % cuando los huevos estuvieron separados, al estar juntos se observó un mayor parasitismo de huevos de *P. operculella* (76 %) versus *T. absoluta* (44 %). **Conclusiones.** *T. pretiosum* ejerció un parasitismo significativo sobre los huevos de las tres especies lepidópteras estudiadas en siembras de tomate en Venezuela.

Palabras claves: *Neoleucinodes*, *Phthorimaea*, *Tuta*, *Trichogramma*, manejo integrado de plagas, hortalizas.



Abstract

Introduction. The tomato fruit borer *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), and the leafminers *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), affect tomato production in different areas in Venezuela. The parasitism of their eggs by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is a valuable low-cost and sustainable control alternative that combined with other forms of control would be an excellent component of Integrated Pest Management. **Objective.** To evaluate the parasitism exerted by *T. pretiosum* on the lepidopteran pest populations in tomato. **Materials and methods.** The evaluation was carried out in all sowings between June and August 2017, from the third week after the transplant until two weeks after the last flowering, in the localities of El Pueblito, Los Ejidos del Hato, and El Vigiadero, Jiménez municipality, Lara state, Venezuela. Parasitoid adults were released and subsequently leaflets were collected to evaluate the parasitism of the eggs of the leafminer species. At the onset of fruiting, small and medium-sized fruits including the calyx were collected and carefully cut from the floral peduncle. In both cases, eggs were counted. **Results.** In all evaluations, a parasitism varied between 43 and 53 % for *N. elegantalis*, and between 16 and 48 % for leafminer species was recorded. In the laboratory, the parasitism for *P. operculella* and *T. absoluta* ranged between 88 and 84 %, when eggs were separated, when eggs were together, a higher parasitism of *P. operculella* eggs (76 %) versus *T. absoluta* (44 %) was observed. **Conclusions.** *T. pretiosum* exerted a significant parasitism on the eggs of the three-lepidopteran species in tomato crops in Venezuela.

Keywords: *Neoleucinodes*, *Phthorimaea*, *Tuta*, *Trichogramma*, integrated pest management, vegetable crops.

Introducción

El complejo de insectos plaga conformado por el perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) y los minadores de la hoja *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), representa una gran amenaza para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) en áreas bajas y altas del estado Lara y en el resto de Venezuela. *N. elegantalis* destruye total y exclusivamente al fruto, mientras que *P. operculella* y *T. absoluta* atacan al follaje y a los frutos. El control de estas plagas en las áreas antes mencionadas, generalmente se ha enfocado en la utilización de insecticidas organosintéticos, los cuales no ejercen un control satisfactorio, en la mayoría de los casos el nivel de acción es muy bajo y su uso no es sustentable en el tiempo. Esta situación sugiere el uso combinado de otras alternativas de control, dentro del enfoque conocido como manejo integrado de plagas (MIP). Dentro de las técnicas del MIP, el control biológico es una de ellas.

Los parasitoides de huevos del género *Trichogramma*, han sido ampliamente estudiados y utilizados en muchos países como agentes de control biológico (Fuentes et al., 2012). El parasitoide de huevos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), ha sido reportado mundialmente como un importante controlador biológico de huevos de diferentes especies plagas del orden Lepidoptera. *T. pretiosum* ha sido señalada como un importante controlador de *Spodoptera cosmioides* Walker a nivel de laboratorio a diferentes temperaturas (Cabezas et al., 2013). Esta misma especie ha causado un parasitismo entre 60-100 % de *Alabama argillacea* Hubner y *Heliothis virescens* (F.) en siembras de algodón en Brasil (Fernandes et al., 1999). *T. pretiosum* se reportó por Massaroli et al. (2014) como un parasitoide de natural ocurrencia en siembras de soja en la región de Mato Grosso, Brasil, el cual parasita huevos de especies de los géneros *Spodoptera* y *Helicoverpa*. Recientemente, *T. pretiosum* liberado por métodos terrestre y aéreo (dron) contra plagas lepidópteras en siembras de soja en Uruguay, alcanzaron los mejores resultados por debajo de los umbrales de intervención sanitaria (Basso et al., 2020). A nivel de laboratorio, Laurentis et al. (2019), encontraron a *T. pretiosum* como una útil herramienta para el manejo integrado del insecto plaga polífago *Heliothis armígera* en Brasil.

La polilla suramericana del tomate (*Tuta absoluta*), en condición de “plaga invasora” se reportó por primera vez en 2006 en Europa, en la provincia de Castellón ubicada al este de España. *T. absoluta* se ha expandido con gran rapidez en los últimos tres años (2007-2009) por casi todos los países del Mediterráneo, excepto el extremo oriental, así como por muchos países centroeuropeos (Ferrán-García & Vercher, 2010). Recientemente, Mukwa et al. (2021) reportaron por primera vez la presencia y el daño causado por *T. absoluta* en siembras de tomate localizadas en el área de Nsele en la República Democrática del Congo (RDC), al sureste de África. La presencia de esta plaga invasora en Europa, África y el Oriente Medio, ha conllevado al desarrollo de programas de investigación para su manejo integrado y el uso del control biológico a través de parasitoides y depredadores; entre ellos, parasitoides de huevos del género *Trichogramma* con especies nativas.

Trichogramma pretiosum ha sido reportado por parasitar huevos de *T. absoluta* en genotipos de tomate conteniendo una sustancia que les confiere resistencia a esa plaga, se observó el mayor parasitismo en el genotipo menos resistente (Rodrigues Gonçalves-Gervásio et al., 2000). Al evaluar el parasitismo de *T. pretiosum* junto a otras tres especies, con base en la densidad de liberación y la distancia desde el punto de liberación en invernaderos, *T. pretiosum* tuvo el menor parasitismo ejercido (Sarhan et al., 2015). En África, después de la aparición y establecimiento de *T. absoluta* en diversos cultivos y preferentemente en cultivos solanáceos, se ha planteado entre las estrategias de control el uso de depredadores y hasta trece diferentes especies de la avispa parasitoide del género *Trichogramma*, incluyendo a *T. pretiosum* (Tarusikirwa et al., 2020).

Otras especies de *Trichogramma* diferentes a *T. pretiosum*, han sido citadas como controladores de *T. absoluta*, con diferentes valores de parasitismo y considerados como exitosos, en algunos casos combinados con otras medidas de control y en diferentes condiciones y localidades. *T. achaeae* ha sido señalado como un muy exitoso controlador de *T. absoluta* con parasitismo entre 87-90 % (Cabello et al., 2009). Se reportó a *T. cacoeciae* como un altamente eficiente controlador de huevos de *T. absoluta* a nivel de laboratorio e invernaderos en el suroeste de Túnez, África del Norte (Zouba & Mahjoubi, 2010). Años más tarde, se evaluó nuevamente el parasitismo de huevos de *T. absoluta* ejercido *T. achaeae* y otra especie *T. urquijoi*, combinadas o no con el depredador *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae), se encontró que *T. achaeae* controló mejor las poblaciones que la otra especie y además se observó una competencia interespecífica del depredador en ambas especies de *Trichogramma* (Cabello et al., 2012). Otras especies de *Trichogramma* diferentes a *T. pretiosum*, han mostrado un bajo parasitismo en huevos de *T. absoluta* en siembras de tomate en Irán, mientras que *T. evanescens* fue la que infringió el mayor parasitismo (26,82 %) (Chamaani & Poorjavad, 2020). Nueve especies europeas de *Trichogramma* se evaluaron a nivel de laboratorio en la capacidad de parasitar, en comparación con *T. achaeae*, especie usada y disponible comercialmente, encontrándose que *T. nerudai*, *T. pintoi* y *T. cacoeciae* lograron un nivel de parasitismo similar a *T. achaeae* (Shäfer & Herz, 2020). En invernaderos, se evaluó el control biológico de huevos de *T. absoluta* por *T. brassicae* unido a otra medida de control de la plaga, en este caso una variedad resistente al ataque de la plaga, en ambos controles no solo redujo el daño causado, además disminuyeron el número de aplicaciones de insecticidas (Saeidi & Raeesi, 2021).

Publicaciones referentes al parasitismo de huevos de *P. operculella* en siembras de cultivos hospederos son limitadas. Se han reportado a adultos de *T. pretiosum* colectados de huevos de esta plaga presentes en tubérculos de papa almacenados en galpones en las zonas altas del estado Lara, Venezuela (Morales et al., 2007). Recientemente, se evaluó el potencial biológico de las especies *Trichogramma achaeae* y *T. cacoeciae* como agentes de control de *P. operculella* en España (Gallego et al., 2020). Ambas especies parecen ser buenos candidatos, ya que ejercieron 92,78 % y 70,88 % de parasitismo, respectivamente.

En cuanto al parasitismo de huevos de *N. elegantalis*, Blackmer et al. (2001) observaron y colectaron al parasitoide de huevos *T. pretiosum* al final de la época de siembra de tomate en San José de Uba, Brasil, en donde, conforme fue aumentando el número de huevos de *N. elegantalis*, se redujo el uso de insecticidas y el nivel de parasitismo aumentó de 2,4 a 28,7 % durante la últimas evaluaciones.

Se reportó un amplio grupo de enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* en Colombia, los cuales se encontraron en siembras afectando sus huevos, larvas y pupas, pero solo se informó de una especie no determinada del parasitoide de huevos *Trichogramma* en tomate (Díaz & Brochero, 2012). Se indicó a *T. pretiosum* como un promisorio agente de control biológico de esta plaga, después de liberarlo en siembras de tomate (Moura de Oliveira et al., 2017). También se evaluaron tres métodos de control sobre poblaciones de *N. elegantalis* en parcelas experimentales de tomate establecidas en el sector Los Ríos, municipio Seboruco, estado Táchira, Venezuela; estudio en el cual el tratamiento con el parasitoide de huevos *T. pretiosum*, registro la menor infestación (12,6 %), el mejor rendimiento y la mayor relación beneficio-coste (B/C), en relación a los otros métodos de control (Silva Alarcón, 2020).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el parasitismo ejercido por *T. pretiosum* sobre las poblaciones de plagas lepidópteras en tomate.

Materiales y métodos

Las evaluaciones del parasitismo ejercido por la avispa *T. pretiosum* sobre los huevos de *N. elegantalis* (perforador del fruto), y en *P. operculella* y *T. absoluta* (minadores de la hoja) se realizaron entre junio y agosto de 2017, en dos lotes por localidad de 2500 m² (50x50m) sembrados de tomate (*Solanum lycopersicum*), variedad Río Grande (Semillas Magna), tipo pera, establecidos en diferentes épocas en las localidades El Pueblito, Los Ejidos del Hato y El Vigiadero, cercanas a Quíbor, capital del municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela, ubicadas a 9° 53' N y 69° 39' O, 680 m.s.n.m. y con una temperatura y precipitación promedio de 30 °C y 575 mm, respectivamente.

Las avispas se obtuvieron del Laboratorio de la Asociación Nacional de Cultivadores de Algodón C. A. (ANCA C.A.), dispensadas en cartones con huevos de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae), previamente parasitados.

Los cartones de 50 o 100 pulg² de huevos de *T. pretiosum* prontos a emerger, se colocaron en frascos de plástico boca ancha de un galón, los cuales se taparon con una pieza de tela gruesa de color negro y se sujetaron con una banda de goma gruesa. Una vez que se observó el inicio de la emergencia de los parasitoides, se esperó a que hubiera un 90 % de emergencia, ya que la pared del frasco se oscurecía y se podían ver las avispas en movimiento. Al día siguiente, se realizó la liberación de las avispas en la tarde de 4-5 pm, para evitar las altas temperaturas. Las liberaciones se hicieron recorriendo al inicio el primer hilo de siembra del lote y luego se recorrió otro hilo de siembra cada diez hilos, o sea el hilo # 11 y así sucesivamente. El recorrido se hizo con el frasco abierto, el cual se acercaba a la planta; también se introdujo una hoja de papel facial blanco dentro del frasco, los parasitoides rápidamente se posaron en gran número y ese papel se colocó en el centro de una planta entre el follaje. Una vez que se recorrió la siembra bajo ese esquema, si aún quedaron avispas dentro del frasco, el lote se recorrió en reversa en la misma manera antes descrita. Cuando quedaron pocas avispas en el frasco, se colocaron trozos de cartón de 4 pulg², al azar y bien distribuidos, y se fijaron en una planta dentro del follaje con un trozo de cordel o un clip, con el fin de que aquellas avispas que no habían emergido lo hicieran posteriormente.

Se realizaron entre siete y nueve liberaciones del parasitoide en las tres localidades. En los dos lotes de siembra de cada localidad se hicieron liberaciones desde la tercera semana después del trasplante hasta el final del cultivo. En la localidad El Pueblito, se liberaron 900 pulg² en el primer lote y 1300 pulg² en el segundo. En Los Ejidos del Hato, se procedió de la misma manera, pero en el primer lote se liberaron 850 pulg² y en el segundo 1250 pulg², mientras que, en El Vigiadero, se liberaron 1200 pulg² en ambos lotes.

Para el muestreo de huevos de *N. elegantalis*, *P. operculella* y *T. absoluta*, se siguió la metodología de muestreo aleatorio simple por separado para los minadores de la hoja y el perforador del fruto. Cada localidad dividida en dos lotes de siembra, fue a su vez subdividida en cuatro sub-lotes o cuadrículas de (25x25 m) para un área de 625 m². Para

los minadores de la hoja (*P. operculella* y *T. absoluta*), en cada sub-lote se tomaron 50 foliolos al azar bien distribuidos en las diferentes plantas y aún dentro de los tres tercios de la misma, para un total de 200 foliolos por lote y por conteo, entre cuatro y cinco días después de la liberación. Esos foliolos se colocaron en bolsas plásticas con una pieza de papel absorbente, debidamente identificadas y se trasladaron en una cava refrigerada al laboratorio para el conteo de huevos parasitados o no. Para el conteo de los huevos en los frutos, se tomaron 25 por cada sub-lote para un total de 100 frutos por lote, incluyendo el cáliz, los cuales se cortaron cuidadosamente con una tijera de podar en la parte superior del pedúnculo floral, ya que mayormente *N. elegantalis* coloca sus huevos en el cáliz (Salas et al., 1991), mientras que *P. operculella* y *T. absoluta* lo hacen en ambas estructuras, pero preferiblemente sobre el fruto. Esos frutos se colocaron cuidadosamente en cartones de colocar huevos de gallina, los cuales a su vez, se pusieron en bolsas plásticas con una pieza de papel absorbente, debidamente identificadas y se trasladaron en una cava refrigerada al laboratorio para el conteo de huevos parasitados o no, en ambos casos con un microscopio estereoscópico.

Debido a que los huevos de ambas especies minadoras *P. operculella* y *T. absoluta* lucen muy similares, paralelamente al trabajo de campo y para determinar cuáles huevos de las dos especies eran parasitados en campo, se establecieron, en el laboratorio, crías por separado de ambas especies. Una vez obtenidos los huevos de cada una, se colocaron diez placas de Petri con diez huevos de cada especie para observar si eran parasitados. Para evaluar el parasitismo en ambas especies por separado, se colocaron al azar diez placas de Petri con cinco huevos de cada especie debidamente identificados (cinco de *P. operculella* y cinco de *T. absoluta*), y se contó el número de huevos parasitados o no. En ambas situaciones se introdujeron diez avispitas hembras recién emergidas por cada placa de Petri, bajo condiciones de temperatura de 20-22 °C, una humedad relativa del 65 % y una iluminación de 12:12 h. Los datos encontrados, se expresaron en porcentajes y se registraron en planillas diseñadas para tal fin. Se realizó un análisis de varianza no paramétrico para los factores localidad y tipo de plaga, en donde las diferencias de las medias se discriminaron por la prueba de Kruskal Wallis y prueba de t. Todos los análisis se realizaron con el Programa InfoStat versión 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

Resultados

Hubo parasitismo ejercido por *T. pretiosum* sobre las poblaciones de huevos de *N. elegantalis*, *P. operculella* y *T. absoluta*, en siembras de tomate establecidas en dos épocas y en tres localidades de Quibor.

Las localidades mostraron un comportamiento similar del parasitismo ejercido por *T. pretiosum* sobre los huevos del perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis*, así como sobre los minadores de la hoja. Sin embargo, el análisis mostró diferencias significativas entre el porcentaje de parasitismo ejercido por *T. pretiosum* sobre el perforador del fruto y los minadores de la hoja con valores de 48,45 % y 28,68 %, respectivamente (Cuadro 1).

En la localidad El Pueblito, el parasitismo de huevos de *N. elegantalis* en el primer lote de siembra alcanzó un 50,20 %, mientras que en la segunda siembra fue 51,30 %. En Los Ejidos del Hato fue similar en los dos lotes de siembra, con 48,20 y 52,70 %, respectivamente. En la localidad El Vigadero el parasitismo fue ligeramente menor, 42,72 y 45,60 %. Respecto al parasitismo de huevos de las especies de minadores de la hoja del tomate *P. operculella* y *T. absoluta*, en El Pueblito, el parasitismo observado fue 21,20 % en la primera siembra y 24,80 % en la segunda, mientras que en Los Ejidos del Hato el parasitismo observado fue casi el doble, 41,80 % y 47,64 %, respectivamente. En El Vigadero, se obtuvo el menor parasitismo con 16,00 y 20,70 % (Cuadro 2).

En el laboratorio, al observar los huevos de cada especie minadora de la hoja *P. operculella* y *T. absoluta*, se encontró que los huevos de ambas especies presentaron un parasitismo muy similar, cuando los huevos de cada especie estuvieron separados, con valores de 88 y 84 %, respectivamente. Sin embargo, se observó un parasitismo 32 % mayor en favor de *P. operculella* sobre *T. absoluta*, cuando estuvieron juntos (Cuadro 3). Estos porcentajes estuvieron dentro los rangos aceptados de la distribución binomial a un nivel de $p=95$ %.

Cuadro 1. Promedio del parasitismo de huevos de *N. elegantalis* y los minadores de la hoja (*Phthorimaea operculella* & *Tuta absoluta*) discriminados por la prueba de Kruskal Wallis en siembras de tomate (*Solanum lycopersicum*), en tres localidades en Quibor, municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela. 2017.

Table 1. Mean eggs parasitism of *N. elegantalis* and tomato leafminers (*Phthorimaea operculella* & *Tuta absoluta*) discriminated by the Kruskal Wallis test in tomato (*Solanum lycopersicum*) sowings in three localities in Quibor, Jiménez municipality, Lara state, Venezuela. 2017.

Localidad	Perforador del fruto <i>Neoleucinodes elegantalis</i>			Minadores de la hoja <i>Phthorimaea operculella</i> & <i>Tuta absoluta</i>		
	Huevos colectados	Huevos parasitados	% Parasitismo	Huevos colectados	Huevos parasitados	% Parasitismo
El Pueblito	297,00 a	151,00 a	50,75 a	235,50 a	55,00 a	22,99 a
Los Ejidos	491,00 a	249,50 a	50,45 a	224,00 a	101,00 a	44,70 a
El Vigiadero	273,00a	121,50a	44,16a	194,00a	36,50a	18,37a
Total			48,45A			28,68B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$) para cada una de las variables. / Means with a common letter are not significantly different ($p>0.05$) for each of the variables.

Cuadro 2. Parasitismo de huevos de *N. elegantalis* y los minadores de la hoja (*Phthorimaea operculella* & *Tuta absoluta*) por *T. pretiosum* en siembras de tomate (*Solanum lycopersicum*), en tres localidades en Quibor, municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela. 2017.

Table 2. Egg parasitism of *N. elegantalis* and tomato leafminers (*Phthorimaea operculella* & *Tuta absoluta*) by *T. pretiosum* in tomato (*Solanum lycopersicum*) sowings in three localities in Quibor, Jiménez municipality, Lara state, Venezuela. 2017.

Lotes	Localidad	% Parasitismo	
		Minadores de la hoja <i>Phthorimaea operculella</i> & <i>Tuta absoluta</i>	Perforador del fruto <i>Neoleucinodes elegantalis</i>
1	El Pueblito	21,20	50,20
	Los Ejidos	41,80	48,20
	El Vigiadero	16,00	42,72
2	El Pueblito	24,80	51,30
	Los Ejidos	47,64	52,70
	El Vigiadero	20,70	45,60
n		6	6
Media		28,68	48,45
Varianza		165,09	14,06

Media (2) - Media (1) = 19,77; LI (95) = 43,14; LS (95) = 6,4

P Hom Var = 0,0172

T = 3,62* gl = 6 p-valor = 0,011

*diferencia significativa. / *significant difference.

Cuadro 3. Parasitismo de huevos de *P. operculella* y *T. absoluta* por *T. pretiosum*. Laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Venezuela. 2017.

Table 3. Egg parasitism of *P. operculella* and *T. absoluta* by *T. pretiosum*. Laboratory of Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Venezuela. 2017.

Especies	# huevos contados	# huevos parasitados	% Parasitismo
			Límites de confianza (p=95 %)*
<i>P. operculella</i>	100	88	88 (80-94)
<i>T. absoluta</i>	100	84	84 (75-91)
<i>P. operculella</i> + <i>T. absoluta</i>	50+50	38+22	76 (67-84)+44 (34-54)

Se colocaron diez hembras de *Trichogramma* por cada especie. / Ten *Trichogramma* females were placed for each species.

*Según distribución binomial al 95 % de confianza. / * According to binomial distribution at 95 % confidence.

Discusión

El parasitoide *T. pretiosum* fue capaz de parasitar los huevos de *N. elegantalis* en una mayor proporción numérica que los de las especies minadoras de la hoja *T. absoluta* y *P. operculella*, según las pruebas de Kruskal Wallis y de t ($p=0,05$) (Di Rienzo et al., 2020).

Al comparar el parasitismo de huevos entre las especies minadoras *P. operculella* y *T. absoluta* en el laboratorio, ambas especies presentaron un alto parasitismo (88 y 84 %) al estar los huevos separados, mientras que, al estar juntos, el parasitismo fue mayor para *P. operculella* sobre *T. absoluta* (76 y 44 %). El parasitismo de huevos de estas tres especies lepidópteras que atacan el tomate y otros cultivos solanáceos, por *T. pretiosum* y otras especies de *Trichogramma* han sido referidos en variados cultivos y localidades a nivel mundial.

El parasitismo de huevos de *T. absoluta* por *T. pretiosum* en siembras de tomate es poco referido. Rodríguez Goncalves-Gervasio et al. (2000) lo reportaron combinado con otra estrategia de control en genotipos de tomate resistentes a esa plaga, observándose el mayor parasitismo en el genotipo menos resistente. Al evaluar el parasitismo de *T. pretiosum* junto a otras tres especies, teniendo en cuenta la densidad de liberación y la distancia desde el punto de liberación en invernaderos de tomate, Sarhan et al. (2015) encontraron que *T. pretiosum* ejerció el menor parasitismo. En África, después de la aparición y establecimiento de *T. absoluta* en diversos cultivos y, entre ellos los cultivos solanáceos, se ha planteado evaluar el parasitismo de hasta trece diferentes especies de la avispa parasitoide *Trichogramma*, incluyendo a *T. pretiosum* (Tarusikirwa et al., 2020).

Diferentes especies europeas de *Trichogramma* han sido evaluadas y algunas de ellas han resultado ser eficientes controladores de *T. absoluta*. Dentro de las especies controladoras reportadas se encuentran *T. achaeae* (Cabello et. al., 2009; 2012), *T. bactrae* (Riquelme Virgala & Botto, 2010; Sarhan et al., 2015), *T. cacoeciae* y *T. bourarachae* (Mansour et al., 2019; Zouba & Mahjoubi, 2010). Otras especies como *T. nerudai*, *T. pinto* y *T. cacoeciae* lograron un nivel de parasitismo similar a *T. achaeae*, especie usada y disponible a nivel comercial (Shäfer & Herz, 2020).

Al evaluar a *T. evanescens*, *T. principium* y *T. brassicae* en siembras de tomate en el campo, así como en jaulas en invernaderos, presentaron una capacidad parasitaria baja (menos del 8 %), aunque *T. evanescens* mostró la mayor capacidad de parasitismo (26,82 %) (Chamaani & Poorjavat, 2020). Pero se determinó que el control ejercido por *T. brassicae* unido a una variedad resistente, redujeron el daño causado y el número de aplicaciones de insecticidas (Saeidi & Raeesi, 2021). Otras especies de *Trichogramma* no especificadas, son citadas como efectivas en la reducción poblacional de *T. absoluta* (Abdel-Razek et al., 2019; Gaffar et al., 2016). Similar a lo que sucede con el número de referencias del parasitismo de huevos de las otras dos plagas. Adultos de *T. pretiosum* emergieron

de huevos de *P. operculella* en tubérculos de papa almacenados (Morales et al., 2007). Las dos especies parasitoides de huevos *T. achaeae* y *T. cacoeciae* usadas contra *T. absoluta*, son reportadas como exitosos agentes de control de *P. operculella* a nivel de laboratorio, registrándose una mortalidad total de huevos del 92,78 % para *T. achaeae* y 70,88 % para *T. cacoeciae* (Gallego et al., 2020).

T. pretiosum ha sido reportado por algunos autores por parasitar huevos de *N. elegantalis*. Lo colectaron al final de la época de siembra de tomate en San José de Uba, Brasil, cuando el número de huevos de *N. elegantalis* fue incrementándose y el uso de insecticidas reduciéndose con el consecuente aumento del nivel de parasitismo, el cual se incrementó a 28,7 % (Blackmer et al., 2001). Se reportó un amplio grupo de enemigos naturales de *N. elegantalis* en Colombia, los cuales se encontraron en siembras afectando sus huevos, larvas y pupas (Díaz & Brochero, 2012), pero solo se reportó una especie no determinada del parasitoide de huevos *Trichogramma* sp en tomate. Se indica que *T. pretiosum* se ha liberado con éxito en cultivos de tomate en Brasil, y por lo tanto, podría ser un agente de control biológico prometedor del barrenador de la fruta del tomate *N. elegantalis* (Moura de Oliveira et al., 2017). Tres métodos de control sobre poblaciones de *N. elegantalis* se evaluaron en parcelas experimentales de tomate establecidas en el sector Los Ríos, estado Táchira, Venezuela, y el tratamiento biológico a través del parasitoide de huevos *T. pretiosum*, registró la menor infestación, el mejor rendimiento y la mayor relación beneficio-costeo (B/C) en relación con los otros métodos de control (Silva Alarcón, 2020).

El parasitoide de huevos *T. pretiosum* mostró una preferencia de parasitismo, entre fruto y hojas. Hubo una preferencia por huevos de *N. elegantalis*, seguido de *P. operculella* y *T. absoluta*, a nivel de siembra, cuando las tres especies ocurrieron en un mismo tiempo, al considerar que la permanencia de *N. elegantalis* en el cultivo fue menor en tiempo a partir de la floración, mientras que *P. operculella* y *T. absoluta* lo hicieron desde semillero a fructificación. Además, esa preferencia por huevos de *P. operculella* se observó en el laboratorio bajo condiciones controladas.

Conclusiones

T. pretiosum ejerció un parasitismo significativo sobre los huevos de *N. elegantalis*, en comparación con los huevos de *P. operculella* y *T. absoluta*, en siembras de tomate en las condiciones de las localidades evaluadas en el estado Lara, Venezuela.

En el laboratorio, *T. pretiosum* mostró preferencia por los huevos de *P. operculella* versus los de *T. absoluta*, cuando los huevos de ambas especies estuvieron juntos.

Se sugiere la validación de *Trichogramma pretiosum* en programas de manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas que son atacados por estas especies plaga, ya que se presenta como una alternativa de control viable y sustentable.

Referencias

- Abdel-Razek, A. S., Masry, S. H. D., Sadek, H. E., & Gaafar, N. M. (2019). Efficacy of *Trichogramma* wasps for controlling tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 52(5–6), 443–457. <https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1634782>
- Basso, C., Chiaravalle, W., & Maignet, P. (2020). Effectiveness of *Trichogramma pretiosum* in controlling lepidopterous pests of soybean crops. *Agrociencia Uruguay*, 24(NE2), Article e419. <http://doi.org/10.31285/agro.24.419>
- Blackmer, J. L., Eiras, A. E., & de Souza, C. L. M. (2001). Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and parasitism rates by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

- on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. *Neotropical Entomology*, 30(1), 89–95. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100014>
- Cabello, T., Gallego Granados, J. R., Vila, E., Soler A., del Pino, M., Carnero, A., Hernández-Suárez, E., & Polaszek, A. (2009). Biological control of the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in tomato greenhouses of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49, 225–230.
- Cabello, T., Gámez, M., Varga, Z., Garay, J., Carreño, R., Gallego, J. R., Fernández, F. J., & Vila, E. (2012). Selection of *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae) for biological control of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) in greenhouse by entomo-ecological simulation model. *IOBC/WPRS Bulletin*, 80, 171–176.
- Cabezas G., F., Melo, M., García, M. S., Díez-Rodríguez, G. I., & Nava, D. E. (2013). Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre *Spodoptera cosmíodes* (Lepidoptera: Noctuidae) a diferentes temperaturas. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(2), 216–220.
- Chamaani, N., & Poorjavad, N. (2020). Low efficiency of four indigenous *Trichogramma* wasp populations, collected from tomato crops, in controlling the invasive pest *Tuta absoluta* in Iran. *Bulletin of Insectology*, 73(2), 171–180.
- Díaz, M., A. E., & Brochero, H. L. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 50–57.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo C. W. (2020). *InfoStat versión 2020*. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Fernandes, M. G., Busoli, A. C., & Degrande, P. E. (1999). Natural parasitism of *Alabama argillacea* Hub. and *Heliothis virescens* Fab. by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym: Trichogrammatidae) on cotton in the state of Mato Grosso do Sul. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28(4), 695–701. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000400012>
- Ferrán-García, M., & Vercher, R. (2010). Descripción, origen y expansión de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Phytoma*, 21, 16–20.
- Fuentes, S., F., Ferrer, W. F., & Salas A. J. (2012). *Reseña histórica del control biológico en Centroamérica y el Caribe*. Editorial Académica Española.
- Gaffar, S. A., Mikhail, W. Z., Sobhy, H., Elmasry, A. T., & Omar, H. I. H. (2016). Integrated pest management of leafminer moth, *Tuta absoluta* on tomato plants. *Egyptian Academy Journal of Biological Science, Toxicology & Pest Control*, 8(1), 43–55. <https://doi.org/10.21608/EAJBSF.2016.17132>
- Gallego, J. R., Mellado-López, L., & Cabello, T. (2020). Selección de una especie de *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) para el control biológico de la polilla de la patata *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) mediante el estudio del comportamiento de parasitación del huésped. *Información Técnica Económica Agraria*, 116(1), 2–18. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.013>
- Laurentis, V. L., Gomes Ramalho, D., Alves Santos, N., Pereira Carvalho, V. F., Vacari, A. M., De Bortoli, S. A., Sola Veneziani, R. C., da Costa Inácio, G., & Gomes Dami, B. (2019). Performance of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Scientific Reports*, 9, Article 1156. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37797-9>
- Mansour, R., Cherif, A., Attia-Barhoumi, S., Zappala, L., & Grissa-Lebdi, K. (2019). *Tuta absoluta* in Tunisia: ten years of invasion and management. *Phytoparasitica*, 47, 461–474. <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00748-9>

- Massaroli, A., Butnariu, A.R., & Doetzer, A.K. (2014). Occurrence of *Trichogramma* Parasitoids in Eggs of Soybean Lepidopteran Pests in Mato Grosso, Brazil. *International Journal of Biology*, 6(2), 97–103. <http://doi.org/10.5539/ijb.v6n2p97>
- Morales, J., Vásquez, C., Pérez B., N. L., Valera, N., Ríos, Y., Arrieche, N., & Querino, R. B. (2007). Especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de Lepidópteros en el Estado Lara, Venezuela. *Neotropical Entomology*, 36(4), 542–546. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400011>
- Moura de Oliveira, C., Vargas de Oliveira, J., Silva Barbosa, D. R., Oliveira Breda, M., de Franca, S. M., & Ribeiro Duarte, B. L. (2017). Biological parameters and thermal requirements of *T. pretiosum* for the management of tomato fruit borer (Lepidoptera: Crambidae) in tomatoes. *Crop Protection*, 99, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.04.005>
- Mukwa, L. F. T., Mukendi, J., Adakate, F. G., Bugeme, D. M., Kalonji-Mbuyi, A., & Ghimire, S. (2021). First report of the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its damage in the Democratic Republic of Congo. *BioInvasions Records*, 10(1), 33–44. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.1.05>
- Riquelme Virgala, M. B., & Botto, E. N. (2010). Biological studies on *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja egg parasitoid of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 39(4), 612–617. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400023>
- Rodrigues Gonçalves-Gervásio, R. C., Iorio Ciociola, A., Costa Santa-Cecília, L. V., & Maluf, W. R. (2000). Egg parasitism of *Tuta absoluta* by *Trichogramma pretiosum* in different genotypes of tomato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(6), 1269–1274. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000600024>
- Saeidi, Z., & Raeesi, M. (2021). Integration of resistant variety and biological agent to control tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick), under greenhouse conditions. *Bulletin of Entomological Research*, 111(3), 357–363. <https://doi.org/10.1017/S0007485320000735>
- Salas, J., Álvarez, C., & Parra, A. (1991). Contribución al conocimiento de la ecología del perforador del fruto de tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyraustidae). *Agronomía Tropical*, 41(5-6), 275–283.
- Sarhan, A. A., Osman, M. A. M., Mandour, N. S., & Abd El-Hady, M. A. (2015). Parasitization capability of four Trichogrammatid species against the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under different releasing regimes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 107–112.
- Shäfer, L., & Herz, A. (2020). Suitability of European *Trichogramma* species as biocontrol agents against the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Insects*, 11(6), 357.
- Silva Alarcón, I. (2020). Evaluación del control biológico, etológico y químico de *Neoleucinodes elegantalis* en tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Revista Ambientellania*, 3(1), 31–40. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ambientellania/article/view/888>
- Tarusikirwa, V. S., Mutamiswa, R., Machekano, H., Chidawanyika, F., & Nyamukondiwa, C. (2020). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on the “Offensive” in Africa: Prospects for Integrated Management Initiatives. *Insects*, 11(11), Article 764. <https://doi.org/10.3390/insects11110764>
- Zouba, A., & Mahjoubi, K. (2010). Biological control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) with release of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in tomato greenhouses in Tunisia. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4(Special Issue 2), 85–87.