

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i14edespdic.0253>

ESTRATEGIAS DE LIBERACIÓN DE *Diglyphus isaea* Walker Y *Coenosia attenuata* Stein EN EL CONTROL DE MINADOR (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard), IMBABURA-ECUADOR

RELEASE STRATEGIES OF *Diglyphus isaea* Walker AND *Coenosia attenuata* Stein IN THE CONTROL OF THE BLOOD MINER (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard), IMBABURA-ECUADOR

Imbaquingo Jhonny D. ¹; Prado Julia K. ²;
Cañarejo-Antamba Magali ³; Sánchez de Céspedes Ima-Sumac ⁴;
León-Espinoza Mónica Eulalia ⁵; Gómez-Cabezas Miguel ⁵

¹ Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Correo: jdimbaquingo@utn.edu.ec.

² Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: jkpradob@utn.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8836-3559>

³ Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: mcanarejoa@utn.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-1321>

⁴ Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: issanchez@utn.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6866-4485>

⁵ Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: meleone@utn.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9019-0287>

⁶ Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
Correo: mgomezcc@utn.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5248-0275>

Resumen

Liriomyza huidobrensis B. es una plaga económicamente importante en cultivos de vegetales y ornamentales, que ha desarrollado resistencia por el indiscriminado uso de pesticidas para su control, sin embargo, investigaciones han mostrado que existen diversos parasitoides y predadores que contribuyen a reducir su población. El objetivo de esta investigación se enfoca en buscar estrategias de liberación de enemigos naturales. A través de un diseño completamente al azar se implementaron cajas entomológicas de tela tul, dentro de las cuales se ubicaron cilindros PVC cubiertos de mallas con diferentes tamaños de orificio (1, 0.96 y 0.65 mm²). Los insectos se colectaron con una máquina aspiradora del cultivo de *Gypsophila paniculata* L, los cuales se colocaron en los cilindros PVC de cada caja, luego de 48 horas se contabilizaron el número de individuos de *Diglyphus isaea* W., *Coenosia attenuata* S. y *Liriomyza huidobrensis* B. en cada cámara. Los resultados mostraron que existe 96% de minadores, 3% de *D. isaea*, y menos del 1% de *C. attenuata*, mostrando diferencia en la liberación de parasitoides en los distintos tipos de mallas. En la malla de 1 y 0.96 mm², se liberó el 90%, mientras que en la malla de 0.65 mm², el 94% del total de *D. isaea*; a diferencia de *Liriomyza* que permaneció en el cilindro PVC entre el 58 y 75%. Esta investigación sugiere que la estrategia del uso de la aspiradora para control de minador es una herramienta eficiente para el manejo de control biológico, sin embargo, se debe considerar las mallas adecuadas y el tiempo indicado para la liberación de enemigos naturales.

Palabras clave: parasitoides, predadores, control biológico, aspiradora, malla.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 16 de septiembre de 2024.

Fecha de aceptación: 15 de noviembre de 2024.

Fecha de publicación: 10 de diciembre de 2024.



Abstract

Liriomyza huidobrensis B. is an economically important pest in vegetable and ornamental crops, which has developed resistance due to the indiscriminate use of pesticides for its control. However, research has shown that various parasitoids and predators contribute to reducing the population of this species. The objective of this research focuses on searching for strategies to release natural enemies. Using a completely randomized design, entomological boxes were located with PVC cylinders covered with meshes of varying hole sizes (1, 0.96, and 0.65 mm²). Insect populations were collected using a vacuum machine from a crop of *Gypsophila paniculata* L. Insect samples were placed in PVC cylinders within each box. After 48 hours, the number of individuals of *Diglyphus isaea*, *Coenosia attenuata*, and *Liriomyza huidobrensis* was counted in each chamber. The results showed that 96% of the leafminers, 3% of *D. isaea*, and less than 1% of *C. attenuata* exhibited a difference in the release of parasitoids through various types of mesh. In the study, 90% of the *D. isaea* population was released using the 1 mm² and 0.96 mm² mesh, while 94% was released with the 0.65 mm² mesh. In contrast, between 58% and 75% of *Liriomyza* remained trapped in the PVC cylinder. This research suggests that using a vacuum machine to control leaf miners can be an effective strategy for biological control. However, it is important to consider the appropriate mesh sizes and the optimal timing for the release of natural enemies.

Keywords: parasitoids, predators, biological control, vacuum machine, mesh.

1. Introducción

Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera: Agromyzidae), conocido como minador, es una plaga tropical que se encontró en Central y Sur América hasta 1980s (CABI 2021), categorizada como una plaga cuarentenaria en la Unión Europea (EPPO 2013). Es una plaga invasiva a nivel mundial que se alimenta de aproximadamente 365 plantas pertenecientes a 49 familias, de las cuales casi el 50% son cultivadas, incluyendo importantes frutas, vegetales y ornamentales (Weintraub et al. 2017), contribuyendo a pérdidas de rendimiento de hasta un 100% (Foba et al. 2015). Es considerada una

plaga secundaria, que comparte hospederos con el minador del tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), una plaga primaria del tomate y papa (Spencer 1973). Guedes et al. (2019) ha registrado su resistencia a varios insecticidas, sin embargo, aplicaciones frecuentes de agroquímicos para controlar *T. absoluta* ha causado que *L. huidobrensis* M. desarrolle resistencia a múltiples insecticidas (Reitz et al. 2013, Mullholland et al. 2022, Nguyen et al. 2024).

El manejo del minador se enfoca principalmente a través de pesticidas sintéticos y naturales, sin embargo, su efectividad ha sido reducida por

su uso indiscriminado, lo que ha ocasionado esta resistencia a varios grupos químicos, además de afectar negativamente a los enemigos naturales (Ferguson 2004, Abraham et al. 2013, Si et al. 2018). De ahí, el manejo integrado de plagas busca estrategias que provean un control efectivo y económico que minimice el daño de los enemigos naturales de los diferentes agroecosistemas (Xuan et al. 2018, Abdou et al. 2019). Así, el control biológico es un componente importante dentro del manejo integrado de plagas que se aplica para reducir el ataque de minador, se han reportado 140 especies de parasitoides, predadores y entomopatógenos (Minkenberg & van Lenteren 1986, Parella 1987, van der Linden 2004, Burgio et al. 2007, Llu et al. 2009).

Vega (2003) enlistó 72 especies de parasitoides de varios países, la mayoría provenientes de Sur América, siendo Braconidos y Eulophidos los más importantes, entre ellos *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), una de las pocas especies que está disponible de manera comercial (Chow & Heinz 2005). *D. isaea* es un

parasitoide gregario facultativo, en donde las hembras adultas ovipositan de uno a cinco huevos cerca a la larva del minador, cuando eclosiona, el parasitoide se alimenta de la larva de su hospedero por cerca de cinco días y pupa en la mina, los adultos parasitoides emergen aproximadamente en cinco días y viven alrededor de 10 (Minkenberg & Fredix 1989,

Por otro lado, existen predadores que contribuyen al control biológico de plagas, entre ellos *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae), conocida como mosca tigre, que es un predador generalista de estados larvales y adultos en plagas de invernadero (Pohl et al. 2012, Zou et al. 2021). Las plagas comunes que controla comprenden mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), Fungus gnats (Diptera: Sciaridae), minadores (Diptera: Agromyzidae), and moscas de la fruta (Diptera: Drosophilidae), entre otras (Tellez et al. 2009, Bautista-Martínez et al. 2017). La mosca tigre ha sido reportada en Ecuador, Perú, Colombia, Costa Rica, Chile, Venezuela, Mexico, Honduras, Brazil, Uruguay y Estados Unidos

(Martínez-Sánchez et al. 2002, Hoebeke et al. 2003, Perez 2006, Hernández-Ramírez 2008, Couri & Salas 2010, Bautista-Martínez 2017, Solano-Rojas et al. 2017, Couri et al. 2018, Orozco 2018, Giambiasi et al. 2020). *C. attenuata* exhibe una respuesta funcional tipo II para minadores, lo que significa que el predador, al inicio muestra un rápido incremento en el número de presas capturadas, seguido de una disminución progresiva de la proporción de presas debido al tiempo de consumo, atraparla, digestión o saciedad (Nowak et al 2008)

Los adultos de mosca tigre son predadores agresivos y rápidos, los adultos esperan en las plantas por su presa y apenas la observan en vuelo, ellas saltan y capturan generalmente durante el vuelo (Wardill et al. 2013). Estos individuos son capaces de reconocer su presa en un corto rango, por lo que es un predador que requiere rápidos fotoreceptores que habilitan su rápida respuesta visual durante sus acrobacias realizadas durante la caza de la plaga (González-Bellido et al. 2011), se alimentan generalmente de insectos del mismo tamaño o más pequeños

(Prieto et al. 2005). Las hembras depositan sus huevos en el suelo y las larvas son predadores activos también de organismos de suelo (Martins et al. 2014).

Chabi-Olaye et al. (2013) muestra que la diversidad de parasitoides locales asociados con *Liriomyza* en cultivos de hortalizas es menor al 6%, sin embargo, en hábitats naturales es posible que más de un enemigo natural comparta la presa u hospedero (Harvey et al. 2013). En este caso la interacción entre enemigos naturales podría incrementar la supresión de plagas donde existen efectos sinérgicos y aditivos o, al contrario, causar un efecto negativo en uno de ellos por la competencia (Tian et al. 2008, Muchemi et al. 2018). Al contrario, Mujica & Kroschel (2011) muestra que especies de *Liriomyza* son naturalmente controladas por un complejo de más de 60 especies de parasitoides sin efecto letal en la competencia interespecífica entre ellos.

Sin embargo, en algunos casos, uno de los problemas del control biológico en condiciones naturales es su baja población y efectividad en reducir las poblaciones de plagas,

Awadalla et al (2018) encontraron porcentajes de parasitismo de *D. isaea* de 0 a 29% en cultivos de arveja, mientras que la mosca tigre puede alimentarse de 5 a 11 presas por día, dependiendo de la especie de la presa (). Es por esto, por lo que liberaciones inundativas y aumentativas de predadores y parasitoides como parte de programas de manejo integrado de plagas en invernadero de vegetales, podría incrementar la efectividad en reducir las poblaciones de minador (Musundire et al. 2012, Fenoglio & Salvo 2009, Sensenbach et al. 2005, Muchemi et al. 2018).

Así, estudios han mostrado la eficiencia de *D. isaea* y *C. attenuata* como eficientes agentes de control biológico, dependiendo especialmente de la densidad de estos individuos, por lo que abordar estrategias de liberación de enemigos naturales dentro de un programa de manejo integrado, es

importante para alcanzar altos niveles de control de la plaga. Esta investigación se enfoca en establecer una estrategia de liberación adecuada de *D. isaea* y *C. attenuata* con el objetivo de reducir la aplicación de agroquímicos, contribuyendo a un manejo sostenible de plagas.

2. Metodología

La investigación se llevó a cabo en Azama, Cotacachi, Imbabura-Ecuador, se enfocó en la búsqueda de alternativas eficientes de liberación de *D. isaea* y *C. attenuata*. Se establecieron cajas entomológicas de 1 m de largo x 0.50 m de ancho y 0.50 m de alto cubierta de tela tul como unidades experimentales. Dentro de cada caja se colocó un cilindro compuesto de un tubo PVC de cuatro pulgadas y 20 cm de largo, a los lados del cilindro se sella con mallas de diferentes áreas de orificio (Tabla 1),

Tabla 1. Descripción de los tipos de mallas utilizados en los tubos PVC de cuatro pulgadas para la liberación de *D. isaea*.

Malla	Tipo de malla	Área del orificio (mm ²)	Número de orificios /cm ²
Malla 1	Blanca gruesa	1.00	96
Malla 2	Blanca delgada	0.96	104
Malla 3	Nylon beige	0.65	154

Las muestras de los insectos se realizaron mediante una aspiradora industrial que contenía un motor de 2 HP, un tubo de manga y una malla nylon de recolección (Figura 1). Para cada unidad experimental, se pasó la aspiradora por cinco camas de *Gypsophila* bajo invernadero, las camas medían 32 m de largo x 0.8 m de ancho.

Una vez colectados los insectos (minadores y parasitoides), se los liberó dentro del cilindro de PVC, el mismo que en ese momento se cubrió con láminas de plástico transparente para evitar que se

escapen los insectos. Una vez ubicado el cilindro dentro de la caja entomológica se lo cubrió con las mallas correspondientes a cada tratamiento, sosteniéndolos con ligas a ambos lados (Tabla 1). El objetivo de este cilindro es capturar minadores y permitir la liberación de *D. isaea* hacia la cámara entomológica. La investigación se implementó en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, en donde cada caja fue una unidad experimental, con un total de 12 cajas entomológicas (Figura 2).

Figura 1. Colecta de insectos: a) Aspiradora industrial b) colectando *Liriomyza huidobrensis* B., *Diglyphus isaea* W., *Coenosia attenuata* S.



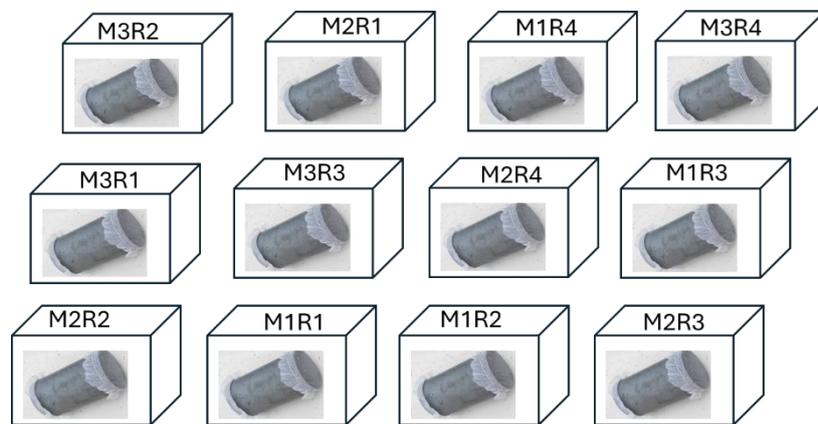
Transcurridas 48 horas después de la liberación, se procedió a contar el número de minadores, parasitoides y predadores dentro de la cámara

entomológica y en el cilindro PVC de cada unidad experimental, valor que se divide para el número total de individuos liberados en el tubo PVC

al inicio. La hipótesis se enfoca en que, a menor área del orificio de la malla, se libera mayor cantidad de parasitoides sin que existe liberación de minador, los mismos que se quedan en el tubo PVC. El análisis de varianza de los datos se realizó a través de Modelos Lineales Generales y mixtos en donde el

tamaño de la malla es el efecto fijo y las repeticiones como efectos aleatorios, con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$) cuando se cumplen los supuestos de normalidad, caso contrario se utilizan pruebas de datos no paramétricos Kruskal Wallis.

Figura 2. Distribución de las cajas entomológicas con los tubos de liberación de *Diglyphus isaea* W en un diseño completamente al azar.



3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de datos no paramétricos Kruskal Wallis para el número de individuos, muestra que existe una interacción entre el tipo de malla a utilizar para la liberación, la cámara evaluada y el tipo de insecto ($H=67.67$, $p<0.0001$).

En la cámara entomológica, con cilindros cubiertos con la malla 1, blanca gruesa de 1 mm^2 de área, del total de individuos que se colectaron, aproximadamente 6000 en

promedio, de los cuales, el 98% corresponde a minadores y el resto a enemigos naturales. Del total, 74% corresponden a los minadores que permanecieron en el cilindro, mientras que el 24% se liberó a la cámara entomológica; con respecto a los enemigos naturales, menos del 0.3% de *D. isaea* y *C. attenuata* permanecieron en los cilindros; mientras que se liberaron a la caja entomológica casi el 2% corresponde a *Diglyphus* (Tabla 2).

Para los cilindros cubiertos con la malla 2, blanca delgada de 0.96 mm² de área del orificio, se muestrearon casi 7300 individuos en promedio, de los cuales, el 98% corresponde a minadores y el 2% a enemigos naturales. Así, 76% de los minadores permanecieron en el cilindro, mientras que 22% se liberó a la cámara entomológica; a diferencia para los enemigos naturales, en donde menos del 0.2% de *D. isaea* y *C. attenuata* quedaron en los cilindros; mientras que se liberaron a la cámara entomológica, casi el 1.8%

que corresponden a *D. isaea* (Tabla 2).

Al contrario de la malla 3, nylon beige con 0.65mm², se liberaron 9000 individuos, entre 96% minadores y 4% parasitoides y predadores. Luego de 48 horas, el 58% de minadores se quedó en el cilindro, y el 38% se liberó a la cámara entomológica; mientras que de los predadores y parasitoides, 0.1% de *D. isae* y 0.2% de *C. attenuata* se capturó en el cilindro, y casi el 3% de lo que se liberó fue *D. isaea* (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de minadores, parasitoides y predadores liberados en la caja entomológica y cilindro PVC con distintos tipos de mallas.

Malla	Cámara	<i>D. isaea</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>C. attenuata</i>
1	Cilindro	0.15±0.04g	74.07±3.22a	0,21±0.06g
1	Cámara entomológica	1.85±0.47f	23.72±3.34d	-
2	Cilindro	0.08±0.02h	76.49±6.01a	0.14±0.04gh
2	Cámara entomológica	1.74±0.68f	21.56±6.5e	-
3	Cilindro	0.1±0.03i	58.78±9.05b	0,22±0.07gh
3	Cámara entomológica	2.7±0.74f	38.2±8.49c	-

Considerando el parasitoide *D. isaea* en los tres tipos de mallas, se encontró que con la Malla 1 y 2, el 90% de los parasitoides fueron liberados, mientras que con la malla tres se liberó más del 93% de los individuos. A diferencia de *L. huidobrensis*, en donde en la malla 1 y 2 en el cilindro permanecieron entre el 76 y 78%, mientras que en la

malla 3 se capturo el 60% y se liberó el 40%. Finalmente, para *C. attenuata*, el 100% de los individuos permanecieron el 100% en los cilindros.

Los predadores y parasitoides encontrados en este estudio coinciden con los reportes de enemigos naturales de minador

(Martínez-Sánchez et al. 2002, Vega 2003, Tellez et al. 2009). Mujica & Kroschel (2011) en su investigación de minadores y parasitoides en cultivos de vegetales, encontraron el 40% de parasitoides y 60% de minadores, a diferencia de esta investigación en donde se encontró más del 90% de minadores y menos del 3% de *D. isaea*. 17768 28628

4. Conclusiones

Para el manejo de enemigos naturales, se ha estado trabajando desde 1955 mediante una máquina aspiradora con modificaciones. Dietrick et al. (1959) evaluó la población de artrópodos asociados con alfalfa, especialmente áfidos y sus enemigos naturales pequeños, sin embargo, no se colectaron predadores como Coccinellidae. Por otro lado, Huerta et al. 2003 realizó colectas de insectos con una aspiradora, en cultivo de Crysantemo, en camas de 1.2 m x 20 m, sus resultados alcanzaron hasta 3000 minadores y solamente 5 parasitoides; comparando con esta investigación, se colectó casi 7500 minadores y hasta 400 parasitoides en el cultivo de *Gypsohila*.

Finalmente, el aspirado mecánico para capturar insectos es una práctica útil para control de minadores, además, es una estrategia eficaz para el manejo de parasitoides y predadores. Por otro lado, se debe considerar el tipo de malla para la liberación de *D. isaea*, la malla cuyo orificio presenta un área de 0.65 mm² podría ser eficaz para incrementar la liberación de parasitoides. Sin embargo, *C. attenuata*, debe ser liberada después de 48 horas de colocadas en los cilindros PVC, de esta manera se podría incrementar su población en los cultivos.

Bibliografía

- Abdou, E.A., Refaei, E.A. & Taha, R.A. (2019). Evaluation of insect pests infesting Phaseolus vulgaris and their natural enemies in Beheira Governorate. Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute, 2(3), 514-525
- Awadalla, S.S., Hala, A., Sanaa, K., Samar, F. (2018). Field Studies on the Pea Leaf Miner *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and its Associated Ectoparasitoid *Diglyphus isaea* (Walker).

- Journal of Plant Protection and Pathology, 9(6), 357-361.
- Bautista-Martínez, N.; Illescas-Riquelme, C.P.; de Jesus García-Ávila, C. (2017). First report of "hunter-fly" *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in Mexico. *Florida Entomologist*, 100, 174–175.
- Burgio, G., Lanzoni, A., Navone, P., Achterberg, K.V., & Masetti, A. (2007). Parasitic Hymenoptera Fauna on Agromyzidae (Diptera) Colonizing Weeds in Ecological Compensation Areas in Northern Italian Agroecosystems. *Journal of Economic Entomology*, 100(2), 298-306
- CABI. (2021). *Liriomyza huidobrensis* (serpentine leafminer). CABI Compendium.
- Chabi-Olaye, A., N. M. Mwikya, and K. K. M. Fiaboe. 2013. Acceptability and suitability of three *Liriomyza* species as host for the endoparasitoid *Phaedrotoma scabriventris*: Implication for biological control of leafminers in the vegetable production system of Kenya. *Biological Control*, 65, 1–5.
- Chow A, Heinz KM. 2005. Manipulation of sex ratios in mass rearing of *Diglyphus isaea* (Walker), an ectoparasitoid of agromyzid leafminers. *Bulletin of International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants*, 28(1), 63–6.
- Couri, M.S.; Salas, C. (2010). First record of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) from Chile, with biological notes. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54, 144–145.
- Couri, M.S.; Sousa, V.R.; Lima, R.M.; Dias-Pini, N.S. (2018). The predator *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) on cultivated plants from Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90, 179–183.
- Dietrick, EJ; Schlinger, EI; van den Bosh, R. (1959). A new method for sampling arthropods using a suction collecting machine and modified berlese tunnel separator. *Journal of Economic Entomology*, 52(6), 085-1091.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). (2013). PQR database. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France. <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>.
- Foba, C. N., D. Salifu, Z. O. Lagat, L. M. Gitonga, K. S. Akutse, and K. K. M. Fiaboe. 2015. Species composition,

- distribution, and seasonal abundance of *Liriomyza* leafminers (Diptera: Agromyzidae) under different vegetable production systems and agroecological zones in Kenya. *Environmental Entomology*, 44, 223–232.
- Giambiasi, M.; Rodríguez, A.; Arruabarrena, A.; Buenahora, J. First report of *Coenosia attenuata* (Stein, 1903) (Diptera, Muscidae) in Uruguay, confirmed by DNA barcode sequences. *Check List* 2020, 16, 749–752.
- Gonzalez-Bellido PT, Wardill TJ & Juusola M. (2011). Compound eyes and retinal information processing in miniature dipteran species match their specific ecological demands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108, 4224–4229.
- Guedes, R., Roditakis, E., Campos, M., et al. (2019) Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1329–1342.
- Harvey, J. A., E. H. Poelman, and T. Tanaka. (2013). Intrinsic inter- and intraspecific competition in parasitoid wasps. *Annual Review of Entomology*, 58, 333–351.
- Hernández-Ramírez, J. (eds.) Monge, M.P.; Casasola, L.E.; Solano, N.B.; Umaña, F.M. (2008). Presencia de la 'mosca tigre' en Costa Rica. *Actualidad Fitosanitaria*, 33, 1–4.
- Hoebeke, E.R.; Sensenbach, E.J.; Sanderson, J.P.; Wraight, S.P. (2003). First report of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae), an Old World hunter fly in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105, 769–769.
- Huerta, R.A., Lomeli, J.R., Trujillo, J. & Hernández, A. 2003. Combate de *Liriomyza* spp. En crisantemo mediante el uso de una aspiradora. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 68, 41-45
- Liu, T.X., Kang, L., Heinz, K.M. & Trumble, J. 2009. Biological control of *Liriomyza* leafminers: progress and perspective. *Nutrition and Natural Resources*, 4(004), 1-16
- Martins J, Domingos C, Nunes R, Marcelino J, Garcia A et al. (2014) Circadian rhythm of adult emergence in the tigerfly *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae). *Ecología*, 7, 77–82.
- Martinez-Sanchez, A.; Marcos-Garcia, M.A.; Pont, A.C.

- (2002). *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera, Muscidae) nueva especie para la fauna neotropical. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 34, 269–272.
- Minkenbergh O.P.J.M., van Lenteren J.C. (1986). The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agriculture University of Wageningen Papers*, 86(2), 1–50.
- Muchemi, S.K., Zebitz, C.P.W., Borgemeister, C., Akutse, K.S., Foba, C.N., Ekesi, S., Fiaboe, K.K.M. (2018). Interaction Between *Chrysocharis flacilla* and *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae), Two Parasitoids of *Liriomyza* Leafminers, *Journal of Economic Entomology*, 111 (2), 556–563
- Mujica, N., and J. Kroschel. (2011). Leafminer fly (Diptera: Agromyzidae) occurrence, distribution, and parasitoid associations in field and vegetable crops along the Peruvian coast. *Environmental Entomology*, 40, 217–230.
- Mulholland, S., Gopurenko, D., Mirrington, R., Löcker, B., Gillespie, P., Rossiter, L. & Anderson, C. (2022) First report of the serpentine leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) and its impacts in Australia. *Austral Entomology*, 61(3), 350–357.
- Musundire, R., Chabi-Olaye, A., Salifu, D. & Krüger, K. 2012. Host Plant-Related Parasitism and Host Feeding Activities of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae*, and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*, 105(1), 161-168
- Nguyen, D.T. 2024. Insecticide resistance in Australian populations of the serpentine leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Austral Entomology*, 63(4), 485-491
- Nowak, E.M., Theimer, T.C. & Schuett, G.W. 2008. Functional and Numerical Responses of Predators: Where Do Vipers Fit in the Traditional Paradigms? *Biological Reviews*, 83, 601-620
- Orozco, J. DNA barcoding reveals the first record of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) in Honduras. *CEIBA* 2018, 55, 70–72.

- Parrella MP. (1987). Biology of Liriomyza. Annual Review of Entomology, 32, 201–24.
- Pérez, M.M. (2006). Estudio de la morfología externa de los adultos de la mosca cazadora *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), y primer reporte para Colombia. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 2, 68–87.
- Prieto R, Figueiredo E, Miranda C & Mexia A. (2005). *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): prospección e actividades en culturas protegidas en Portugal. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 31: 39–45.
- Pohl, D.; Kühne, S.; Karaca, İ.; Moll, E. (2012). Review of *Coenosia attenuata* Stein and its first record as a predator of important greenhouse pests in Turkey. Phytoparasitica, 40, 63–68.
- Reitz, S.R., Gao, Y. & Lei, Z. (2013). Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza* leafminer management. In: Insecticides—development of safer and more effective technologies, pp. 235–255.
- Sensenbach, E.J.; Wraight, S.P.; Sanderson, J.P. (2005). Biology and predatory feeding behavior of larvae of the hunter fly *Coenosia attenuata*. IOBC/WPRS B. 28, 229–232.
- Si, Y.K., Hee, G.A., Pan, J.H., un, T.L., Joon-Ho, L. (2018). Toxicities of 26 pesticides against 10 biological control species. Journal of Asia-Pacific Entomology, 21: 1-8
- Solano-Rojas, Y.; Pont, A.; De Freitas, J.; Moros, G.; Goyo, Y. (2017). First record of *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae) in Venezuela. In Anales de Biología; Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia, Spain, pp. 223–226.
- Spencer, K.A. (1973). Agromyzidae (Diptera) of economic importance, Springer Science & Business Media
- Tellez, M.D.M.; Tapia, G.; Gamez, M.; Cabello, T.; van Emden, H.F. (2009). Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops. European Journal of Entomology, 106, 199–204.
- Tian, S. P., J. H. Zhang, Y.H. Yan, and C. Z. Wang. 2008. Interspecific competition between the ichneumonid *Campoletis chloridae* and the braconid *Microplitis mediator* in their host *Helicoverpa armigera*.

- Entomologia Experimentalis et Applicata, 127, 10–19.
- van der Linden A. (2004). Biological control of leafminers on vegetable crops. In: Heinz KM, van Driesche RG, ParrellaMP, editors. Biocontrol in Protected Culture. B Ball Publishing, Batavia, IL. p. 235–51
- Vega P.B. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. ARACNET 11 – Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 33, 293–307.
- Wardill T.J., Gonzalez-Bellido P.T., Tapia G., Peng H. & Olberg R.M. (2013). The miniature dipteran killer fly *Coenosia attenuate* exhibits adaptable aerial prey capture strategies. Frontiers in Physiology Conference Abstract: International Conference on Invertebrate Vision.
- Weintraub, P.G., Scheffer, S.J., Visser, D., Valladares, G., Soares Correa, A., Shepard, B.M., et al. (2017). The invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): understanding its pest status and management globally. Journal of Insect Science, 17(1), 28
- Zou, D.; Coudron, T.A.; Zhang, L.; Xu, W.; Xu, J.; Wang, M.; Xiao, X.; Wu, H. (2021). Effect of prey species and prey densities on the performance of adult *Coenosia attenuata*. Insects, 12, 669.