

CAPÍTULO 19

CONTROL BIOLÓGICO EN FRUTILLA

Greco, N., Gugole Ottaviano, M. F., Cingolani, M. F., Francesena, N., Pascua, M., Alonso, M. y Sánchez, N.

El cultivo de frutilla, *Fragaria x ananassa* Duchesne (Rosales: *Rosaceae*), es importante en varios países del mundo y en la Argentina posee relevancia tanto para el consumo interno como para la exportación (Molina *et al.*, 2007). La plaga clave de este cultivo es la arañuela de las dos manchas o arañuela roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Greco *et al.*, 1999; Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas (SINAVIMO, 2019), aunque también suelen ser consideradas plagas algunas especies de áfidos (Hemiptera: Aphidae), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y *Lobiopa insularis* (Castelnau) (Coleoptera: Nitidulidae). En el caso de esta última especie, se conoce que las prácticas culturales son la principal estrategia de control (Myers, 2004), mientras que varios depredadores y parasitoides son importantes causas de mortalidad de arañuelas, áfidos y trips, dando lugar a múltiples interacciones tróficas en el cultivo (Figura 1). Estos enemigos naturales son agentes cuyo uso actual o potencial, así como la estrategia de control biológico utilizada, varía según la especie y el país. En la Argentina, los conocimientos al respecto provienen de investigaciones básicas y experiencias realizadas principalmente en las provincias de Tucumán y Buenos Aires durante los últimos 15 años. En el presente capítulo se presentan los resultados más relevantes obtenidos hasta el momento en relación a la potencialidad del control biológico por depredadores y parasitoides en el cultivo de frutilla en la Argentina.

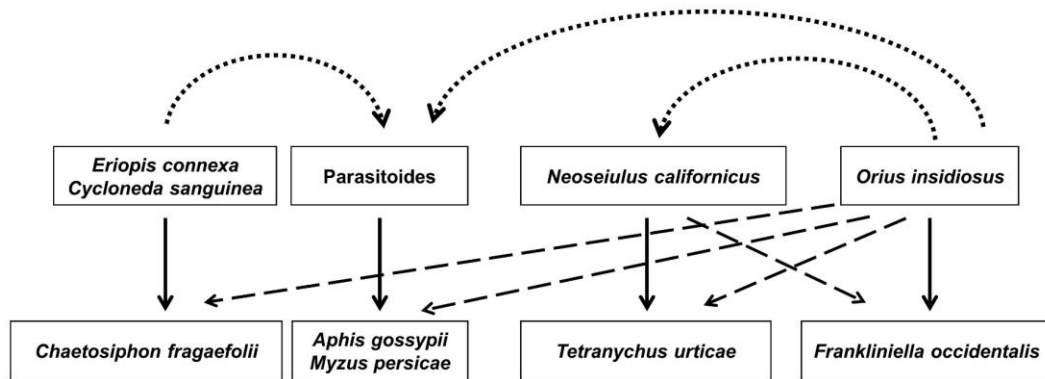


Figura 1. Interacciones en el cultivo de frutilla. Las líneas continuas representan la principal interacción plaga-enemigo natural, las líneas discontinuas indican las presas alternativas para los enemigos naturales y las líneas punteadas la depredación intragremio.

CONTROL BIOLÓGICO DE LA ARAÑUELA ROJA

Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) llamada comúnmente arañuela roja, es un herbívoro polífago de amplia distribución mundial (García-Marí y González-Zamora, 1999) registrándose más de 900 especies de plantas hospedadoras, algunas silvestres y otras de cultivo, como hortalizas, ornamentales y frutales, en las cuales causa daños de importancia económica. Este ácaro es la principal plaga del cultivo de frutilla en todo el mundo (Walsh *et al.*, 2002; Zhang, 2003). Al alimentarse rompe con sus estiletes la superficie de las hojas y destruye células del mesófilo afectando la transpiración, la fotosíntesis y el crecimiento de la planta y sus frutos (Sances *et al.*, 1982). Cuando la población crece, las arañuelas forman una densa tela sobre la superficie de la planta hospedadora la cual les sirve como lugar de excreción, como protección frente a condiciones climáticas adversas y depredadores (Lemos *et al.*, 2010), y para dispersarse a otras plantas. El control de esta plaga en la mayoría de los cultivos y plantas ornamentales se realiza casi exclusivamente con la aplicación frecuente de plaguicidas. Sin embargo, las poblaciones presentan una rápida capacidad para desarrollar resistencia frente a estos productos, incluyendo a los acaricidas autorizados para su control como las abamectinas (Stumpf y Nauen, 2002; Villegas-Elizalde *et al.*, 2010), cuya utilización en la Argentina es muy frecuente durante todo el ciclo del cultivo.

El control biológico es una técnica muy utilizada para esta plaga en países de Europa, Asia y algunas regiones de Australia y América del Norte, a través del uso de ácaros depredadores como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *P. macropilis* (Banks) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae), mediante liberaciones inoculativas o inundativas sobre el cultivo (Fraulo y Liburd, 2007; van Lenteren, 2012).

Neoseiulus californicus es un depredador efectivo para el control de ácaros, tanto en áreas áridas y húmedas, como en zonas subtropicales y templadas. La especie está distribuida especialmente en Sudamérica, Texas y California, en la zona del Mediterráneo, Japón y Sudáfrica (De Moraes *et al.*, 2004). Es eficaz como agente de control de arañuelas tanto en cultivos de frutilla (Fraulo y Liburd, 2007; Greco *et al.*, 2011), como en árboles frutales, flores y cultivos hortícolas en toda América, sur de Europa y Asia (Jolly, 2000). Los “*strains*” o líneas genéticas pertenecientes a distintas áreas geográficas suelen diferir en algunos parámetros poblacionales y en la tolerancia o susceptibilidad a ciertos factores, tales como sequía, insecticidas y condiciones invernales (Palevsky *et al.*, 2008; Toyoshima y Hinomoto, 2004).

Entre las características más relevantes de *N. californicus* como agente de control en el cinturón hortícola de La Plata (Buenos Aires, Argentina) se destacan la coincidencia espacial con su presa aun a bajas densidades de ambos (Greco *et al.*, 1999), la aparición temprana en el cultivo, la tolerancia a la inanición (Greco *et al.*, 2006), la capacidad de sobrevivir a condiciones invernales (Gugole Ottaviano *et al.*, 2018) y la utilización del polen de frutilla y ciertas plantas silvestres como alimento alternativo (Gugole Ottaviano *et al.*, 2015).

Neoseiulus californicus se utiliza mediante liberaciones aumentativas en numerosos países tales como Holanda, Bélgica, España, Israel, Japón y Estados Unidos, donde se cría en forma masiva y se comercializa. Si bien en nuestro país no existen biofábricas que produzcan este agente de control, en el año 2007 se realizaron liberaciones experimentales en la provincia de Tucumán (Kirschbaum, *comunicación personal*, 2010) de individuos provenientes de los Países Bajos (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2019), en el marco de un proyecto de colaboración entre el INTA y la empresa Brometán S.R.L.

Las características de este depredador, mencionadas anteriormente, indican que también es posible implementar estrategias de control biológico por conservación. En este sentido, para el control de *T. urticae* en el cultivo de frutilla del cinturón hortícola de La Plata, Greco *et al.* (2011) desarrollaron un plan de manejo basado en monitoreos de las densidades relativas de ambas especies, además del nivel de daño económico, para tomar la decisión de aplicar acaricidas. Esto permite reducir ampliamente la frecuencia de las aplicaciones químicas y por ende conservar al depredador en el sistema. El plan tiene dos componentes: un protocolo de monitoreo y una tabla de decisión. El monitoreo es sistemático de presencia-ausencia (Tabla 1) y permite predecir las densidades de presa y depredador a partir de la proporción de folíolos infestados con *T. urticae* (Greco *et al.*, 2004), una vez que la ocurrencia del depredador fue registrada en al menos un folíolo. El monitoreo consiste en los siguientes pasos (Figura 2): 1- Definir un área dentro del lote de 16 camellones por 50 m de largo, o si el lote fuera pequeño, de 8 camellones por 50 m de largo; 2- desde uno de los extremos comenzar a recorrer el primer surco entre dos camellones colectando un folíolo al azar de cada camellón (a derecha y a izquierda) a intervalos de 10 pasos-hombre (en el caso del área de 16 camellones) o 5 pasos-hombre (en el caso del área de 8 camellones) hasta completar los 50 m. Saltar un surco y volver recorriendo el siguiente surco para recolectar folíolos en los dos camellones siguientes. Así, completar la recolección en todos los camellones (se obtienen aproximadamente 100 folíolos); 3- examinar el envés de cada folíolo para determinar la presencia de arañuelas y luego contar el número de folíolos infestados; 4- corroborar la presencia del depredador en al menos un folíolo; 5- consultar la tabla de decisión.

La tabla de decisión indica tres posibles opciones en relación al número de folíolos infestados con *T. urticae*: 1- usar un plaguicida selectivo y volver a monitorear a los 7 días, 2- no realizar ninguna acción pero volver a monitorear a los 7 días, y 3- no realizar ninguna acción pero volver a monitorear a los 14 días. Estas acciones dependen además del registro de la presencia del depredador (Tabla 1). Esta tabla de decisión fue construida teniendo en cuenta la tasa de incremento poblacional de la presa y las densidades relativas depredador-presa necesarias para que la arañuela no supere el nivel de daño económico a los 7 días (Greco *et al.*, 2005).



Figura 2. Esquema de monitoreo para el manejo de *Tetranychus urticae* usando *Neoseiulus californicus* en frutilla (Greco *et al.*, 2011).

Tabla 1. Tabla de decisión para el manejo de *Tetranychus urticae* usando *Neoseiulus californicus* en frutilla (Greco *et al.*, 2011).

Número de folíolos con <i>T. urticae</i>	Acción	
	Depredador ausente	Depredador presente
Menos de 30	No realizar ninguna acción y volver a monitorear a los 7 días	No realizar ninguna acción y volver a monitorear a los 14 días
Entre 30 y 50	Aplicar un acaricida selectivo y volver a monitorear a los 7 días	No realizar ninguna acción y volver a monitorear a los 7 días
50 o más	Aplicar un acaricida selectivo y volver a monitorear a los 7 días	Aplicar un acaricida selectivo y volver a monitorear a los 7 días

El nivel de daño económico usado en este plan de manejo fue 50 formas móviles (juveniles y adultos) por folíolo, el cual es aceptado en todos los países productores de frutilla. Este plan de manejo fue implementado experimentalmente en 11 lotes comerciales del cinturón hortícola de La Plata durante dos años y se encontró que las aplicaciones fueron requeridas con muy escasa frecuencia. Las densidades de araña permanecieron bajas y similares a las de lotes bajo manejo convencional. La implementación del plan de manejo permitió reducir el uso de acaricidas en un 90 %, en relación al manejo convencional con aplicaciones de acaricidas semanalmente. Además, el monitoreo requiere considerablemente menos tiempo (25 % menos) que el tiempo necesario para aplicar acaricida en un

área del mismo tamaño, que es aproximadamente una hora incluyendo la preparación de la solución y su aplicación (Greco *et al.*, 2011). Si se dispusiera de individuos para realizar una liberación aumentativa, podría utilizarse esta técnica en lugar de la aplicación de un plaguicida químico, en los casos en que la tabla de decisión indicara usar un acaricida. Es decir, que esta técnica de control biológico por conservación, que disminuye la frecuencia de uso de acaricidas para conservar al depredador, podría complementarse con liberaciones aumentativas ocasionales indicadas por el mismo plan de modo de eliminar por completo el control químico para la arañuela roja.

Por otra parte, se conoce que las ninfas de trips y el polen de ciertas plantas, constituyen alimentos alternativos para este depredador, lo cual es importante para favorecer su persistencia en el cultivo o en los alrededores del mismo. Mediante ensayos de laboratorio, Gugole Ottaviano *et al.* (2015) observaron que el polen de *Urtica urens* L. (Rosales: *Urticaceae*), *Lamium amplexicaule* L. (Lamiales: *Lamiaceae*), *Convolvulus arvensis* L. (Solanales: *Convolvulaceae*), *Sonchus oleraceus* L. (Asterales: *Asteraceae*) y *Galega officinalis* L. (Fabales: *Fabaceae*), así como el polen de *F. x ananassa* permitieron el desarrollo de *N. californicus* hasta el estado adulto. La supervivencia fue del 70 al 80 % alimentándose de polen de *S. oleraceus*, *G. officinalis* y *C. arvensis*, entre 80 y 90 % con polen de *U. urens* y *F. x ananassa* y más del 90 % con *T. urticae* y polen de *L. amplexicaule*. Estos resultados y datos de campo permitieron inferir que, en otoño e invierno, *U. urens*, *L. amplexicaule* y *S. oleraceus* podrían promover la persistencia de este depredador cuando la densidad de presas en el cultivo de frutilla es baja ofreciéndole *T. urticae*, trips y polen como alimentos alternativos. En verano, el polen de *C. arvensis* y *G. officinalis*, contribuiría a su persistencia cuando el cultivo está en la etapa final y los recursos son escasos.

La aplicación de polen espolvoreado sobre el cultivo, es una técnica aplicada en el control biológico por conservación de enemigos naturales (Messelink *et al.*, 2014) que se utiliza en Europa. En los últimos años el polen de *Typha angustifolia* L. (Poales: *Typhaceae*) ha comenzado a estar disponible comercialmente por la empresa Biobest como Nutrimite® (Messelink *et al.*, 2014). Recientemente, se ha evaluado el efecto de dicho polen, como alimento alternativo y como suplemento en una dieta a base de *T. urticae*, sobre el desempeño de *N. californicus*. Este polen comercial es un alimento apropiado para el depredador, que le permite desarrollarse

y alcanzar el estado adulto, al igual que reproducirse y dejar descendencia. Sin embargo, como único alimento causa una disminución en el potencial de incremento de la población, en comparación con el alcanzado alimentándose de su presa principal, *T. urticae*. Por otra parte, suplementar con este polen una dieta basada en la arañuela roja, no mejoraría los parámetros poblacionales en comparación al suministro de la presa sola (Pascua, 2019).

Otros conocimientos útiles para el control biológico mediante este agente en planes de manejo integrado, son los relacionados con la compatibilidad entre esta estrategia y otras, tales como el uso de variedades resistentes. En este sentido, el desempeño de *T. urticae* y *N. californicus* fue evaluado sobre distintos cultivares de frutilla (Albión, Aromas, Camarosa, Diamante, Festival, Kp, Sabrosa, Selva, Sweet Charlie y Whitney). Festival fue clasificada como una variedad moderadamente resistente, mientras que Aromas y Kp resultaron ser moderadamente susceptibles. Sin embargo, considerando los efectos positivos y negativos sobre el desempeño de ambas especies, Festival y Albión podrían ser variedades adecuadas en programas de manejo de *T. urticae* que incluyan el control biológico por *N. californicus* (Gugole Ottaviano *et al.*, 2013).

CONTROL BIOLÓGICO DE ÁFIDOS

Los áfidos persisten en relativamente baja densidad gran parte del ciclo del cultivo (Cédola y Greco, 2010; Rabasse *et al.*, 2001) y el daño potencial se debe a la capacidad de transmitir enfermedades virales (Martin y Tzanetakis, 2015; Rabasse *et al.*, 2001; Thompson *et al.*, 2003). Sin embargo, ocasionalmente muestran un incremento en la densidad y provocan daño por la alimentación y por favorecer la producción de fumagina (Rabasse *et al.*, 2001). Los enemigos naturales limitan el crecimiento poblacional de estas especies, por lo cual el control biológico aumentativo mediante parasitoides se utiliza en la producción hortícola en varios países (van Lenteren *et al.*, 2018). Las especies de áfidos registradas en los cultivos de frutilla del cinturón hortícola de La Plata son *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Myzus persicae* (Sulzer), *Rhodobium porosum* (Sanderson), *Myzus ornatus* Laing y *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), siendo las primeras tres especies las más abundantes (Cingolani y Greco, 2018). También, ha sido

registrada *Aphis fabae* Scopoli (Cédola y Greco, 2010). Tres especies de avispas del género *Aphidius* (Hymenoptera: Braconidae) y dos de *Aphelinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) fueron encontradas parasitando a *A. gossypii*, *M. euphorbiae* y *M. persicae*, pero no se encontró ningún individuo de *C. fragaefolii* parasitado en ambos estudios. Cabe mencionar que parasitoides secundarios (o hiperparasitoides) de los géneros *Syrphophagus* (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Asaphes* (Hymenoptera: Pteromalidae) emergieron de *A. gossypii* sobre frutilla en el cinturón hortícola de La Plata. Por otra parte, el parasitismo de *A. gossypii* sobre las hojas maduras sería marcadamente más alto en invierno y en verano que en las otras estaciones del año, e independiente de la densidad (Cingolani y Greco, 2018). Además, la detección del parasitismo secundario alerta sobre la complejidad de las interacciones existentes en el cultivo y por lo tanto en la necesidad de ampliar los conocimientos al respecto a la hora de implementar programas de control biológico, ya que la existencia de parasitoides secundarios puede afectar la eficacia de los parasitoides primarios, al reducir sus poblaciones. Por ejemplo, la alta fecundidad y longevidad del parasitoide secundario *Asaphes vulgaris* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) explicarían la reducción del impacto del parasitoide primario *Aphidius nigripes* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) sobre *M. euphorbiae* (Brodeur y McNeil, 1994). Los parasitoides secundarios pueden ser obligados o facultativos, y muchos de los obligados son generalistas, atacando una gran variedad de parasitoides primarios especialistas, lo cual tiene un fuerte impacto negativo sobre el control biológico. La mayoría de las especies de pulgones más comunes soportan una amplia variedad de parasitoides primarios y secundarios, y conocer en detalle las interacciones entre ellos es fundamental para optimizar las estrategias de control biológico a utilizar.

Varios depredadores, principalmente coccinélidos, son utilizados en cultivos hortícolas en el mundo como agentes de control biológico aumentativo (Hodek y Evans, 2012; van Lenteren *et al.*, 2018). Estudios sobre la tasa de consumo de tres especies de coccinélidos, *Eriopsis connexa* (Germar), *Cycloneda sanguinea* (L.) y *Coleomegilla quadrifasciata* (Schönherr), así como de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre áfidos en frutilla demuestran que la depredación de los coccinélidos principalmente, sería importante sobre *C. fragaefolii* aunque de menor intensidad que sobre otras especies en este cultivo como *A. gossypii* (Francesena *et al.*, 2019). Las

interacciones entre dos de estos depredadores han sido estudiadas en condiciones de laboratorio (Rocca *et al.*, 2017, 2019) y se encontró que la depredación intragremio fue bidireccional y asimétrica. Los adultos y las larvas de *E. connexa* fueron depredadores intragremio de *C. sanguinea* más voraces que viceversa, siendo la primera especie una fuerte competidora por interferencia, mientras que la segunda lo es por explotación, consumiendo una mayor cantidad de áfidos. Esto debe ser considerado en planes de control biológico aumentativo por coccinélidos en frutilla, ya que la liberación de más de un agente puede tener efectos positivos, negativos o neutros sobre el control biológico (Rosenheim y Harmon, 2006), dependiendo de la intensidad relativa de las interacciones.

CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS

En el caso de los trips, entre los principales enemigos naturales se encuentran *O. insidiosus* y otros depredadores del mismo género, utilizados como agentes de control biológico en numerosos países en varios cultivos (van Lenteren, 2012). En frutilla se realizan liberaciones aumentativas particularmente en Europa (Coll *et al.*, 2007; Frescata y Mexia, 1996). En la Argentina *O. insidiosus* está presente en los cultivos hortícolas y puede considerarse un buen agente de control (Lefebvre *et al.*, 2013; Saini *et al.*, 2003). Nuñez Naranjo *et al.* (2013a) encontraron que la especie de trips más frecuente en frutilla del cinturón hortícola de La Plata fue *Frankliniella occidentalis* Pergande (78 %), seguida de *F. schulzei* Trybom y *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). *O. insidiosus* consume en frutilla alrededor de 19 adultos y 21 ninfas de *F. occidentalis* por día. Por otra parte, es también un depredador importante de arañuelas (Nuñez Naranjo *et al.*, 2013a) por su conocida condición de depredador generalista.

La interacción entre *O. insidiosus* y su presa principal, *F. occidentalis*, ocurre en las flores, que también le proporcionan polen como alimento alternativo. Sin embargo, cuando la presa principal es escasa este depredador podría encontrar en las hojas a su presa alternativa, *T. urticae*, cuyo consumo le permitiría persistir en el sistema. En un estudio realizado a nivel de planta en laboratorio, Alonso *et al.* (2019) observaron que la permanencia de las hembras del depredador en hojas y flores, y su dispersión dentro de la planta de frutilla dependen de la presencia de ambas presas, especialmente de su presa principal. Cuando *F. occidentalis* está

presente en las flores, las hembras suelen permanecer más tiempo en ellas, sin visitar otras estructuras vegetales, por lo que la dispersión dentro de la planta es baja. Cuando solo está presente su presa alternativa, las hembras permanecen más en las hojas, aunque también visitan las flores, y en ausencia de ambas presas se encuentran mayoritariamente en las flores, debido a la disponibilidad de polen. La depredación sobre presas alternativas y el consumo de polen favorecerían la persistencia poblacional del depredador en el cultivo de frutilla cuando la presa principal está ausente o cuando su densidad es muy baja. Para diseñar liberaciones aumentativas efectivas es necesario conocer el efecto de la disponibilidad de presas de modo de evitar su rápida dispersión hacia afuera del cultivo.

Lefebvre *et al.* (2013) realizaron liberaciones aumentativas en Tucumán y encontraron que *O. insidiosus* ejerció mayor control sobre la población de *F. schultzei* (que fue la especie de trips más abundante), que sobre *F. occidentalis*. El depredador se estableció en el cultivo en espacio y en tiempo y se constató su presencia aun dos meses después, en sectores alejados del lote donde originalmente fue liberado.

Un experimento de laboratorio indicó que la depredación intragremio de *O. insidiosus* sobre *N. californicus*, principal depredador de la arañuela roja, fue baja (1,1 adultos, 1,15 ninfas y 0,3 huevos por día), y a escala de planta la acción de *O. insidiosus* no afectó la acción de *N. californicus* para la reducción de la tasa de crecimiento de *T. urticae*, sugiriendo que el control biológico de trips por *O. insidiosus* sería compatible con el de *T. urticae* por *N. californicus*, ya que la depredación intragremio no lo afectaría negativamente (Nuñez Naranjo *et al.*, 2013b). La intensidad de la depredación intragremio de *O. insidiosus* sobre *N. californicus* sería mayor con polen de *T. angustifolia* que en ausencia de este polen. Probablemente, *N. californicus* se concentre alrededor de este polen para alimentarse del mismo, facilitando la actividad de búsqueda, ataque y depredación por parte de *O. insidiosus* (Pascua, 2019).

Por otra parte, las hembras de *Orius insidiosus* presentan un hábito de oviposición de tipo endofítica insertando sus huevos por debajo de la epidermis del tejido vegetal. De esta manera, la oviposición depende tanto de la especie de planta, como de la calidad y variación de los tejidos de la misma (Lundgren *et al.*, 2008; Seagraves y Lundgren, 2010), manifestando preferencias por determinadas plantas y determinados sitios dentro de ellas para oviponer (Lundgren y Fergen,

2006; Richards y Schmidt, 1996). Pascua *et al.* (2019) encontraron que, en las plantas de frutilla con flor, el cáliz y el pecíolo floral recibieron un mayor número de huevos respecto de las estructuras vegetativas. Este resultado podría ser interpretado en el marco de la Teoría de la oviposición óptima, la cual predice una relación positiva entre la preferencia de la hembra por una especie de planta, o sitio dentro la planta, para la oviposición y el desempeño de su descendencia (Thompson, 1988; Vankosky y van Laerhoven, 2017).

El control biológico mediante liberaciones aumentativas o por conservación de enemigos naturales nativos o establecidos, tiene un gran potencial en la Argentina. Existe una base de conocimientos locales sobre biología, ecología y comportamiento de las plagas y de sus depredadores y parasitoides, que pueden ser utilizados en programas de Control Biológico y Manejo Integrado de Plagas del cultivo de frutilla en la Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M., Guisoni, N.C. & Greco, N.M. (2019). Dispersión de *Orius insidiosus*, principal depredador de trips, en función de los recursos alimenticios disponibles en el cultivo de frutilla. I Congreso Argentino de Agroecología. 18-20/09/2019. Mendoza, Argentina.
- Brodeur, J. & McNeil, J.N. (1994). Life history of the aphid hyperparasitoid *Asaphes vulgaris* Walker (Pteromalidae): possible consequences on the efficacy of the primary parasitoid *Aphidius nigripes* Ashmead (Aphidiidae). *Canadian Entomologist*, 126(6), 1493-1497.
- Cédola, C.V. & Greco, N.M. (2010). Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolli*, on strawberry in Argentina. *Journal of Insect Science*, 10(9), 1-9.
- Cingolani, M.F. & Greco, N.M. (2018). Spatio-temporal variation of strawberry aphid populations and their parasitoids. *Applied Entomology and Zoology*, 53(2), 205-214.
- Coll, M., Shakya, S., Shouster, I., Nenner, Y. & Steinberg, S. (2007). Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. *Entomol. Exp. Appl.*, 122(1), 59-67.
- de Moraes, G., McMurtry, J., Denmark, H. & Campos, C. (2004). A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434(1), 1-494.
- Francesena, N., Rocca, M., Rizzo, E., Arneodo, J.D. & Greco, N.M. (2019). Potential of predatory Neotropical ladybirds and minute pirate bug for biological control of strawberry aphid. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. En prensa.
- Fraulo, A. & Liburd, O. (2007). Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. *Experimental and Applied Acarology*, 43(2), 109-119.
- Frescata, C. & Mexia, A. (1996). Biological control of thrips by *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthicoridae) in organically-grown strawberries. *Biological Agriculture and Horticulture*, 13(2), 141-148.
- García-Marí, F. & González-Zamora, J.E. (1999). Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. *Experimental and Applied Acarology*, 23(6), 487-495.
- Greco, N.M., Liljesthrom, G.G. & Sánchez, N.E. (1999). Spatial distribution and coincidence of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the predator *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Experimental and Applied Acarology*, 23(7), 567-580.
- Greco, N.M., Liljesthrom, G.G., Cédola, C.V. & Roggiero, M.F. (2006). Effect of prey deprivation on survival and reproduction of *Neoseiulus californicus* (acari: phytoseiidae) females. *Acarologia*, 46(1-2), 13-19.
- Greco, N.M., Liljesthrom, G.G., Gugole Ottaviano, M.F., Cluigt, N., Cingolani, M.F., Zembo, J.C. & Sánchez, N.E. (2011). Pest management plan for *Tetranychus urticae* based on the natural occurrence of *Neoseiulus californicus* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) in strawberry. *International Journal of Pest Management*, 57(4), 299-308.

- Greco, N.M., Sánchez, N.E. & Liljesthröm, G.G. (2005). *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on the pest abundance on strawberry. *Experimental and Applied Acarology*, 37(1-2), 57-66.
- Greco, N.M., Tetzlaff, G.T. & Liljesthröm, G.G. (2004). Presence-absence sampling for *Tetranychus urticae* and its predator *Neoseiulus californicus* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on strawberries in La Plata, Argentina. *International Journal of Pest Management*, 50, 23-27.
- Gugole Ottaviano, M.F., Alonso, M., Cédola, C.V., Pascua, M.S., Roggiero, M.F. & Greco, N.M. (2018). Overwintering of the Argentine strain of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 76(3), 311-323.
- Gugole Ottaviano, M.F., Cédola, C.V., Sánchez, N.E. & Greco, N.M. (2015). Conservation biological control in strawberry: effect of different pollen on development, survival and reproduction of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 67(4), 507-521.
- Gugole Ottaviano, M.F., Sánchez, N.E., Roggiero, M.F. & Greco, N.M. (2013). Performance of *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus californicus* on several strawberry cultivars. Effect of glandular and non-glandular trichomes. *Arthropod-Plant Interactions*, 7(5), 547-554.
- Hodek, I. & Evans, E.W. (2012). Food relationships. In: Hodek, I., van Emden, H. & Honek, A. (Eds.), *Ecology and behaviour of the ladybird beetles* (pp. 141-274). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Jolly, R. (2000). The predatory mite *Neoseiulus californicus*: its potential as a biological control agent for the fruit tree spider, *Panonychus ulmi*. The BCPC Conference at Brighton, Pest and Diseases 1. (pp. 487-490). 13-16/11/2000. Brighton, UK.
- Lefebvre, M., Reguilón, C. & Kirschbaum, D. (2013). Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 39(3), 273-280.
- Lemos, F., Almeida Sarmiento, R., Pallini, A., Días, R., Sabelis, M. & Janssen, A. (2010). Spider mite web mediates anti-predator behaviour. *Experimental and Applied Acarology*, 52(1), 1-10.
- Lundgren, J.G. & Fergen, J.K. (2006). The oviposition behavior of the predator *Orius insidiosus*: acceptability and preference for different plants. *BioControl*, 51(2), 217-227.
- Lundgren, J.G., Fergen, J.K. & Riedell, W.E. (2008). The influence of plant anatomy on oviposition and reproductive success of the omnivorous bug *Orius insidiosus*. *Animal Behavior*, 75(4), 1495-1502.
- Martin, R.R. & Tzanetakis, I.E. (2015). Control of virus diseases of berry crops. *Advances in Virus Research*, 91, 271-309.
- Messelink, G.J., Bennison, J., Alomar, O., Ingegno, B.L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F.L. (2014). Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59(4), 377-393.
- Molina, N., Gimenez, L. & Richieri, C. (2007). Economía del sector hortícola de corrientes. Producción frutillera regional y su relación con la oferta nacional y del Mercosur. Publicación técnica 22. Bella Vista, Argentina: EEA Bella Vista INTA.

- Myers, L. (2004). *Sap beetles of Florida, Nitidulidae (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae)*. Entomology and Nematology department, Florida cooperative extension service, institute of food and agricultural sciences, University of Florida. EENY256.
- Nuñez Naranjo, D., Rocca, M., Luna, M.G., Pascua, M. & Greco, N.M. (2013a). Depredación de *Orius insidiosus* (Heteróptera: Anthocoridae) sobre las principales plagas de frutilla, en condiciones de laboratorio. XXXVI Congreso Argentino de Horticultura. 23-26/09/2013. Tucumán, Argentina.
- Nuñez Naranjo, D., Rocca, M., Luna, M.G., Alonso, M. & Greco, N.M. (2013b). Evaluación preliminar de la depredación intragremio entre enemigos naturales en el cultivo de frutilla. XXXVI Congreso Argentino de Horticultura. 23-26/09/2013. Tucumán, Argentina.
- Palevsky, E., Walzer, A., Gal, S. & Schausberger, P. (2008). Evaluation of dry-adapted strains of the predatory mite *Neoseiulus californicus* for spider mite control on cucumber, strawberry and pepper. *Experimental and Applied Acarology*, 45(1-2), 15-27.
- Pascua, M.S. (2019). Manejo Integrado de la plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Pascua, M.S., Rocca, M., De Clercq, P. & Greco N.M. (2019). Host Plant Use for Oviposition by the Insidiosus Flower Bug (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Economical Entomology*, 112(1), 219-225.
- Rabasse, J.M., Trouvé, C., Geria, A.M. & Quignou, A. (2001). Aphid pests of strawberry crops and their parasitoids in France. *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwk Toegep Biol Wet*, 66(2a), 293-301.
- Richards, P.C. & Schmidt, J.M. (1996). The suitability of some natural and artificial substrates as oviposition sites for the flower bug, *Orius insidiosus*. *Entomol. Exp. Appl.*, 80(2), 325-333.
- Rocca, M., Rizzo, E. & Greco, N.M. (2019). Larval interactions between two aphidophagous coccinellids in sweet pepper. *Annals of the Brazilian Academy of Science*, en prensa.
- Rocca, M., Rizzo, E., Greco, N.M. & Sánchez, N.E. (2017). Intra and interspecific interactions between aphidophagous ladybirds: the role of prey on predators coexistence. *Entomol. Exp. Appl.*, 162(3), 284-292.
- Rosenheim, J. & Harmon, J. (2006). The influence of intraguild predation on the suppression of a shared prey population: an empirical reassessment. In: Brodeur, J. & Boivin, G. (Eds.), *Trophic and Guild Interactions in Biological Control* (pp. 1-20). Dordrecht, Holanda: Springer.
- Saini, E.D., Cervantes, V. & Alvarado, L. (2003). Efecto de la dieta, temperatura y hacinamiento, sobre la fecundidad, fertilidad y longevidad de *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera Anthocoridae). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32(2), 21-32.
- Sances, F.V., Toscano, N.C., Oatman, E.R., Lapré, L.F., Johnson, M.W. & Voth, V. (1982). Reductions in Plant Processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Feeding on Strawberry. *Environmental Entomology*, 11(3), 733-737.
- Seagraves, M.P. & Lundgren, J.G. (2010). Oviposition response by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to plant quality and prey availability. *Biological Control*, 55(3), 174-177.
- Servicio Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO). (2019). Recuperado de <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/tetranychus-urticae>

- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2019). Listado de agentes de control biológico y organismos benéficos evaluados. Recuperado de <http://www.senasa.gov.ar/cadena-vegetal/forrajes/produccion-primaria/control-biologico/listado-de-agentes-evaluados>.
- Stumpf, N. & Nauen, R. (2002). Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide and Biochemistry and Physiology*, 72(2), 111-121.
- Thompson, J.N. (1988). Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomol. Exp. Appl.*, 47(1), 3-14.
- Thompson, J.R., Wetzell, S., Klerks, M.M., Vašková, D., Schoen, D.S., Špak, J. & Jelkmann, W. (2003). Multiplex RT-PCR detection of four aphid-borne strawberry viruses in *Fragaria* spp. in combination with a plant mRNA specific internal control. *Journal of Virological Methods*, 111(2), 85-93.
- Toyoshima, S. & Hinomoto, N. (2004). Intraspecific variation of reproductive characteristics of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39(3), 351-355.
- van Lenteren, J. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57(1), 1-20.
- van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W.J. & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63(1), 39-59.
- Vankosky, M.A. & van Laerhoven, S.L. (2017). Does host plant quality affect the oviposition decisions of an omnivore? *Insect Science*, 24(3), 491-502.
- Villegas-Elizalde, S., Rodríguez-Maciel, J., Anaya-Rosales, S., Sánchez-Arroyo, H., Hernández-Morales, J. & Bujanos-Muñiz, R. (2010). Resistencia a acaricidas en *Tetranychus urticae* (Koch) asociado al cultivo de fresa en Zamora, Michocán. México. *Agrociencia*, 44, 75-81.
- Walsh, D., Zalom, F.G., Shaw, C.V. & Larson, K.D. (2002). Yield reduction caused by twospotted spider mite feeding in an advanced-cycle strawberry breeding population. *Journal of American Society HortScience*, 127(2), 230-237.
- Zhang, Z.Q. (2003). *Mites of Greenhouses. Identification, Biology and Control*. 245 p. Oxfordshire, Reino Unido: CABI Publishing.