

Mapeo estacional de Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) parasitoides de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en las principales zonas productoras de pimienta de la provincia de Corrientes, Argentina

ANDORNO, Andrea V.¹, Sara CÁCERES², Máximo R. A. AGUIRRE², Cynthia L. CAGNOTTI¹ & Silvia L. LÓPEZ¹

¹Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, IMYZA, CICVyA- INTA. C.C.Nº 25 (1712) Castelar, Buenos Aires, Argentina. E-mail: andorno.andrea@inta.gov.ar

²EEA INTA Bella Vista. C.C. Nº 5 (3432) Bella Vista, Corrientes, Argentina.

Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) parasitoids of aphids (Hemiptera: Aphididae) in the main pepper producing areas in the province of Corrientes, Argentina

ABSTRACT. The pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important vegetables produced in greenhouses in the province of Corrientes. Aphids (Hemiptera: Aphididae) are among the most important pests that affect this crop. They cause direct damage due to the suction of photosynthates and indirect damage by transmission of viral diseases. Parasitoids Aphidiinae (Braconidae) and Aphelinidae are the most efficient natural enemies of this pest. The objective of this study is to analyze the richness and abundance of aphid fauna and composition of aphid parasitoids. Samples were collected in 14 sampling sites in pepper crops located in two departments of the province of Corrientes (11 in Bella Vista and three in Lavalle). From May to November 2013, live and parasitized aphids were collected monthly, taking five sampling stations per site. *Myzus persicae* (Sulzer) was the only species of aphid found. About the association pepper-*M. persicae* four species of primary parasitoids and four species of hyperparasitoids were recorded. *Aphidius colemani* (Viereck) and *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) were the dominant, primary parasitoids in the departments of Lavalle and Bella Vista, respectively. Useful aspects of aphid pest control in pepper crops are discussed.

KEY WORDS. *Myzus persicae*. *Aphidius colemani*. *Diaeretiella rapae*. Hyperparasitoid. Greenhouse.

RESUMEN. El pimienta (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas de fruto más importantes producidas bajo invernadero en la provincia de Corrientes. Entre las plagas que afectan a este cultivo se encuentran los áfidos (Hemiptera: Aphididae), los cuales provocan daños directos debidos a la succión de fotosintatos e indirectos por la transmisión de virosis. Los himenópteros parasitoides de la subfamilia Aphidiinae (Braconidae) y de la familia Aphelinidae se destacan como los enemigos naturales más eficientes de esta plaga. El objetivo general del presente trabajo es analizar comparativamente la riqueza y abundancia de áfidos y la composición faunística de parasitoides asociados en cultivos de pimienta en invernadero de la provincia de Corrientes. Para ello, se llevaron a cabo muestreos en cultivos bajo cubierta, ubicados en los departamentos Bella Vista y Lavalle, provincia de Corrientes. Se designaron 14 sitios de muestreo, 11 correspondientes al departamento de Bella Vista y tres al departamento de Lavalle. De mayo a noviembre de 2013 se realizaron colectas mensuales de áfidos vivos y parasitoidizados, tomándose cinco estaciones de muestreo por sitio. La única especie de áfido hallada fue *Myzus persicae*

(Sulzer). Sobre la asociación pimiento-*M. persicae* se registraron cuatro especies de parasitoides primarios y cuatro especies de hiperparasitoides. *Aphidius colemani* (Viereck) y *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) fueron los parasitoides primarios dominantes en los departamentos de Lavalle y Bella Vista, respectivamente. Se discuten aspectos de consideración útil para el control de áfidos plaga del cultivo de pimiento.

PALABRAS CLAVE. *Myzus persicae*. *Aphidius colemani*. *Diaeretiella rapae*. Hiperparasitoide. Invernadero.

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Solanaceae) es una de las hortalizas de fruto más importantes bajo invernadero en la provincia de Corrientes. La producción comercial de pimiento en esta provincia se realiza solamente bajo este sistema debido a que los bajos rendimientos y las condiciones climáticas no permiten el cultivo a campo (Ishikawa, 2003). La superficie destinada al cultivo de pimiento para la campaña 2013/2014 fue de 623,45 ha de las cuales 96,75 ha fueron producidas bajo un Manejo Integrado de Plagas (MIP). El 45% de la superficie bajo sistema MIP correspondió al departamento de Bella Vista mientras que el 39% al departamento de Lavalle (Cáceres, 2013).

Los áfidos (Hemiptera: Aphididae) constituyen uno de los grupos entomológicos más importante en los cultivos de pimiento. Esta plaga no solo produce daños directos provocados por la succión de fotosintatos, lo que causa enrollamiento y deformación de distintos órganos, sino también daños indirectos provocados por la transmisión de virosis (Castle & Berger, 1993; Syller, 1994). Los himenópteros parasitoides de la subfamilia Aphidiinae (Braconidae; Ichneumonoidea) y de la familia Aphelinidae (Chalcidoidea) se destacan como los enemigos naturales más eficientes de áfidos (Kavaliertat *et al.*, 2001; Aslan *et al.*, 2004; Lohaus *et al.*, 2013). En los cultivos de pimiento bajo invernadero se observa de manera espontánea la presencia de estos enemigos naturales.

La ineficacia del control químico clásico para el manejo de plagas tales como áfidos, "mosca blanca" (Hemiptera: Aleyrodidae) y "trips" (Thysanoptera) ha llevado al reemplazo del manejo clásico basado en pulverizaciones continuas de productos de amplio espectro por un manejo más racional con control biológico e insecticidas, de menor efecto negativo sobre

insectos benéficos (Cáceres, 2013). En tal sentido, la provincia de Corrientes con la colaboración de organismos públicos y privados ha iniciado en 2007 una experiencia de manejo de plagas en pimiento con liberaciones de organismos benéficos. Esta experiencia comenzó en 2800 m² ubicados en el departamento de Bella Vista donde se realizaron liberaciones de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthoridae) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae), y donde además se detectó la presencia espontánea y en altas densidades del parasitoide de "moscas blancas" *Eretmocerus mundus* Mercet (Aphelinidae). Estas experiencias fueron replicadas en años siguientes y se ampliaron hacia otros sitios ubicados en diversos departamentos de la provincia de Corrientes (Cáceres, 2013).

Hasta la fecha, el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero en la provincia de Corrientes se basa en: a) liberación de *O. insidiosus* para el control del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* Pergande b) conservación e incremento de *E. mundus* para el control de la "mosca blanca" *Bemisia tabaci* (Gennadius) y otros benéficos generalistas como coccinélidos (Coleoptera) y crisópidos (Neuroptera) c) utilización de un protocolo de productos químicos compatibles con los enemigos naturales y d) incorporación de plantas banco con la asociación avena/*Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae) para el incremento rápido del parasitoide *Aphidius colemani* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) para control de los áfidos plaga. Esta última estrategia no fue tan exitosa como se esperaba, por este motivo se decidió profundizar los estudios sobre la afidofauna y parasitoides asociados a fin de tomar mejores decisiones.

El estudio de la biodiversidad constituye una herramienta fundamental para poder conocer las especies presentes en el ecosistema y analizar las interacciones que entre ellas se

establecen. Conocer las tramas tróficas y las interacciones posibilita no solo identificar a los organismos intervinientes (plagas – enemigos naturales) sino también evaluar cuáles de esas interacciones pueden manejarse para contribuir al mejoramiento de la sanidad del cultivo, minimizando los efectos adversos ocasionados por las plagas (Altieri *et al.*, 2000).

El objetivo general del presente trabajo es analizar comparativamente la riqueza de especies tanto de áfidos como de parasitoides, abundancia y composición faunística de parasitoides en dos de los departamentos de la provincia de Corrientes, más importantes, en cuanto a producción de pimiento en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en cultivos de pimiento producidos bajo MIP en invernaderos ubicados en la provincia de Corrientes, Argentina. Se designaron 14 sitios de muestreo, 11 ubicados en el departamento de Bella Vista y tres en el departamento de Lavalle. De mayo a noviembre de 2013 se realizaron colectas mensuales de áfidos vivos y parasitoidizados en cinco estaciones de muestreo por sitio, seleccionadas al azar.

Se registraron los áfidos parasitoidizados (momias) y los que no presentaron signos evidentes de parasitoidismo. Los áfidos no momificados en el momento del muestreo fueron criados en el laboratorio sobre hojas de pimiento, con el propósito de determinar la posibilidad de que estuvieran parasitoidizados. Tanto las momias colectadas en el campo como aquellas obtenidas en el laboratorio se dispusieron individualmente en tubos de vidrio (1 x 3 cm) con tapa de algodón hasta la emergencia del parasitoide adulto, el que fue conservado en alcohol 70° o incluido en líquido de Faure para su estudio microscópico.

La determinación de los insectos se realizó al máximo nivel de resolución taxonómica posible, utilizando claves de identificación (Stary, 1976; Powell, 1982; Stary *et al.*, 1991; Pike *et al.*, 1997; Zumoffen *et al.*, 2015), consulta con especialistas y consultas con colecciones de referencia. Los especímenes "voucher" se depositaron en la colección del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. A partir de estos muestreos se estimó la riqueza de especies (número de especies presentes en cada sitio

de muestreo), abundancia de insectos totales (número de individuos/muestra en cada sitio de muestreo) y de los principales gremios tróficos (parasitoides primarios e hiperparasitoides presentes en cada sitio de muestreo).

Los valores de las variables obtenidas (riqueza y abundancia de gremios tróficos) se analizaron mediante ANOVA para detectar posibles diferencias entre departamentos. Cuando las variables no cumplieron los supuestos del ANOVA se aplicó el test no paramétrico Kruskal-Wallis. Cada sitio de muestreo fue considerado como una réplica para cada nivel del tratamiento (departamento de Bella Vista y Lavalle). Los análisis estadísticos se hicieron con el programa *Statistica for Windows* (Statsoft, 2000).

RESULTADOS

La única especie de áfido presente en los muestreos fue *Myzus persicae* (Sulzer) sobre pimiento var. Margarita y colección de variedades. Se colectaron 2860 momias de las cuales se obtuvieron 2740 individuos (parasitoides primarios e hiperparasitoides). Sobre esta asociación planta-áfido (pimiento-*M. persicae*) se registraron cuatro especies de parasitoides primarios, tres pertenecientes a la subfamilia Aphidiinae (Braconidae) y una especie perteneciente a la familia Aphelinidae. Además se observaron cuatro especies de himenópteros hiperparasitoides de las familias Pteromalidae, Megaspilidae y Figitidae (Tabla 1).

La riqueza de especies de parasitoides (primarios e hiperparasitoides) fue similar en ambos departamentos ($F_{(1,12)}=0,159$ $P=0,69$) (Fig. 1). Se observó que el 78,13% de los individuos obtenidos en el departamento de Bella Vista fueron parasitoides primarios mientras que el 21,87% correspondió a hiperparasitoides. En el departamento de Lavalle el 86,86% fueron parasitoides primarios y el 13,37% hiperparasitoides. La abundancia de insectos no difirió estadísticamente entre departamentos ($F_{(1,12)}=1,68$ $P=0,218$). Sin embargo, se observó que el promedio de parasitoides totales fue superior en el departamento de Bella Vista (media \pm error estándar: $277 \pm 59,90$ individuos) respecto de los sitios ubicados en el departamento de Lavalle (media \pm error estándar: $71,67 \pm 40,68$ individuos).

Del total de parasitoides primarios obtenidos en el departamento de Bella Vista ($N = 1984$) el 92% perteneció a la especie *Diaeretiella rapae*

Tabla I. Lista de taxa registrados mediante muestreos en cultivos de pimiento en invernadero en la provincia de Corrientes, indicando el número de individuos obtenidos por departamento. pp: parasitoides primario; h: hiperparasitoides.

Familia, Subfamilia	Especie	Gremio trófico	Bella Vista	Lavalle
Aphelinidae	<i>Aphelinus</i> sp.	pp	18	1
Braconidae, Aphidiinae	<i>Diaeretiella rapae</i>	pp	1832	41
Braconidae, Aphidiinae	<i>Aphidius colemani</i>	pp	129	129
Braconidae, Aphidiinae	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	pp	5	1
Encyrtidae	sp 1	h	50	0
Figitidae, Charipinae	<i>Alloxysta</i> sp.	h	80	1
Megaspilidae, Megaspiliinae	<i>Dendrocerus</i> sp.	h	415	17
Pteromalidae, Asaphinae	<i>Asaphes</i> sp.	h	13	8

(M'Intosh), el 7% a *Aphidius colemani* y el 0,5% a *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) y *Aphelinus* sp. respectivamente. De los parasitoides primarios colectados en Lavalle (N = 172) el 75% correspondió a la especie *A. colemani*, el 24 % a *D. rapae* y el 0,5% a *L. testaceipes* y *Aphelinus* sp., respectivamente. *Dendrocerus* sp. (Megaspilidae) fue la morfoespecie perteneciente al gremio de hiperparasitoides predominante en ambos departamentos (74,37% en Bella Vista y 65,38% en Lavalle), seguido por *Alloxysta* sp. (Figitidae) (14% en Bella Vista y 4% en Lavalle) y *Asaphes* sp. (Pteromalidae) (2% en Bella Vista y 31% en Lavalle).

DISCUSIÓN

Myzus persicae fue la única especie de áfido que atacó el cultivo de pimiento en las principales zonas productoras de la provincia de Corrientes. La composición de taxa de la entomofauna de parasitoides e hiperparasitoides asociados a *M. persicae* fue similar en ambos departamentos. Si bien la abundancia de insectos no difirió estadísticamente, el promedio de parasitoides totales resultó mayor en los sitios relevados en Bella Vista respecto de los sitios ubicados en el departamento de Lavalle. Existió una gran variabilidad entre los sitios de muestreo, lo cual puede explicar la falta de diferencia estadística mencionada. La inclusión de un mayor número de sitios de muestreo en cada departamento (réplicas para el análisis estadístico) posiblemente permitiría alcanzar niveles de significancia para confirmar las tendencias observadas.

Las especies de parasitoides primarios dominantes fueron *A. colemani* y *D. rapae*. *Aphi-*

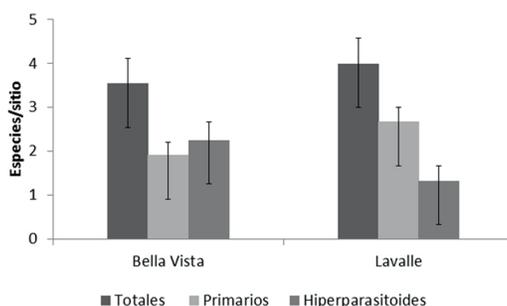


Fig. 1. Riqueza de especies de parasitoides primarios e hiperparasitoides registrados en cultivos de pimiento en invernadero en dos departamentos de la provincia de Corrientes (Media ± error estándar).

dus colemani fue la especie dominante en los cultivos de pimiento ubicados en el departamento de Lavalle. Esta especie es considerada como el enemigo natural más eficiente para controlar áfidos plaga como las especies *M. persicae* y *Aphis gossypii* Glover (Van Emden & Harrington, 2007).

Diaeretiella rapae fue la especie de parasitoides primario dominante en el departamento de Bella Vista. Esta última, es una de las especies entomófagas más importantes a nivel mundial en el control natural de áfidos asociados a plantas brasicáceas (ej.: *Brevicoryne brassicae* L.), debido a su ciclo de vida, hábitos reproductivos y alta especificidad (Prado, 1991). Sin embargo, también se la menciona como eficiente para el control de otros áfidos entre los cuales se encuentra *M. persicae* (Martínez *et al.*, 2013). El predominio de *D. rapae* podría estar relacionado con la presencia de su huésped preferido, *B. brassicae*, en cultivos de coles cercanos a los cultivos de pimiento muestreados. Sin embargo,

este no es el caso en el departamento de Bella Vista (Cáceres S., comunicación personal). Se plantea entonces la necesidad de monitorear la afidofauna asociada a malezas circundantes.

La matriz regional de interacciones no resultó muy diversa, debido a la presencia de monocultivo de pimiento y aplicaciones de agroquímicos por parte de productores convencionales de la zona. Se ha observado que en sistemas de producción más intensivos aumenta la abundancia de insectos fitófagos y disminuye la de entomófagos debido probablemente a que los enemigos naturales son más sensibles a los agroquímicos que sus presas (Zalazar & Salvo, 2007).

Las especies de hiperparasitoides halladas presentan distintas características. Así por ejemplo, el género *Alloxyta* Foerster se encuentra descrito como un parasitoide koinobionte endófago, ya que ataca áfidos vivos, mientras que el resto se clasifican como ectoparasitoides idiobiontes que depositan sus huevos en los áfidos momificados. Las especies de hiperparasitoides koinobiontes son más especializadas con una gama más restringida de huéspedes, mientras que los idiobiontes son generalistas (Brodeur & Rosenheim, 2000; Hofsvang *et al.*, 2014). Se observaron porcentajes cercanos al 20% de hiperparasitoides. El papel de los hiperparasitoides no se encuentra muy bien estudiado, pero se ha demostrado que está fuertemente relacionado con su huésped, y por lo tanto, puede alterar el potencial de control de áfidos por parasitoides primarios en el año siguiente (Lohaus *et al.*, 2013).

Los resultados aquí presentados constituyen un aporte para el conocimiento de las relaciones tróficas que involucran áfidos plaga - parasitoides en términos de biodiversidad y para el diseño de estrategias de manejo para su control. La asociación pimiento-*M. persicae*-*D. rapae* en Bella Vista y pimiento-*M. persicae*-*A. colemani* en Lavalle resultan de interés para la implementación de prácticas de control biológico. Éstas podrían basarse en estrategias de manejo del hábitat para favorecer y aumentar la aparición espontánea de los parasitoides o bien la introducción aumentativa de estas especies de aphidiinos adaptadas al ambiente.

Se destaca la importancia de conocer detalladamente las interacciones tróficas en agroecosistemas sobre la base de una correcta identificación de las especies involucradas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Laura Almirón y Lucía Velozo de la EEA INTA Bella Vista quienes participaron activamente de la colecta y acondicionamiento del material de campo. A Leticia Zumoffen y Jorge Frana por su colaboración en la identificación de los hiperparasitoides. Este estudio fue financiado por el Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de la provincia de Corrientes.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Maddoff, F., Norgaard, R. & Sikor, T.O. (2000) *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Uruguay: Ed. Nordan-Comunidad.
- Aslan, M.M., Uygun, N. & Stary, P. (2004) A survey of aphid parasitoids in Kahramanmaraş, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera: Aphelinidae). *Phytoparasitica*, **32**(3), 255-263.
- Brodeur, J. & Rosenheim, J.A. (2000) Intraguild interactions in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **97**(1), 93-108.
- Cáceres, S. (2013) Manejo integrado de plagas en la provincia de Corrientes. *Sanidad de Cultivos intensivos 2013. Módulo 2: Tomate y pimiento. ¿Cómo mantener la sanidad de manera responsable?*, pp. 60-63. Ediciones INTA, EEA San Pedro. <http://inta.gov.ar/documentos/sanidad-en-cultivos-intensivos-modulo-2>
- Castle, S.J. & Berger, P.H. (1993) Rates of growth and increase of *Myzus persicae* on virus infected potatoes according to type of virus-vector relationship. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **69**(1), 51-57.
- Hofsvang, T., Godonou, I., Tapa-Yotto, G.T. & Sæthre, M.G. (2014) The native hyperparasitoid complex of the invasive aphid parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Benin, West Africa. *International Journal of Tropical Insect Science*, **34**(1), 9-13.
- Ishikawa, A. (2003) El cultivo de pimiento en invernadero plástico. *IDIA XXI*, **4**, 112-113.
- Kavallieratos, N.G., Lykouressis, D.P., Sarlis, G.P., Stathas, G.J., Sanchis Segovia, A. & Athanassiou, C.G.. (2001) The Aphidiinae (Hymenoptera: Ichneumonoidea: Braconidae) of Greece. *Phytoparasitica*, **29**(4), 306-340.
- Lohaus, K., Vidal, S. & Thies, C. (2013) Farming practices change food web structures in cerealaphid-parasitoid-hyperparasitoid communities. *Oecologia*, **171**(1), 249-259.
- Martínez, M. A., Duarte, L. & Ceballos, M. (2013) Biología y tabla de vida vertical de *Diaeretiella rapae* McIntosh en condiciones de laboratorio. *Revista de Protección Vegetal*, **28**(1), 23-26.
- Pike, K. S., Stary, P., Miller, T., Allison, D., Boydston, L., Graf, G. & Gillespie, R. (1997) Small-grain aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae and Aphidiidae) of Washington: Distribution, relative abundance, seasonal occurrence and key to known North American species. *Environmental Entomology*, **26**(6), 1299-1311.
- Powell, W. (1982) The identification of hymenopterous parasitoids attacking cereal aphids in Britain. *Systematic Entomology*, **7**(4), 465-473.
- Prado, E. (1991) Artrópodos y enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Santiago, Chile. *INIA Boletín Técnico*, 169-207.
- Stary, P. (1976) *Aphid parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae) of the Mediterranean area*. Academia Nakladatelství Československé Akademie Ved.
- Stary, P., Gerding, M. & Norambuena, H. (1991) *Identificación*

- de parasitoides de áfidos de los cereales*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Quilamapu, Chillán, Chile.
- Statsoft Inc. (2000) Statistica for Windows (Computer program manual), Tulsa, E.E. U.U.
- Syller, J. (1994) The effects of temperature on the availability and acquisition of potato leaf roll luteovirus by *Myzus persicae*. *Annals of Applied Biology*, **124**(3), 141-149.
- Van Emden, H.F. & Harrington, R. (2007) *Aphids as crop pests*. CABI, Wallingford. ISBN-13: 978 0 85199 819 0, pp.187-215.
- Zalazar, L. & Salvo A. (2007) Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, **36**(5), 765-773.
- Zumoffen, L., Rodríguez, M., Gerding, M., Salto, C. & Salvo, A. (2015) Plantas, áfidos y parasitoides: interacciones tróficas en agroecosistemas de la provincia de Santa Fe, Argentina clave para la identificación de los Aphidinae y Aphelinidae (Hymenoptera) conocidos de la región. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, **74**(3-4), 133-144.