
HORTICULTURA

Movimiento de parasitoides (Aphidiinae) para el biocontrol de áfidos plagas de afido en brasicáceas

Zumoffen, L.^{1,2*}; Pacini, A.^{1,3}; Merke, J.³; Gatti, M.²; Dalmazzo, M.¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² INTA AER Monte Vera

³ INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Santa Fe

*e-mail: leticiazumoffen@hotmail.com

Recibido: 07/12/2016

Aceptado: 30/04/2017

RESUMEN

Zumoffen, L.; Pacini, A.; Merke, J.; Gatti, M.; Dalmazzo, M. 2017. Movimiento de parasitoides (Aphidiinae) para el biocontrol de áfidos plagas de afido en brasicáceas. Horticultura Argentina 36 (89): 112-121.

El objetivo de este estudio fue evaluar si los márgenes de vegetación espontánea aportan un ingreso de parasitoides (Aphidiinae) en los cultivos hortícolas y que factores afectan dicho movimiento. En la localidad de Ángel Gallardo se seleccionaron tres cultivos (brócoli, coliflor y repollo) y por cada especie hortícola se eligieron dos lotes que presenten vegetación marginal. En el margen de cada lote se colocaron dos trampas pegajosas para la intercepción de insectos en vuelo y se registró el número de parasitoides que ingresaron y egresaron al cultivo. Al mismo tiempo, mediante transectas se cuantificó el número de áfidos plagas en los cultivos y en la

vegetación se contabilizó la abundancia de áfidos huésped y flores así como la riqueza. Estos factores más las variables microclimáticas de temperatura y velocidad del viento fueron evaluados. Se analizó mediante modelos lineales generalizados mixtos. Se detectó una mayor cantidad de insectos moviéndose desde la frontera hacia los cultivos. Al mismo tiempo, este movimiento se incrementó con la disponibilidad de flores y áfidos huésped mientras que, la riqueza de la vegetación espontánea y las variables microclimáticas no tuvieron efecto en la dispersión de los afidiinos. Se destaca la importancia de los márgenes vegetales como fuente de recursos para que los parasitoides colonicen los cultivos en número y momento adecuado para un control de plagas exitoso.

Palabras clave Adicionales: agroecología, control biológico, abundancia de flores.

ABSTRACT

Zumoffen, L.; Pacini, A.; Merke, J.; Gatti, M.; Dalmazzo, M. 2017. Movement of parasitoids (Aphidiinae) for the biocontrol of aphids aphid pests in brassicaceas. Horticultura Argentina 36 (89): 112-121.

The objective of the study was to evaluate the factors associated with the bidirectional movement of Aphidians between horticultural crops and their marginal vegetation. Three brassicaceae crops (broccoli, cauliflower and cabbage) were selected in the locality of Ángel Gallardo and two lots with marginal vegetation were selected for each horticultural species. In the margin of each lot, two sticky traps were placed for the interception of insects in flight and the number of parasitoids that entered the crop, counted. At the same time, the number of aphid pests in the crops was quantified by means of transects

and the abundance of host aphids and flowers as well as richness was counted in the vegetation. These factors plus the microclimatic variables of temperature and wind speed were evaluated using generalized mixed linear models. A greater number of insects were detected moving from the border to the crops. At the same time, this movement increased with the availability of flowers and host aphids whereas, the richness of the spontaneous vegetation and the microclimatic variables had no effect on the dispersion of the aphidiinae. The importance of the plant margins as a source of resources for the parasitoids to colonize the crops in number and at the right time for successful pest control is emphasized.

Additional keywords: agroecology, biological control, abundance of flowers

1. Introducción

El movimiento de enemigos naturales entre la vegetación marginal y el cultivo es un proceso común en los agroecosistemas e importante desde el punto de vista ecológico. Su cuantificación puede ser decisiva en el manejo de especies plagas (Stinner *et al.*, 1983; Fernandes *et al.*, 2010; Mazzi & Dorn, 2012). Se conoce poco acerca de la influencia de las características del paisaje sobre los patrones de movimiento de los insectos y cómo se pueden manejar adecuadamente para disminuir las poblaciones de fitófagos (Burel *et al.*, 2013). La presencia de hábitats con vegetación natural alrededor de los cultivos aporta recursos como néctar, polen, savia, y refugios alternativos para presas y enemigos naturales (Gurr *et al.*, 2004; Landis *et al.*, 2005; Chaplin-Kramer & Kremen, 2012; McClure & Frank, 2015). El aumento de la diversidad de plantas puede ser una estrategia de control biológico conservativo eficaz en muchos sistemas de cultivo, ya que aumenta la abundancia y la eficacia de los insectos benéficos favoreciendo el biocontrol de plagas (McClure & Frank, 2015). Estudios recientes centrados en los efectos que tienen los bordes y la probabilidad de dispersión de los organismos entre cultivos y la vegetación aledaña, mencionan que las comunidades de insectos (incluso los de cuerpo pequeño) pueden invadir distancias mayores a 1 km en los hábitats adyacentes (Blitzer *et al.*, 2012). Existen evidencias donde se demuestra que la riqueza de especies y la disposición de la vegetación no cultivada en los agroecosistemas pueden tener, tanto un efecto disuasivo directo sobre los herbívoros, como también una mejora en el desempeño de los biocontroladores (Altieri & Letourneau, 1984; Andow, 1991; Isaacs *et al.*, 2009; Chaplin-Kramer *et al.*, 2011; Vandermeer, 2011).

Los áfidos o pulgones (Hemiptera: Aphididae) han alcanzado gran relevancia a nivel mundial debido a la transmisión de virus fitopatógenos y a los daños directos a cultivos de importancia

para la alimentación básica, como lo son las especies hortícolas, disminuyendo los rendimientos y calidad de los mismos (Delfino, 2005; Ahmad & Wani, 2014). Los afidiinos (Braconidae: Aphidiinae) son considerados los agentes biológicos más importante ya que poseen capacidad para dispersarse y buscar a los huéspedes en el agroecosistema, tienen hábitos diurnos y a diferencia de sus hospedadores son capaces de realizar vuelos direccionados (Guerrieri *et al.*, 1997; Powell & Pickett, 2003; McClure & McNeil, 2009; Meiners & Peri, 2013). Las condiciones meteorológicas como la temperatura y en particular los vientos, pueden desempeñar un papel importante en la iniciación o terminación del movimiento de los parasitoides (Schellhorn *et al.*, 2014), sin embargo, a estos factores pocos programas de control biológicos los consideran (Jerbi-Elayed *et al.*, 2015). El objetivo de este estudio fue evaluar si los márgenes de vegetación espontánea aportan un ingreso de parasitoides (Aphidiinae) en los cultivos hortícolas y que factores afectan dicho movimiento.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la localidad de Ángel Gallardo, Santa Fe, (Departamento La Capital 31° 33' S, 60° 41' W) en tres cultivos de Brassicaceas (*Brassica oleracea* L. var *italica*; *B. oleracea* var. *botrytis*; *B. oleracea* var. *capitata*). Por cada especie se eligieron dos lotes (1-1,5 ha) que presentaron un borde de vegetación de entre 4-6 m de ancho ubicados al norte del cultivo (la misma orientación que tienen los vientos predominantes en la región de estudio, datos obtenidos de la Facultad de Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral), y en cada uno se colocaron dos trampas entre el cultivo y la vegetación espontánea. Las mismas consistían en placas transparentes de policarbonato de 20 x 20 cm, con ambas caras untadas con grasa de aluminio (Marca "ZKL") a fin de interceptar a los insectos provenientes de los bordes hacia el cultivo y viceversa. Se colocaron a 70 cm del suelo, a dos metros del cultivo y estaban separadas entre sí por una distancia de 10 m. La vegetación del borde estaba compuestas por plantas herbáceas, anuales y perennes, entre las cuales dominan principalmente las familias Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Asclepiadaceae y Malvaceae (ver detalles de las listas de especies de plantas en Bertolaccini *et al.*, 2008). Semanalmente, desde mayo del 2013 (momento de máxima actividad de insectos) hasta fines de agosto del mismo año (momento de la cosecha del brócoli, coliflor y repollo) se contaron en el campo los insectos atrapados. Se obtuvieron en total 16 muestras, que permitieron cuantificar el movimiento bidireccional de los parasitoides. La variable obtenida fue el número de parasitoides pertenecientes a la Sub familia Aphidiinae en cada cara de la trampa, sin discriminar las especies.

Simultáneamente en cada fecha de muestreo, tanto en los cultivos como en la vegetación marginal se establecieron 10 transectas de 0.5m cada una. En ellas, se cuantificó la abundancia de áfidos plagas (número de adultos y ninfas alimentándose de los cultivos) y de áfidos inocuos (número de adultos y ninfas alimentándose sólo en la vegetación). También se contabilizó la abundancia y riqueza de flores (número de flores observadas por especie en las transectas). Además, se registró la temperatura y velocidad del viento. Los datos meteorológicos se promediaron por semana para ser incluidos en los análisis.

2.1. Análisis de datos

Se realizaron dos Modelos Lineales Generalizados (GLMM), con distribución Poisson y función de enlace *link*. La variable respuesta en ambos modelos fue la abundancia de parasitoides interceptados en ambas caras de las trampas. Para explorar si hubo diferencias entre los parasitoides que ingresaban desde la vegetación y los que salían del cultivo se realizó el "Modelo 1" que incluye la dirección de captura como factor fijo (con dos niveles:

entrada y salida del cultivo). Para tener en cuenta la dependencia de los datos se incluyeron dos factores aleatorios: la fecha de muestreo (16 niveles) y las trampas anidadas dentro de cada lote y especies de cultivo hortícola (trampa<lote<especie hortícola). Con el fin de evaluar con qué tipo de variables los parasitoides se relacionaban para moverse hacia el interior del cultivo, se realizó el “Modelo 2” que incluyó los siguientes factores fijos: abundancia de áfidos huésped, riqueza y abundancia de flores de la vegetación marginal, temperatura y velocidad del viento. Se incluyeron los mismos factores aleatorios que en el Modelo 1. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete de lme4 (Bates *et al.*, 2011) en el software R R versión 3.1.1 (R Development Core Team, 2014).

3. Resultados

Un total de 361 himenópteros parasitoides de la subfamilia Aphidiinae fueron capturados en ambos lados de la trampa durante todo el muestreo. Se registró un movimiento importante de afidiinos entre los bordes y los cultivos estudiados. En promedio, y sin tener en cuenta las especies de cultivos hortícolas se registró un movimiento de parasitoides significativamente superior desde la vegetación espontánea hacia los cultivos que a la inversa (Modelo 1, $P < 0,0001$) (Fig. 1; Fig. Suplementaria 1).

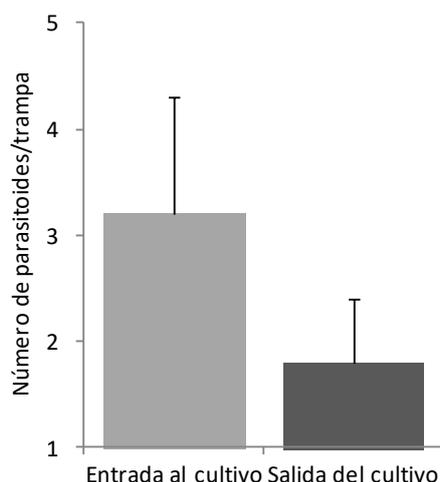


Figura 1. Medidas ajustadas del número de parasitoides moviéndose entre habitats acorde al Modelo 1.

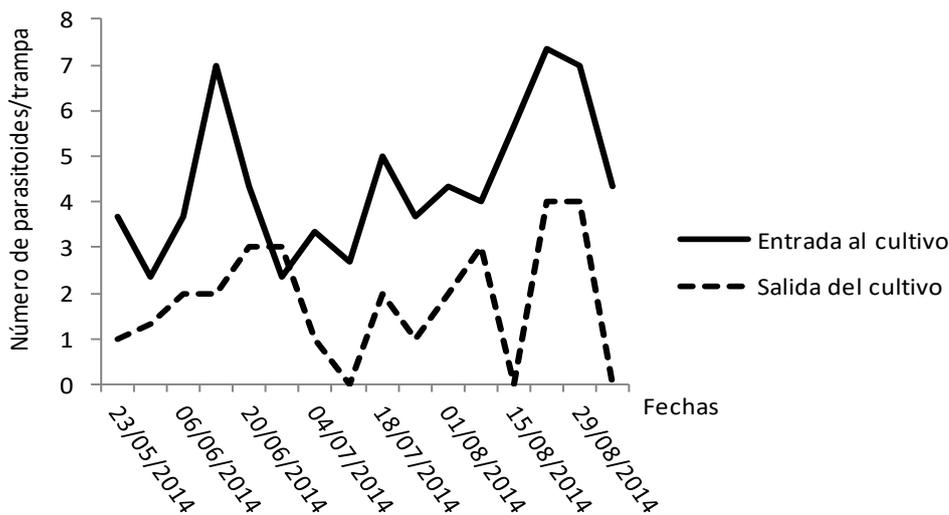
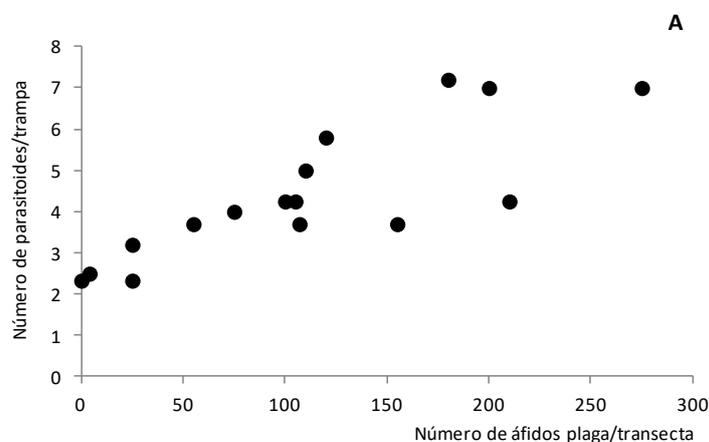


Figura suplementaria 1. Número de parasitoides capturados a cada lado de la trampa en las fechas de estudios en los cultivos de Brasicáceas.

Se observó que el movimiento de los afidiinos hacia el interior de los cultivos se correlacionó positivamente con la abundancia de áfidos plagas y con la abundancia de flores (recurso ofrecido por la vegetación espontánea) y negativamente con la disponibilidad de áfidos inocuos, mientras que, la riqueza y las variables microclimáticas no fueron significativas (Tabla 1; Fig. 2).

Tabla 1. Variables bióticas y abióticas en relación al movimiento de los afidiinos hacia el interior del cultivo. Medidas ajustadas según los resultados del Modelo 2 GLMM.

Modelo 2	Variables	Rango	□	Factores Fijos			
				Estimado	ES	z valor	P-valor
	Afidos plagas	(0-583)	110	0.00	0.00	5.11	0.01
	Áfidos inocuos	(0-984)	168	0.00	0.00	3.62	0.01
	Abundancia de flores	(0-5)	2.2	0.16	0.08	1.99	0.04
	Riqueza vegetal	(1-8)	4	-0.04	0.04	-1.04	0.30
	Temperatura	(8-24)	16	0.03	0.02	1.31	0.19
	Velocidad del viento	(8-19)	13	-0.03	0.03	-1.17	0.24



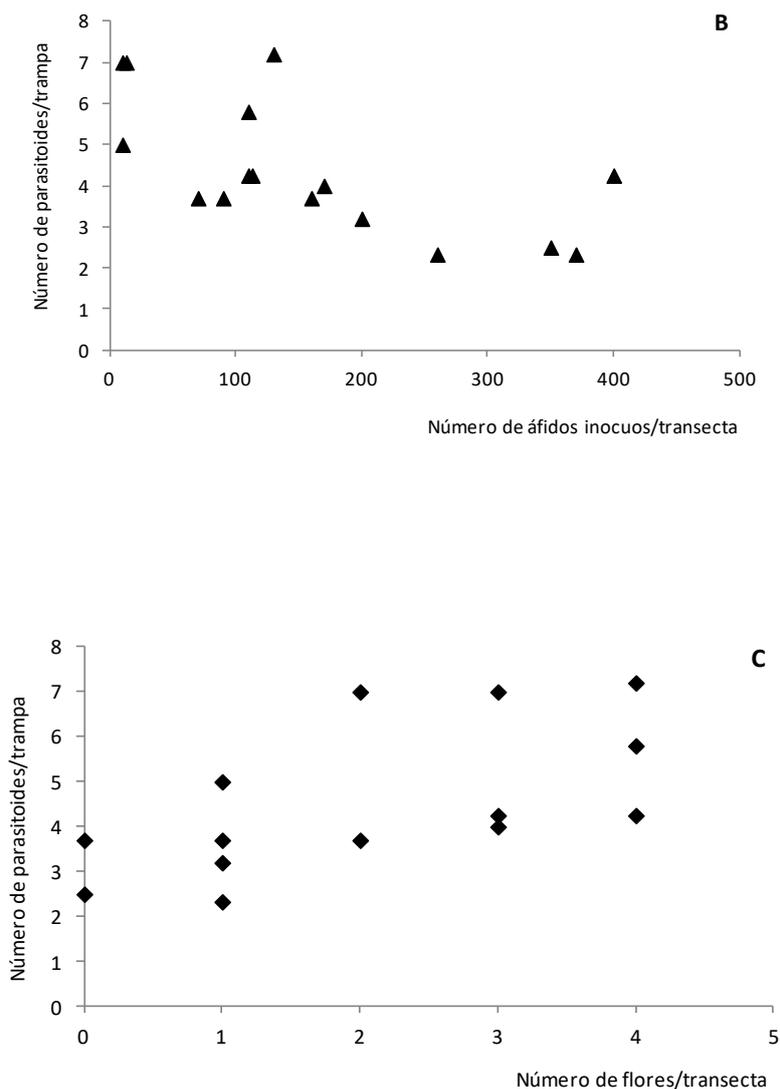


Figura 2. Relación entre el número de parasitoides ingresando al cultivo (cuantificados en la trampa) y A) abundancia de áfidos plagas (cuantificados con transecta), B) abundancia de áfidos inocuos (cuantificados con transecta) y C) abundancia de flores (cuantificados con transecta).

4. Discusión

La importancia de los hábitats naturales en los márgenes de los cultivos para la mejora de la eficacia de los enemigos naturales se ha explorado en gran medida (Bianchi *et al.*, 2006; Chaplin-Kramer *et al.*, 2011; Veres *et al.*, 2013). Sin embargo, el uso de trampas direccionales para entender el movimiento de los insectos entre los distintos hábitats de un agroecosistema ha sido poco estudiado (Duelli *et al.*, 1990; Macfadyen & Muller, 2013, Macfadyen *et al.*, 2015). Todavía no está claro cómo los insectos se mueven entre el cultivo y los hábitats no cultivados; los cuales son los lugares preferidos para pasar el invierno y escapar de las condiciones adversas que ocurren en los cultivos (Sorribas *et al.*, 2016).

Los resultados obtenidos aquí constituyen la primera cuantificación efectiva del movimiento de Aphidiinae entre los cultivos y sus márgenes para la zona de estudio y para el cinturón hortícola santafesino. Se detectó que un mayor número de afidiinos se dispersaron hacia el interior del cultivo en comparación con los que salieron. Esta cuantificación es importante y

puede ser decisiva a la hora de manejar las especies plagas (Stinner *et al.*, 1983; Fernandes *et al.*, 2010; Mazzi & Dorn, 2012).

Es posible predecir que los parasitoides se mueven entre el cultivo y sus bordes según los cambios de densidades de áfidos o cuando las condiciones del hábitat son adversas (Burel *et al.*, 2013). La máxima actividad del vuelo de los afidiinos hacia el interior del cultivo se relacionó con la disponibilidad de los insectos plagas, por lo tanto, se asume un efecto positivo en el biocontrol de áfidos perjudiciales en los sistemas hortícolas. Es importante destacar que la disminución de áfidos plaga se ve favorecida cuando los paisajes cultivados presentan bordes con vegetación espontánea que proporciona refugio, recursos florales y áfidos alternativos (Landis *et al.*, 2000; Vollhardt *et al.*, 2010; Zumoffen *et al.*, 2012; Zumoffen *et al.*, 2015). Se evidenció que la dispersión hacia el interior del cultivo también se relacionó con la disminución de áfidos inocuos y con el aumento de flores, ambos son recursos ofrecidos por la vegetación espontánea. Por lo tanto, mantener la diversidad vegetal en los bordes de los cultivos para permitir el movimiento de afidiinos sería favorable para alcanzar con éxito el control biológico cuando las densidades de insectos plaga aumenten.

Por otra parte, la riqueza de las especies vegetales no se relacionó con el movimiento de insectos, sin embargo, entendemos que una mayor riqueza vegetal en los bordes proporcionaría mayor resiliencia al servicio ecosistémico de control de plagas al asegurar la presencia de un conjunto de especies de parasitoides actuando sobre los insectos fitófagos (Macfadyen *et al.*, 2015). Los beneficios que aportan los bordes se han observado en diferentes cultivos de la región pampeana de la Argentina. Se evidenció un efecto positivo del porcentaje de bordes con vegetación espontánea sobre los porcentajes de parasitismo que presentaron los áfidos en cultivos extensivos (Zumoffen *et al.*, 2012; Zumoffen, 2014).

Los parasitoides son muy susceptibles a los cambios en las condiciones ambientales y análisis de capturas demostraron que los braconidos son más activos a baja velocidad del viento (Hance *et al.*, 2007). En el período del estudio, las velocidades fueron moderadas (8-19 km/h) y no afectaron la dispersión de los afidiinos (Jerbi-Elayed *et al.*, 2015). La temperatura es otro de los factores abióticos importantes para la supervivencia de los parasitoides e influye en el desarrollo, la longevidad, la fertilidad, la velocidad de recorrido (Surverkropp *et al.*, 2001) y el período de tiempo utilizado para realizar la oviposición (Flinn & Hagstrum, 2002). Con temperaturas superiores a 31°C ciertas especies de afidiinos no logran el desarrollo de las momias y los pulgones no muestran síntomas de parasitoidismo (Sampaio *et al.*, 2005). En este caso, las temperaturas no superaron los 21°C y el movimiento de los parasitoides no se vio afectado. Es importante mencionar que a pesar de que los parasitoides tengan cuerpos pequeños tienen un vuelo direccionado y pueden volar al ras del suelo a fin de localizar sus hospedadores (Petit *et al.*, 2008), y cambiar la altura de su vuelo dependiendo de la presencia de sus hospedadores en el hábitat (Takasu *et al.*, 2004). Medir la influencia de estas variables bióticas y abióticas en otros sistemas hortícolas serán investigaciones a seguir para poder inferir en la toma de decisiones logrando un adecuado control de insectos plaga.

5. Conclusión

Se detectó un intercambio bidireccional de parasitoides Aphidiinae a través de los cultivos y sus fronteras con la prevalencia de afidiinos que se mueven en la dirección de la frontera-cultivo. La abundancia de áfidos plagas fue uno de los factores que influyó en el movimiento de los parasitoides como así también los dos recursos ofrecidos por la vegetación espontánea (áfidos inocuos y abundancia de flores). Esto sugiere un papel beneficioso de la vegetación natural en el control de plagas. El control biológico por medio de la conservación de los enemigos naturales puede conllevar a una regulación de especies de plagas a largo plazo,

asumiendo que se maneje adecuadamente en cada agroecosistema. Se necesitan más estudios para comprender cómo estos movimientos están influenciados por los factores biológicos y ambientales, y como repercute el movimiento en la disminución de áfidos perjudiciales.

6. Bibliografía

- Ahmad, S. T., Wani, S. A. 2014. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Kashmir, India: a checklist. *Acta Zoológica Mexicana* A.C. 30: 539-552.
- Altieri M. A., Letourneau D. K. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 131-169.
- Andow D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., 2011. Fit linear and generalized linear mixed-effects models. R package version 0.999375-35 lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. R package version 0.999375-39, DOI: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- Bianchi, F. J. J. A, Booij, C. J. H., Tschamntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings Biological Sciences*. 273: 1715–1727.
- Blitzer E., Dormann C. F., Holzschuh A., Klein A. M., Rand T. A., Tschamntke T. 2012. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 146: 34–43.
- Burel, F., Aviron, S., Baudry, J., Le Féon, V. & Vasseur, C. 2013. The Structure and Dynamics of Agricultural Landscapes as Drivers of Biodiversity. In: *Landscape Ecology for Sustainable Environment and Culture* (eds Fu B. & Jones K.B.) Springer Netherlands. 285-308.
- Chaplin-Kramer R., Rourke M.E.O., Blitzer E. J. & Kremen C. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters* 14: 922–932.
- Chaplin-Kramer, R., Kremen, C., 2012. Pest control experiments show benefits of complexity at landscape and local scales. *Ecological Applications*. 22: 1936-1948.
- Delfino M. A. 2005. Interacciones áfido-planta en el Perú. *Ecología Aplicada* 4: 143-148.
- Duelli P., Studer M., Marchand I., Jakob S. 1990. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54: 193 -207.
- Fernandes F. L., Coutinho Picanço M., Soares Ramos R., da Silva Benevenuto J. & de Sena Fernandes M. E. 2010. Occurrence, spatial and temporal distribution of the coleopteran *Naupactus curtus* on coffee plants from Minas Gerais, Brazil. *Ciência Rural* 40: 1424-1427.
- Flinn, P. W., Hagstrum, D. W. 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocola* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) wheat. *Journal of Stored Products Research*. 38: 185-90.
- Guerrieri, E., Pennacchio, F. & Tremblay, E. 1997. Effect of Adult Experience on in-Flight Orientation to Plant and Plant–Host Complex Volatiles in *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera,

- Braconidae). *Biological Control* 10: 159-165.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., Altieri, M. A. 2004. *Ecological Engineering for Pest Management. Advances in Habitat Manipulation for Arthropods.* CSIRO Publishing, Melbourne. 2: 121-134.
- Hance, T., Van Baaren, J., Vernon, P., Boivin, G. 2007. Impact of extreme temperature on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology* 52:107-126.
- Isaacs R., Tuell J., Fiedler A., Gardiner M., Landis D. 2009. Mameanimizing arthropods-mediated ecosystem services in agricultural landscapes the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 196-203.
- Jerbi-Elayed, M., Lebdi-Grissa, K., Le Goff, G., Hance, T. 2015. Influence of temperature on flight, walking and oviposition capacities of two aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). *Journal Insect Behavior* 28: 157-166.
- Landis, D. A., Menalled, F. D., Costamagna, A. C., Wilkinson, T. K. 2005. Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science* 53: 902-908.
- Landis, D. A., Wratten, S. D. & Gurr, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Macfadyen, S. & Muller, W. 2013. Edges in agricultural landscapes: species interactions and movement of natural enemies. *PloS one*, DOI: 10.1371/journal.pone.0059659.
- Macfadyen, S., Davies, A.P. & Zalucki, M.P. 2015. Assessing the impact of arthropod natural enemies on crop pests at the field scale. *Insect Science*, 22: 20-34.
- Mazzi, D. & Dorn, S. 2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied Biology* 160: 97-113.
- McClure, M. & McNeil, J.N. 2009. The effect of abiotic factors on the male mate searching behavior and the mating success of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Journal of Insect Behavior* 22: 101-110.
- McClure, T. & Frank, S.D. 2015. Grain diversity effects on banker plant growth and parasitism by *Aphidius colemani*. *Insects*. 6: 772-791.
- Meiners, T. & Peri, E. 2013. *Chemical Ecology of Insect parasitoids: Essential Elements for Developing Effective Biological Control programmes.* In: *Chemical Ecology of Insect Parasitoids* (eds Wajnberg E. & Colazza S.), 191-224. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Petit J. N., Hoddle M. S., Grandgirard J., Roderick G.K., Davies N. 2008. Short-distance dispersal behaviour and establishment of the parasitoid *Gonatocerus ashmeadi* (Hymenoptera: Mymaridae) in Tahiti: Implications for its use as a biological control agent against *Homalodisca vitripennis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Biological Control* 45: 344-352.
- Powell, W. & Pickett, J. A. 2003. Manipulation of parasitoids for aphid pest management: progress and prospects. *Pest Management Science* 59: 149-155.
- Sampaio, M. V., Bueno, V. H. P., Rodrigues, S. M. M & Soglia, M. C. M. 2005. Resposta à temperatura de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) originário de três regiões climáticas de Minas Gerais, Brasil. *Rev. Brasil. de Entomol.* 49: 141–147
- Schellhorn, N. A., Bianchi, F. J. J. A., Hsu, C. L. 2014. Movement of entomophagous arthropods in

- agricultural landscapes: links to pest suppression. Annual Rev. Entomol. 59: 559-581.
- Sorribas, J., González, S., Domínguez-Gento, A., Vercher, R. 2016. Abundance, movements and biodiversity of flying predatory insects in crop and non-crop agroecosystems. Agron Sustain Dev. 36-34.
- Stinner, R. E., Barfield, C. S., Stimac, J. L. & Dohse, L. 1983. Dispersal and movement of insect pests. Annual Review of Entomol 28: 319-335.
- Takasu K., Takano S. I., Mizutani N. & Wada T. 2004. Flight orientation behaviour of *Ooencyrtus nezarae* (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of phytophagous bugs in soybean. Entomological Science 7: 201-206.
- Veres A., Petit S., Conord C. & Lavigne C. 2013. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. Agriculture, Ecosystems & Environment 166: 110-117.
- Vollhardt, I. M. G., Bianchi, F. J. J. A., Wäckers, F. L., Thies, C., Tschamtker, T. 2010. Nectar vs. honeydew feeding by aphid parasitoids: does it pay to have a discriminating palate? Entomol. Exp. et Appl. 137: 1-10.
- Zumoffen, L. 2014. Interacciones planta-áfido-parasitoide para la implementación de tácticas de Control Biológico Conservativo de pulgones plaga. Universidad Nacional de Córdoba. Tesis Doctoral 170 pp.
- Zumoffen, L., Rodriguez, M., Gearding, M., Salto, C., Salvo, A., 2015. Plantas, áfidos, parasitoides: interacciones tróficas en agroecosistemas de la provincia de Santa Fe, Argentina y clave para la identificación de los Aphidiinae y Aphelinidae (Hymenoptera) conocidos de la región. Rev. Soc. Entomol. Argent. 74: 133-144.

Zumoffen, L.; Pacini, A. ; Merke, J.; Gatti, M.; Dalmazzo, M. – Movimiento De parasitoides..

Zumoffen, L., Salto, C.E., Salvo, A. 2012.
Preliminary study on parasitism of aphids (Hemiptera: Aphididae) in relation to characteristics of alfalfa fields (*Medicago sativa* L.) in the Argentine Pampas. Agr. Ecosyst. Environ. 159: 49-54.