

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA COBERTURA VEGETAL SOBRE LAS
POBLACIONES DE *Cacopsylla bidens* (ŠULC, 1907) Y SUS
ENEMIGOS NATURALES**

por

Diana VALLE LÓPEZ

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Ciencias Agrarias
opción Ciencias Vegetales

MONTEVIDEO

URUGUAY

(Noviembre 2016)

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. (MSc.) Carlos Danilo Cabrera, Ing. Agr. (Dra.) María Valentina Mujica Teliz, y Ing. Agr. (MSc.) Alejandra Borges, el 15 de noviembre de 2016. Autora: Ing. Agr. Diana Valle López. Director Lic. (Dr.) Enrique Morelli, Co-director/a Ing. Agr. (Phd.) Roberto Zoppolo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Mariana Silvera, Agustina Álvarez, Gonzalo Vázquez, Gastón Tejera, Jorge Secco, Eugenia Salvat y Matías López por la ayuda desinteresada en todo el trabajo que llevó a la obtención de estos datos y por la amistad generada en estos años.

A Valentina Mujica por la ayuda incondicional, el apoyo y la amistad generada, sin la cual mucho del trabajo hecho no hubiera sido posible.

A mis tutores Roberto Zoppolo y Enrique Morelli por haberme apoyado durante todo el proceso y los invalorable consejos.

A Alejandra Borges por la invalorable ayuda en el análisis de los datos y Danilo Cabrera y Hernán Groba por los aportes.

Al equipo de protección vegetal de INIA Las Brujas, por haberme apoyado y proporcionado un excelente ambiente de trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, en cuyas instalaciones se desarrollaron los ensayos de la presente tesis.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación por la beca de Maestría obtenida.

TABLA DE CONTENIDO

	página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. CARACTERÍSTICA DE LA FAMILIA PSYLLIDAE Y <i>Cacopsylla bidens</i> (ŠULC, 1907).....	3
1.1.1. <u>Desarrollo estacional</u>	3
1.1.2. <u>Daños</u>	4
1.2. MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTROL	6
1.2.1. <u>Monitoreo</u>.....	6
1.2.2. <u>Control químico</u>.....	8
1.2.3. <u>Control cultural</u>.....	9
1.2.4. <u>Enemigos naturales</u>.....	10
1.2.4.1. Orden Hemiptera.....	11
1.2.4.2. Orden Neuroptera.....	11
1.2.4.3. Orden Coleoptera.....	12
1.2.4.4. Orden Hymenoptera.....	13
1.2.4.5. Orden Aranae.....	13
1.2.4.6. Otros.....	14
1.2.4.7. Plantas que favorecen la presencia de enemigos naturales.....	14
2. <u>THE FIRST REPORT OF THE PEAR PSYLLID <i>Cacopsylla bidens</i> (ŠULC,</u> <u>1907) (INSECTA, HEMIPTERA, PSYLLIDAE) IN URUGUAY.....</u>	16
2.1. RESUMEN.....	16
2.2.SUMMARY.....	17
2.3. INTRODUCTION.....	18

2.4. MATERIALS AND METHODS.....	19
2.5. RESULTS.....	19
2.6. DISCUSSION.....	21
2.7. CONCLUSIONS.....	23
2.8. LITERATURE CITED.....	23
3. EFECTO DEL MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL SOBRE LAS POBLACIONES DE <i>Cacopsylla bidens</i> (ŠULC, 1907) Y SUS ENEMIGOS NATURALES.....	26
3.1. RESUMEN.....	26
3.2. SUMMARY	27
3.3. INTRODUCCIÓN.....	28
3.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.5. RESULTADOS.....	32
3.5.1. <u>Fauna benéfica asociada a montes de perales</u>	32
3.5.2. <u>Flora de la entrefila</u>	32
3.5.3. <u>Efecto de la cobertura vegetal en el desarrollo poblacional de <i>Cacopsylla bidens</i></u>	34
3.5.4. <u>Efecto de la cobertura vegetal sobre los posibles enemigos naturales</u>	36
3.6. DISCUSIÓN.....	37
3.7. CONCLUSIONES.....	42
3.8. BIBLIOGRAFÍA	43
4. <u>CONCLUSIONES GENERALES</u>.....	50
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	51

RESUMEN

El uso intensivo de los plaguicidas, y su predominancia sobre otras medidas para el control de plagas y enfermedades, constituye a futuro una debilidad del sistema frutícola. En el caso concreto de la psila del peral, una plaga secundaria, al disminuir el uso e impacto de los insecticidas, se generó una modificación en el momento de aparición de la plaga, a la vez que los ataques que se presentan son más agresivos. Como estrategia de control alternativa se puede optar por el control biológico, usando los enemigos naturales presentes en los montes. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la cobertura vegetal sobre las poblaciones de psila y de sus enemigos naturales. El ensayo se llevó a cabo sobre dos montes de peral William's en plena producción con un diseño de bloque completo al azar en el cual se testaron dos tratamientos: corte de la entrefila y entrefila dejada crecer en forma espontánea. Se realizaron muestreos semanales a partir de septiembre del 2013 hasta septiembre de 2015. Uno de los resultados de este trabajo fue la correcta identificación de la especie de psila para nuestro país: *Cacopsylla bidens*. Los enemigos naturales de psila que se registraron pertenecen a las familias de Encyrtidae (Hymenoptera), Coccinellidae (Coleoptera), Sirifidae (Diptera), Miridae (Hemiptera), Chrysopidae (Neuroptera) y el orden Aranae. El tratamiento sin corte de la entrefila resultó en un menor número de psila a lo largo del ensayo y en un mayor número de enemigos naturales ($p>0,05$). Esto permitió concluir que la entrefila dejada crecer en forma espontánea influye negativamente sobre la presencia de la psila, al favorecer a los enemigos naturales.

Palabras clave: manejo integrado de plagas, manejo del habitat, control biológico, psila del peral.

**EFFECT OF THE GRASSLAND MANAGEMENT OF INTER-ROW ON
POPULATION OF *Cacopsylla bidens* (ŠULC, 1907) AND ITS NATURAL
ENEMIES**

SUMMARY

The intensive use of pesticides, and its predominance over other measures to control pests and diseases, constitutes a weakness of the future fruit system. In the case of pear psila, a secondary pest, due to the lower use of insecticides, the time of onset of the plague has modified, and the attacks that occur are more aggressive. Biological control is an alternative control strategy, which involves using natural enemies in the orchard. The aim of this work was to evaluate the effect of plant cover on psyllid populations. The experiments installed with a randomized complete block design on four William´s pear orchards, consisted of two treatments: regular cut of soil cover and untreated inter-row. Samplings were taken weekly from September 2013 to September 2015. The results showed that the psila species registered in the country is not the correct one, due to a first misidentification, and the new record of *Cacopsylla bidens* was made for Uruguay. This pest reaches its peak population in the autumn and showed to be very subject to weather conditions. Twenty families of natural enemies were found. Among these, the natural enemies of psila present belong to the families of Encyrtidae (Hymenoptera), Coccinelidae (Coleoptera), Sirifidae (Diptera), Miridae (Hemiptera), Chrysopidae (Neuroptera), and Aranae. Treatment without cutting the soil cover vegetation resulted in fewer psila throughout the trial and in more natural enemies ($p > 0.05$). This allows concluding that the coverage favored the natural enemies in detriment of psila population.

Keywords: integrated pest management, habitat manipulation, biological control, pear psila.

1. INTRODUCCIÓN

Los rubros pertenecientes al Sistema Vegetal Intensivo (SVI) ya sean frutícolas u hortícolas se ven afectados por numerosas plagas y enfermedades que afectan su producción tanto en cantidad como en calidad. A lo largo de la historia han existido diferentes etapas en cuanto a la forma en que se ha realizado su control: una etapa inicial en la que el control tanto de plagas como enfermedades estuvo basado en sustancias inorgánicas (cúpricos, azufrados, etc.) y en la utilización del control biológico; una segunda etapa signada por la aparición de los plaguicidas de síntesis lo cual derivó en que el control fuera realizado por frecuentes aplicaciones de mezclas de este tipo de compuestos, los cuales generalmente eran de amplio espectro y de alta toxicidad. Las acciones realizadas durante esta etapa del control con plaguicidas de síntesis trajeron consecuencias negativas como: desequilibrio biológico (desaparición de controladores biológicos naturales, aparición de nuevas plagas y resurgimiento de otras), residuos en los productos vegetales, efectos nocivos para el aplicador, trabajadores y consumidor e impacto negativo sobre el medio ambiente (residuos en aguas, suelo, y partes vegetales). Esos efectos negativos nos trasladaron a la etapa actual en la cual la opinión pública es muy sensible y exigente respecto a la inocuidad de los productos que consume y de la sustentabilidad de los procesos que fueron empleados en su producción, existiendo numerosos controles y sistemas de certificación de productos y procesos. Si bien en Uruguay aún el mercado no realiza en los hechos esta diferenciación, desconocer la tendencia y no prepararse significaría dejar que la producción quede en desventaja en el mercado local frente a productos importados, a la vez que seguir manejando un potencial de daño colateral indeseado en el sistema productivo aplicado.

El uso intensivo de los plaguicidas, y su predominancia sobre otras medidas para el control de plagas y enfermedades, constituye a futuro una debilidad del sistema frutícola. La tendencia tanto a nivel nacional como mundial es reducir y restringir el uso de plaguicidas persiguiendo básicamente dos fines: por un lado, la seguridad alimentaria (productos alimenticios con el mínimo residuo de plaguicidas) y por otro la sustentabilidad ambiental (minimizar los efectos nocivos sobre el medio

ambiente incluyendo también como integrantes del mismo a los trabajadores). Este hecho tiene consecuencias sobre el conjunto de plagas que se deben controlar.

En el caso concreto de la psila del peral, una plaga secundaria, al disminuir el uso e impacto de los insecticidas, se generó un adelanto en el momento de aparición de la plaga, a la vez que los ataques que se presentan son más agresivos. Buena parte de la disminución de uso de insecticidas se debe a la exitosa aplicación de la técnica de manejo regional de plagas para *Carpocapsa* y *Grafolita*. Este cambio drástico en el manejo va a impulsar cambios mucho más acelerados en el comportamiento de la psila de los que se vienen dando. Esto a su vez acrecienta la necesidad de identificar estrategias para el control de esta plaga compatibles con el programa recién mencionado, promoviendo alternativas de mínimo uso de agroquímicos y maximización de las alternativas biológicas.

La estrategia para levantar las restricciones impuestas por los requisitos sanitarios, implica acelerar la adopción del manejo regional de plagas lo cual necesariamente conlleva a la urgencia de implementar una rápida generación de respuestas al problema de la psila. El desarrollo de una alternativa viable para disminuir los perjuicios de los problemas sanitarios y a la vez lograr una producción con esas características demandadas debe estar alineada con los principios del Manejo Integrado de Plagas y enfermedades (MIP). En estos últimos años se han identificado varias estrategias para el control de esta plaga, pero no se ha evaluado el efecto de los enemigos naturales en el control de las poblaciones. Por esta razón el presente trabajo se propuso estudiar el efecto de la cobertura vegetal sobre las poblaciones de psila y sus potenciales enemigos naturales, considerando su influencia sobre el desarrollo de los mismos. Así mismo, se realizó un registro de las familias de controladores naturales asociados a psila presentes en el país.

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA PSYLLIDAE Y *Cacopsylla bidens* (ŠULC, 1907)

Los psílidos (Hemiptera, Psylloidea) constituyen un pequeño grupo de insectos esternorrincos caracterizados por un alto grado de especificidad de hospedero. A esta superfamilia pertenecen varias plagas de importancia agrícola (Burckhardt, 1994a). Económicamente las más importantes de la región templada y subtropical atacan citrus, perales y manzanos (Burckhardt, 1994b). En particular en el caso de los perales, se han registrado más de 28 especies de psila asociadas a este cultivo en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Yang *et al.*, 2004). En Uruguay se mencionó por primera vez la psila del peral por Trujillo (1942) como *Cacopsylla pyricola* siendo luego reclasificada como *Cacopsylla bidens* (Valle *et al.* en publicación). Los adultos se asemejan a pequeñas cigarras y viven en simbiosis obligada con el huésped (Burckhardt, 1994a).

1.1.1. Desarrollo estacional

La psila del peral es una especie multivoltina, caracterizada por un marcado dimorfismo sexual. El primer morfotipo es más chico de color claro, típicamente de verano, mientras que el segundo es de mayor tamaño y de color oscuro conocido como morfotipo de invierno (Horton *et al.* 1994, Sorokey *et al.* 2013).

El morfotipo de invierno se desarrolla a partir de estadios inmaduros expuestos a días cortos mientras que los que están expuestos a días largos desarrollan adultos de verano. Estos últimos son los reproductivos y se caracterizan por una marcada sedentariedad. El morfotipo invernal aparece en otoño y está caracterizado por ovarios inmaduros debido a la diapausa reproductiva. Este morfotipo es el que hiberna en el peral (Krysan y Higbee 1990, Burckhardt 1994b). Al aumentar las temperaturas vuelven a desarrollarse los ovarios y empieza la postura de los primeros huevos (Horton *et al.*, 2007). En Uruguay, la postura se inicia en el mes de agosto, y dependiendo de las condiciones climáticas puede llegar a extenderse hasta septiembre (Bentancourt y Scatoni 2010, Castro y Sanabria 1997).

Los huevos son ovoidales, de color blanquecino, con un pedicelo basal que se inserta en el tejido de la planta. Generalmente las hembras oviponen en los brotes nuevos, en las ramas o en las hojas. La psila pasa por 5 estadios ninfales, los cuales suelen alimentarse sobre los tejidos verdes en activo crecimiento (Burckhardt, 1994b). El último estadio suele ser de color más oscuro, con los esbozos alares bien visibles, y se caracteriza por ser más móvil respecto a los estadios anteriores (Núñez y Paullier, 1991). Las ninfas se encuentran debajo de las hojas o en el punto de inserción de los pecíolos, y están generalmente cubiertos de mielecilla. La mielecilla tiene una función protectora, aunque en realidad con las temperaturas altas (38°C) se cristaliza y termina matando las ninfas (Castro y Sanabria, 1997).

En algunos países las primeras generaciones de la estación son las peligrosas para el cultivo ya que al aumentar el calor se incrementan significativamente las poblaciones, mientras que en Uruguay no se registran poblaciones significativas hasta el mes de marzo. Esto puede ser debido a que las altas temperaturas reducen la longevidad y la fecundidad de los adultos (McMullen y Jong 1972, Bentancourt y Scatoni 2010).

1.1.2 Daños

La psila del peral causa tres tipos de daños, tanto directos como indirectos: fumagina, psila shock y pear decline (Horton, 1999).

Los daños de tipo directo son debidos a la alimentación tanto de los adultos como de los estadios inmaduros. Las ninfas al alimentarse excretan una gran cantidad de mielecilla por el ano, con la cual se recubren para su propia defensa. La mielecilla promueve el desarrollo de fumagina que confiere a los árboles un aspecto atizonado viéndose afectada la capacidad fotosintética (Núñez y Paullier 1991, Alston y Reding 2003).

Los adultos, a su vez al alimentarse inyectan saliva tóxica en las plantas que puede contener fitotoxinas, además de remover una gran cantidad de nutrientes. Altas poblaciones de psila alimentándose provocan una caída prematura de las hojas, reducción en el crecimiento de la planta y reducción en el tamaño de las frutas como

en la maduración de las mismas en el año siguiente. Estos daños conforman lo que se define como el complejo psila shock (Adams *et al.* 1983, Núñez y Paullier 1991, Burckhardt 1994b).

Como daño indirecto, la psila del peral es vector de un fitoplasma que causa una enfermedad conocida como pear decline (Lethmayer *et al.*, 2011). Los fitoplasmas son pequeños procariotes sin pared que infectan tanto la planta como su insecto vector (Blomquist y Kirkpatrick, 2002). Esta enfermedad causa que los nutrientes sintetizados por la planta no lleguen hasta las raíces causando el marchitamiento de las mismas y la consecuente inanición de la planta (Horton, 1999). En otoño las hojas de las plantas afectadas enrojecen antes y hay una caída prematura de las mismas. Las hojas son más pequeñas y de color más claro y hay un menor número de brotes (Liu *et al.*, 2007). La enfermedad se puede subdividir en dos tipos: decaimiento lento y decaimiento rápido. El decaimiento lento se caracteriza por un progresivo debilitamiento del árbol. Los árboles presentan un menor número de hojas, estas son pequeñas, con los márgenes ligeramente enrollados hacia el haz y de color verde pálido. Luego enrojecen en forma anómala durante el otoño y terminan cayendo antes de tiempo. Los árboles infectados pueden vivir por un largo período o morir a los pocos años de la infección. El decaimiento rápido se manifiesta por una marchitez rápida de los árboles que mueren en unos pocos días o semanas. Las hojas presentan un característico aspecto chamuscado (Liu *et al.*, 2007). La gravedad de la enfermedad depende del portainjerto usado para el cultivo. Los árboles injertados sobre *P. communis*, *P. betulifolia*, *P. calleryana* y *Cydonia oblonga* se infectan, pero son más tolerantes al ataque. Los injertados sobre portainjerto asiático como *P. ussuriensis* y *P. serotina* son más susceptibles y muestran un rápido decaimiento del árbol. En la zona de unión del patrón y la variedad se marca una línea oscura (Davies *et al.* 1992, Blomquist y Kirkpatrick 2002).

El fitoplasma permanece en los insectos durante el invierno, pero se infiere que en esta época no tiene la capacidad de multiplicarse a tasas importantes como para dañar el árbol. En la época de verano vuelve a ser infeccioso (Carraro *et al.*, 2001).

1.2 MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTROL

1.2.1 Monitoreo

Para verificar si la abundancia real de un insecto plaga en un cultivo supera o no la aceptable o tolerable para las condiciones de producción, el muestreo juega un papel central, y es de primordial importancia ajustar un sistema apropiado para asesorar en las decisiones de manejo de la plaga.

El muestreo de poblaciones de artrópodos consiste en contar una parte pequeña del total de la población, y a partir de esta muestra estimar el nivel absoluto de la población (Southwood, 1978). En general, no existe un método de muestreo que satisfaga todas las exigencias y, por lo tanto, la elección del mismo es casi siempre un compromiso entre el esfuerzo, la disponibilidad de medios y la finalidad perseguida (Sánchez *et al.*, 1998).

Un regular y correcto monitoreo de plagas es fundamental en un programa de control integrado. Esto permite conocer exactamente el ciclo de la especie, la mayor o menor presencia de un determinado insecto en el predio y saber cómo y cuándo aplicar un insecticida, evitando así aplicaciones inútiles que resultan en un mal uso de fondos y en un riesgo innecesario para el medioambiente (Adams *et al.*, 1983). En la base de un buen sistema de monitoreo está el conocimiento de la plaga objetivo, ya que los distintos estadios pueden ser monitoreados en formas distintas (Simone, 2004).

Para el caso de psila los métodos de muestreo más comúnmente usados son: las trampas amarillas, el golpeteo, el muestreo de partes de plantas y el aspirado (Horton 1999, Stewart 2002, Jenser *et al.*, 2010).

El método de las trampas amarillas consiste básicamente en un trozo de metal, plástico o cartón fino sobre el que se deposita una fina capa de sustancia adhesiva. La forma puede ser plana o cilíndrica y además puede pintarse de colores que favorezcan la captura del insecto objetivo. Este tipo de trampas puede colocarse tanto entre la vegetación como a nivel del suelo (Mujica, 2007). Con este método se

pueden detectar y contar adultos de psila presentes en el predio. Las trampas engomadas se cuelgan a las ramas de los árboles siendo revisadas y cambiadas periódicamente. La posición de las trampas tiene influencia sobre las capturas, siendo la mejor altura entre 1.2 y 1.8 m (Adams *et al.* 1983, Arthurs *et al.* 2007). Otro aspecto que influye las capturas es el color de la trampa, estimando que la máxima atracción resultaría de radiaciones entre 520 y 660 nm del espectro, siendo así consideradas las trampas de color amarillo la mejor opción (Adams *et al.* 1983, Soroker *et al.* 2004). Gracias a estas trampas es posible también observar los cambios estacionales de psila a lo largo del año ya que es un método continuo de monitoreo. Una disminución de capturas coincide en general con una disminución de las temperaturas (Jenser *et al.*, 2010).

La técnica de golpeteo es otra estrategia muy usada en el monitoreo de esta plaga y permite detectar la presencia de adultos, ninfas y de eventuales enemigos naturales en el predio de interés (Arthurs *et al.*, 2007). Este método puede ser llevado a cabo de diferentes maneras: se puede optar por el método de dos dimensiones más simple, donde se tiende una tela de color claro sobre un marco de madera, esto es colocado bajo la rama que se elige para el monitoreo y luego ésta es golpeada tres veces con un palo. Los insectos presentes en la rama caen en la tela y son recogidos con un aspirador para luego ser llevados al laboratorio. Una variación a este método es la utilización de un embudo, que permite un muestreo menos afectado por el viento. En este caso los insectos que caen directamente del embudo a una bolsa son llevados al laboratorio (Jenser *et al.*, 2010). Esta técnica tiene la desventaja de no poder ser usada en la época de maduración de los frutos, debido a que causaría la caída de los mismos (Adams y Los, 1989).

El muestreo de parte de plantas es la única técnica que permite evaluar la presencia de huevos en el monte, además de ninfas y adultos (Adams y Los, 1989). La época mejor para empezar este tipo de observación es de 6-8 semanas antes de la floración, cuando las temperaturas mínimas superan los 7°C. Este es el momento en que los adultos invernantes empiezan las cópulas y la primera postura de huevos (Alston y Reding, 2003). El conteo directo puede llevarse a cabo en el campo a simple vista o con ayuda de una lupa, o también en el laboratorio con ayuda de

material de óptica más especializado. Debido a que las preferencias de ovoposición varían a lo largo de la temporada es necesario tener en cuenta este dato para no subvaluar la presencia de huevos en la planta. Antes de la época de llenado de las yemas, los adultos de psila prefieren oviponer en los dardos y en las rugosidades de las ramas. En la primavera, cuando la planta está recubierta por hojas, los huevos serán depositados en las nervaduras de las hojas, haciendo necesario concentrar el esfuerzo de muestreo sobre las mismas (Horton 1999, Stewart 2002). El muestreo por observación visual directa es uno de los métodos más precisos a la hora de implementar un programa de control sobre las poblaciones invernantes, y por ello uno de los más utilizados (Sánchez *et al.*, 1998). La desventaja de este método es el largo tiempo que insume el monitoreo de un predio y la necesidad de contar con personal entrenado para poder distinguir los huevos y las ninfas de primer estadio (Adams y Los, 1989).

El uso de aspiradores es en la actualidad ampliamente conocido. El primer aspirador usado en campo tuvo como desventaja el alto costo y el peso del instrumento. Debido a esto se hicieron varias modificaciones al modelo original para hacer más viable su uso (Dietrick, 1961). En general es la técnica que permite tener la mayor densidad de captura y la menor variación entre muestras. No presenta las desventajas del golpeo, siendo que se puede usar toda la temporada. Esto permite estimar las poblaciones presentes de la plaga en estudio y también los enemigos naturales, sin interrupciones (Stewart, 2002).

1.2.2 Control químico

La principal forma de control para la psila del peral fue por muchos años el uso de insecticidas no selectivos como piretroides. Por consecuencia se fueron seleccionando poblaciones resistentes a los principios activos usados, haciendo esta plaga muy difícil de controlar (Burts 1968, šek Kocourek y Stará 2006, Civolani *et al.* 2010). Además, tanto los insecticidas organofosforados como los piretroides se caracterizan por ser altamente tóxicos para la fauna benéfica (Erlor y Cetin, 2005).

Un punto clave para el control químico de psila es controlar las poblaciones invernantes. Por este motivo es oportuno proceder a una primera aplicación en el periodo de dormancia tardía, antes que los adultos empiecen a oviponer nuevamente (Burts, 1968). Para estas aplicaciones resulta muy eficaz el uso de aceite invernal (solo o en mezcla) permitiendo una buena reducción de los adultos y un retraso en la eclosión de los huevos. Hay casos en que se hace necesaria una aplicación adicional, durante la primavera, basada en el monitoreo, cuando se registran 0.2 adultos por golpeo (Alston y Reding 2003).

Considerando que los mayores ataques de psila ocurren en la época de otoño, muchas veces es necesario intervenir en esta época con insecticidas de amplio espectro (Arnaudov y Kutinkova, 2009).

1.2.3. Control cultural

Un programa de control integrado debe tener en cuenta todos los factores que influyen en una mayor o menor presencia de la plaga de interés. Además de la preservación de los enemigos naturales, entran en juego también factores varietales y de manejo del cultivo, favoreciendo o desfavoreciendo a los insectos plaga (Jauset Berrocal *et al.*, 2000).

Se ha demostrado que el tipo de manejo que es adoptado para los perales, afecta las poblaciones de Psila, y puede ser usado para efectuar el biocontrol de la especie. En particular evitando una excesiva fertilización o la aplicación de reguladores de crecimiento, se disminuyen las poblaciones de psila, ya que responde positivamente a la calidad de la planta, mostrando preferencia en la oviposición, por árboles ricos en nitrógeno. Esto puede ser explicado por el hecho que elevados niveles de nitrógeno reducen las concentraciones de productos secundarios que afectan a los herbívoros. Además, otras actividades de la psila, como la oviposición y la sobrevivencia de las ninfas son afectadas por el uso de reguladores del crecimiento. El efecto resulta limitado en el tiempo mostrando su eficiencia dos semanas luego de la aplicación y desapareciendo tres meses después (Daugherty *et al.*, 2007; Shaltiel *et al.*, 2010)

El aumento de los niveles de infestación de la psila depende también del crecimiento vegetativo y del vigor de la variedad de peral. En una prueba llevada a cabo sobre las variedades Conference y Blanquilla se demostró como la preferencia de las hembras a oviponer es mayor en la variedad Blanquilla, aunque ésta presenta menor número de lamburdas respecto a Conference. Esto pone en evidencia que las hembras no muestran preferencia debido al espacio disponible para realizar la puesta sino por otras características. Se demostró que las características a tener en cuenta son el vigor de la planta, la mayor superficie foliar, que se traduce en un mayor espacio para la alimentación de los inmaduros, y las características físico-químicas de las hojas. La psila prefiere hojas más tiernas para alimentarse y oviponer y con una menor cantidad de clorofila, y una coloración menos marcada (Berrocal *et al.* 2002, Jauset *et al.* 2007).

Las características fisiológicas de la planta que afectan la infestación, además de los ya mencionados, incluyen el pH de las hojas, mostrando que las con mayor pH son las que resultaron en una mayor infestación. La presencia de azúcares tiene efecto fagoestimulante para los insectos, por lo que las hojas con mayores contenidos deberían ser las más afectadas por psila, aunque se desconoce aún la mayor o menor preferencia de una variedad debido a este factor (Berrocal *et al.*, 2002).

1.2.4 Enemigos naturales

Los psílidos son atacados por un elevado número de predadores y parasitoides. Estos enemigos naturales juegan un importante rol en la reducción de las poblaciones de este insecto (Westigard *et al.*, 1979). Los principales enemigos naturales son generalistas y se encuentran entre la vegetación de la entrefila, donde tienen mayor disponibilidad de presas alternativas. En los momentos en que hay suficiente alimento en los árboles, los mismos se desplazan hacia la copa. Los principales enemigos naturales de psila se encuentran en los órdenes: Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera, Hymenoptera y Aranae (Burckhardt, 1994b).

1.2.4.1 Orden Hemiptera

Los principales enemigos naturales de psila se encuentran dentro de la familia Anthocoridae. Todas las especies pertenecientes a esta familia son predadoras de pequeños artrópodos. Algunas especies resultan ser más especialistas que otras, alimentándose sobre un menor rango de presas alternativas (Dempster, 1963). *Anthocoris nemoralis* es una de las principales especies de predadores asociados a montes de perales. Sus presas se encuentran generalmente entre una amplia variedad de familias, incluyendo áfidos, acaros, psílidos y huevos de lepidópteros, aunque muestra una elevada preferencia hacia los psílidos (Solomon *et al.*, 2000). Uno de los aspectos que hace que este predador sea tan eficaz es el hecho de que su ciclo de vida está sincronizado con el de su presa, además de pasar el invierno como adultos haciendo que estén activos una vez que la temperatura asciende (Sigsgaard 2010, Oudeh *et al.* 2013). En muchos países los Anthocoridae son introducidos en las quintas para el control de muchas plagas. Este predador, originario del continente europeo, fue liberado en Norte América resultando ser un óptimo controlador de la psila del peral (Horton *et al.*, 2004). En Uruguay la especie más abundante es *Orius insidiosus*, que es caracterizado por tener una alimentación mixta, consumiendo también jugos vegetales (Bentancourt *et al.*, 2009).

En la familia Miridae se encuentran otras especies de importancia para el control de esta plaga. En España la especie más importante es *Pilophorus gallicus*. En este país es la que mejor controla la presencia de psila en los montes, ya que pasa el invierno como huevo en la corteza de los perales, y las ninfas emergen al comenzar la primavera, coincidiendo con la emergencia de la primera generación de ninfas de psila (Sanchez y Ortín-Angulo, 2012). En Uruguay se registró la especie *Deraecoris brevis* (Castro y Sanabria, 1997).

1.2.4.2 Orden Neuroptera

Los crisópidos son insectos caracterizados por una fuerte coloración verde, y los adultos se alimentan de las flores (néctar y polen) y de pequeños insectos de

cuerpo blando. Los crisópidos carnívoros son conocidos como "crisopas" y son uno de los predadores más comunes presentes en los montes (Porcel *et al.*, 2011). Sus huevos son pequeños y se sostienen por medio de un sutil hilo pegado a las hojas de los árboles, ramas y frutos pudiéndoselos encontrar en cualquier parte del predio. Las larvas son predadoras y se mueven a lo largo de la planta en búsqueda de presas que pueden ser ácaros, cochinillas y pequeñas larvas y ninfas como las de psila (Bentancourt *et al.*, 2009).

En los perales se han reconocido distintas especies como *Chrysoperla oculata*, *Chrysoperla plorabunda* y *C. carnea*. En Uruguay se encontró en mayor número y asociada a la presencia de psila, *Chrysopa lanata* (Castro y Sanabria, 1997).

Chrysoperla spp. es comúnmente usada en el manejo integrado de plagas o con liberaciones periódicas en campo, o manipulando el hábitat para atraer y conservar la natural presencia de estos predadores (Tauber *et al.*, 2000).

1.2.4.3 Orden Coleoptera

Los coleópteros de la familia Coccinellidae son conocidos por ser predadores de muchas plagas agrícolas. Son por excelencia insectos benéficos, aunque pocas especies pueden causar daños a los cultivos hortícolas como es el caso de *Epilachna paenulata* que se nutre sobre cucurbitáceas. En general son predadores de pulgones, cochinillas y otros insectos pequeños. La puesta tiene lugar en el envés de las hojas, pero también se pueden encontrar huevos en las cortezas de los árboles. Tienden a oviponer cerca de los lugares donde están presentes las presas, y la hembra madura no ovipone hasta no haberse alimentado de algunas presas. Como muchos otros predadores, los coccinélidos necesitan complementar su dieta con aminoácidos y carbohidratos por lo cual necesitan alimentarse de polen y néctar (Milán Vargas *et al.* 2012, Simone 2004).

En Uruguay se conocen *Cycloneda sanguinea*, *Eriopis conexa*, *Adalia bipunctata*, *Chilocorus bipustulatus* y *Chilocorus stigma*. Todas estas especies son predadoras de cochinillas, moscas blancas y pulgones (Bentancourt *et al.*, 2009).

La eficacia de estos predadores es difícil de evaluar debido a su movilidad y no son considerados como eficientes en el control de psila debido a su amplio rango de presas alternativas, aunque algunos años alcanzan números suficientes en los montes de peral para controlar también esta plaga (Obrycki y Kring 1998, Castro y Sanabria 1997).

1.2.4.4 Orden Hymenoptera

Los parasitoides pertenecientes al orden Hymenoptera atacan una gran variedad de insectos de importancia agrícola y por este motivo son de importancia primaria en la regulación natural de las poblaciones de insectos fitófagos (Cross *et al.*, 1999).

Entre los parasitoides se registraron once géneros, que se encontraron asociados a Psylloidea, pertenecientes a la familia Encyrtidae (Guerrieri y Noyes, 2009). El género *Trechnites* incluye 21 especies y entre estas *Trechnites insidiosus* (= *Trechnites psilae*) que fue la especie más abundante en España asociada a poblaciones de *Cacopsylla pyri*. Este parasitoide inverna como pupa en el interior de las ninfas de psila, llegando a momificarlas. En España se registraron 3 generaciones al año (Avilla *et al.*, 1992).

En el campo los niveles de parasitismo son generalmente bajos, pero esto puede ser debido al uso de insecticidas de amplio espectro de acción que causan una disminución drástica en las poblaciones de parasitoides (Cross *et al.*, 1999).

T. insidiosus es la única especie actualmente usada para el biocontrol de *Cacopsylla sp.* (Guerrieri y Noyes, 2009).

1.2.4.5 Orden Aranae

Las arañas son consideradas predadores generalistas, que pueden ayudar directa o indirectamente en el control de la psila. Todavía no se ha podido relacionar con precisión la interacción de las arañas con las plagas presentes en el predio y con otros predadores, pero se pudo notar que, al aumentar las poblaciones de estos

predadores, disminuye la presencia de psila y otros insectos dañinos en los frutales. El aumento poblacional de arañas, presenta un pico en el verano y otoño, siendo independiente del aumento de población de psila, por lo que éstos predadores pueden controlar las poblaciones cuando se encuentran a niveles bajos, actuando así sobre las poblaciones invernales (Sanchez y Ortín-Angulo, 2012).

En España, las arañas junto a los crisópidos son los antagonistas que se presentaron en mayor número en los predios de perales (Vilajeliu *et al.*, 1998).

Las arañas disminuyen drásticamente en los predios donde se aplican insecticidas siendo más susceptibles que los insectos a los mismos, además el número disminuye también en los predios donde se elimina la vegetación de la entrefila. Las arañas son favorecidas cuando en las cercanías de las quintas se localizan campos abandonados o cercos que permitan a éstas tener refugios y reservas de presas durante el invierno cuando los frutales no están en producción (Riechert, 1999).

1.2.4.6 Otros

Entre otros predadores de psila, de menor importancia ya que no alcanzan un número suficiente para controlar la plaga, son citadas varias especies de sírfidos (Diptera), que depredan las ninfas de psila (Castro y Sanabria., 1997).

1.2.4.7 Plantas que favorecen la presencia de enemigos naturales

Muchas plantas espontáneas con flores atraen insectos benéficos, como predadores o parásitos de insectos. Estas plantas pueden favorecer la oferta de: alimentos alternativos como néctar o polen, otros alimentos como insectos que viven sobre estas plantas que pueden ser usados como presas alternativas, y refugios para los insectos benéficos. Insectos como los sírfidos por ejemplo, necesitan alimentarse de polen para poder alcanzar la maduración ovárica (Westigard *et al.*, 1979).

Entre las plantas con flores, *Centaurea cyanus* resultó ser la más atractiva junto con *Anthemis arvensis* y *Chrysanthemum segetum*. Se observó que el número de

míridos y arañas recolectados en los frutales orgánicos con enterfila en flor es mayor respecto a esos frutales donde la enterfila es cortada y usada como mulch. Se observó también que una mezcla de *Lolium perenne*, *Sinapsis alba* y *Trifolium repens* favorece la presencia de antocóridos y míridos (Fitzgerald y Solomon, 2004).

Muchos predadores resultan ser dependientes de un tipo de hábitat en particular. Por ejemplo, algunas especies de crisopas y de *Orius spp.* viven exclusivamente sobre los cultivos de cobertura, mientras que los antocóridos prefieren los árboles. Otros predadores son generalistas con respecto al hábitat, como la mayoría de especies de crisopas y coccinélidos. La elección de los tipos de plantas para la entrefila se debe basar en el tipo de antagonista que se desea promover. Por ejemplo, una cobertura hecha con leguminosas es improbable que favorezca la presencia de algunas especies de crisopas como la *C. oculata* o *C. nigricornis* mientras que resultan muy positivas para controlar las poblaciones de psila con *C. plorabunda* (Horton *et al.*, 2009).

2. THE FIRST REPORT OF THE PEAR PSYLLID *Cacopsylla bidens* (ŠULC, 1907) (INSECTA, HEMIPTERA, PSYLLIDAE) IN URUGUAY

2.1. RESUMEN

La psila del peral es un hemíptero plaga del peral. En Uruguay se registró *Cacopsylla pyricola* (Foester, 1848) en 1942 por Trujillo. Debido a los antecedentes de reclasificación que se vinieron dando en la región y en base a nuevos estudios sistemáticos del género se decidió proceder a una revisión de los ejemplares presentes en el país. Los ejemplares fueron recolectados con un aspirador SOUPLAN PRO. Los muestreos se llevaron a cabo desde setiembre 2013 hasta setiembre 2015 semanalmente. Se procedió a la clasificación de los psyllidos y se envió una muestra de los mismos al especialista del género. Las características taxonómicas de la genitalia del macho permitieron demostrar que en Uruguay ocurrió el mismo error de identificación que se había observado en otros países de la región. Es así que se confirma para el Uruguay la especie *Cacopsylla bidens* y se elimina *Cacopsylla pyricola*.

Palabras claves: psila del peral, reclasificación, *Cacopsylla pyricola*.

¹ Este capítulo será presentado en la revista Check List como: Valle Diana, Burckhardt Daniel, Mujica Valentina, Zoppolo Roberto, Morelli Enrique. The occurrence of the pear psyllid *Cacopsylla bidens* (Šulc, 1907) (Insecta, Hemiptera, Psyllidae) in Uruguay

2.2. SUMMARY

Pear psylla belongs to the order Hemiptera and it resembles a small cicada. It is considered a pear pest, and it causes direct and indirect damage. In Uruguay *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848) was recorded in 1942 by Trujillo. Due to the reclassification history that occurred in the region and based on new systematic studies of the genera, a study was conducted in order to examine the identity of pear psyllids present in Uruguay. The specimens were collected with a vacuum cleaner SOUPLAN PRO. Sampling was conducted from September 2013 to September 2015 with weekly cadence. The classification of the collected psyllids was made and a sample was sent to the genera specialist. The taxonomic characteristics of male genitalia allowed concluding that in Uruguay occurred the same misidentification that had been observed in the region. Thus, *Cacopsylla bidens* is confirmed as the species present for Uruguay, and *Cacopsylla pyricola* is removed.

Keywords: pear psyllid, misidentification, *Cacopsylla pyricola*.

2.3. INTRODUCTION

The Psylloidea superfamily is composed of eight families: Psyllidae, Calophyidae, Phacopteronidae, Homotomidae, Carsidaridae, Triozidae, Aphalaridae, and Liviidae (Burckhardt and Ouvrard, 2012).

These insects resemble small cicadas. They are characterized by two pairs of membranous wings with reduced venation. Psyllids are phytophagous insects with a high degree of host specificity (Burckhardt *et al.*, 2014).

A few species are important pests of crops and ornamental plants (Burckhardt 1994). Some of the most important pests of pear are psyllids belonging to the large genus *Cacopsylla*, which has over 28 pest species of pear trees in tropical and subtropical regions (Yang *et al.* 2004, Li y Yang 1984, Hodkinson 1984, Burckhardt y Hodkinson 1986, Burckhardt 1994a, Luo *et al.* 2012).

The damage caused to pear by psyllids can be direct by excessive removal of plant sap and, thus, weakening the plants. More important are, however, the indirect effects of psyllids. Honeydew, mostly secreted by the immatures, soils the fruits and provides a substrate for sooty mold that impedes photosynthesis (Burckhardt 1994a; Horton 1999). Pear psyllids are also vectors of the bacterium *Candidatus Phytoplasma pyri*, the causal agent of pear decline (Adams *et al.* 1983, Burckhardt 1994a, Horton 1999, Liu *et al.* 2007, Lethmayer *et al.* 2011).

The first reports of pear psyllids from South America were attributed to *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848) but Burckhardt and Hodkinson (1986) showed that these were misidentifications of *Cacopsylla bidens*. The same classification error occurred in Israel (Burckhardt y Hodkinson 1986, Burckhardt 1987, 1994a).

In Uruguay, pear psyllids were recorded as *Psylla pyricola* (Trujillo-Peluffo 1942) or as *Cacopsylla pyricola* (Betancourt and Scatoni 2010; Betancourt *et al.* 2009).

Recently, stimulated by the reports of *C. bidens* from Argentina and Chile, a study was conducted in order to examine the identity of pear psyllids present in Uruguay.

2.4. MATERIALS AND METHODS

Material for this study was collected in a Williams pear orchard, located in the department of Canelones (34°40' 11.24" S; 56°20' 20.43" O), in “Wilson Ferreira Aldunate” Experimental Station of the Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). This research facility is in the region where most of Uruguay’s pear production is concentrated.

The sampling was done weekly during two years (2013–2015) using an Souplan Pro aspirator (Horton 1999). The collected material was preserved in alcohol 70%, until its’ processing.

The psyllids were identified with the key of Burckhardt and Hodkinson (1986) and Burckhardt (1994a). Some samples were chequed by Daniel Burckhardt. Voucher specimens are deposited in the Entomology Collection of the Faculty of Sciences of the National University of Uruguay and in the collections of the Naturhistorisches Museum Basel, Switzerland. Additional comparative material was examined from the latter collection.

2.5. RESULTS

Cacopsylla bidens differs from *C. pyricola* in the form of the paramere, the apex of the aedeagus and, to a lesser extent in the shape of the genal processes (Figs.: 1.A. and 1.B). Another difference is the female terminalia. The immatures of the two species are similar and no stable characters are known to separate them (Burckhardt, 1994b).

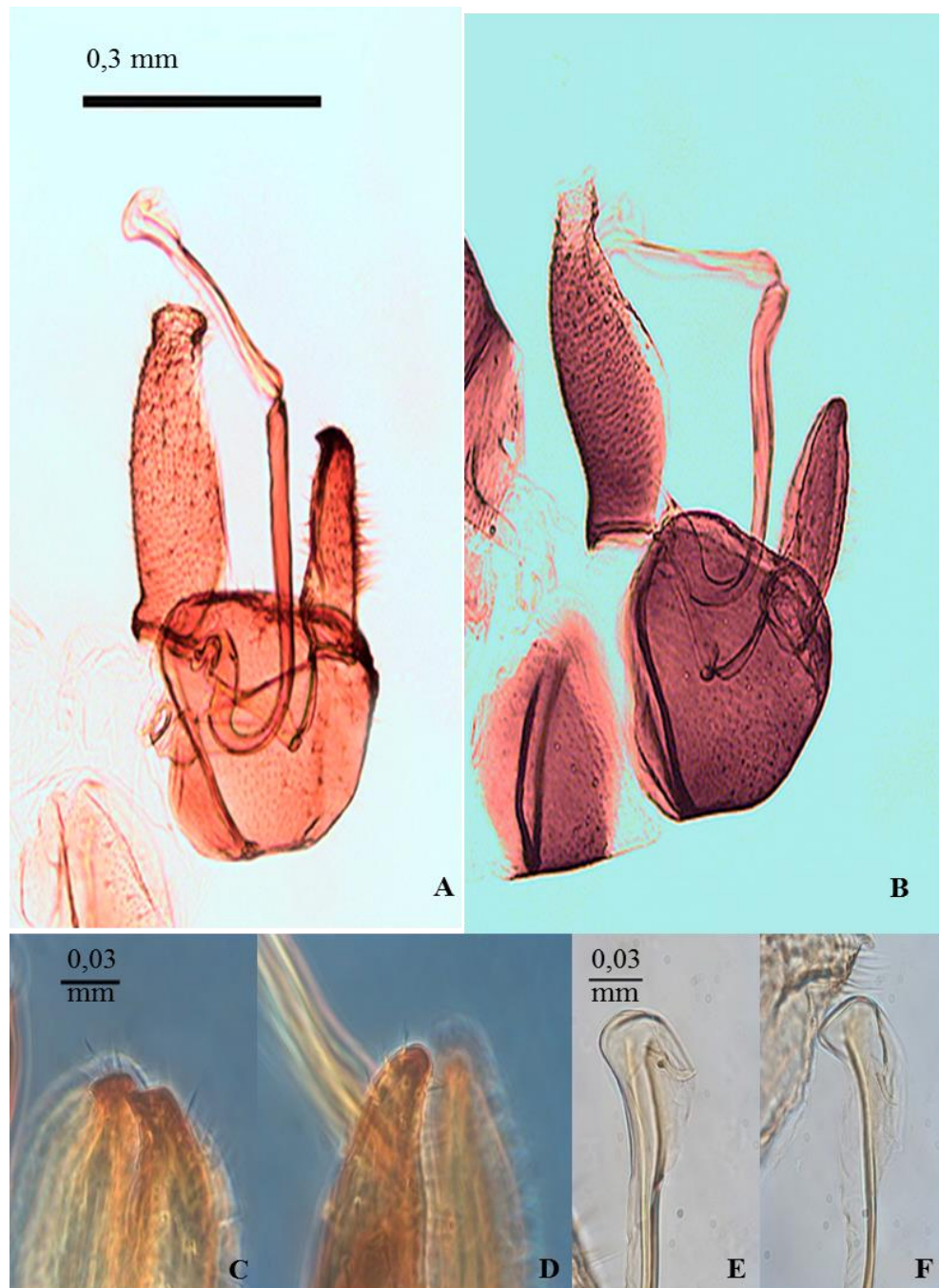


Fig.1. Male terminalia of *Cacopsylla bidens* and *Cacopsylla pyricola* (A) Male terminalia in lateral view of *C. bidens*. (B) Male terminalia in lateral view of *C. pyricola*. (C) Apical portion of paramere of *C. bidens*. (D) Apical portion of paramere of *C. pyricola*. (E) Apical dilatation of distal portion of aedeagus of *C. bidens*. (F) Apical dilatation of distal portion of aedeagus of *C. pyricola*.

The paramere of *C. bidens* is, in lateral view, slightly shorter and thicker than that of *C. pyricola*, and bears two characteristic teeth apically (Fig.1.C), rather than being rounded as in *C. pyricola* (Fig.1.D.). The distal segment of the aedeagus of *C. bidens* is weakly curved, and has a wide apical dilatation (Fig.1.E.), rather than being strongly curved, and with a narrow apical dilatation as in *C. pyricola* (Fig.1.F.).

2.6. DISCUSSION

The classification of Psylloidea presents difficulties, since differences between species are not easily determined (Burckhardt, 1987). The reclassification of the species allows to conclude that the species present in Uruguay is *Cacopsylla bidens* in place of *C. pyricola* (Trujillo, 1942).

Cacopsylla bidens is widely distributed in Central and Southern Europe, the Mediterranean, the Middle East and Central Asia. It was reported in Armenia, Azerbaijan, Bulgaria, Egypt, Estonia, France, Greece, Iran, Israel, Italy, Jordan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lebanon, Moldova, Mongolia, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, Uzbekistan and introduced into Argentina and Chile (Burckhardt and Hodkinson 1986; Gegechkori and Loginova 1990; Burckhardt 1994b, 2012; Ouvrard 2016).

This species is multivoltine with between 4 and 7 generations per year, unlike *C. pyricola*, that in more temperate climates, can reach only up to 4 generations (Burckhardt, 1994b).

C. bidens, is seasonally dimorphic, the same as its close relatives *C. pyri*, *C. pyricola*, etc.. The winter form (Fig.2.B.) is larger, dark colored, lacks surface spinules in the apical part of the forewing and displays a reproductive diapause. Specimens of the summer form (Fig.2.A.) are smaller, light colored and possess surface spinules in all cells of the forewing. The regulation of the polymorphism is influenced by both temperature and photoperiod. These marked differences caused at

first the two morphotypes to be classified as different species (Burckhardt y Hodkinson 1986, Soroker *et al.* 2013).



Fig.2. Adults of *Cacopsylla bidens*. **A:** Summerform. **B:** Winterform.

2.7. CONCLUSION

This paper documents the presence of *C. bidens* in Uruguay and shows that previous records of *C. pyricola* from this country (Trujillo-Pelufo 1942) were misidentifications. Proper identification of pest species is essential in any condition and even more in circumstances in which insecticide use must be abandoned in favor of more environmentally friendly strategies. These strategies are based mostly on the use of biological controls and the application of selective products. The systematic and bio-ecological knowledge of the pest is the basis for implementing successful management strategies adjusted to control it.

2.8. LITERATURE CITED

- Adams, R.G., C.H. Domeisen and L.J. Ford. 1983. Visual trap for monitoring pear psila (Homoptera: Psyllidae) adults on pears. *Environmental Entomology* 12(5): 1327–1331. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ee/12.5.1327>.
- Bentancourt, C. and I. Scatoni. 2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola forestal en el Uruguay. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur S.R.L. pp. 160–162.
- Bentancourt, C., I. Scatoni, and E. Morelli. 2009. *Insectos del Uruguay*. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Agronomía – Facultad de Ciencias. pp. 245–274.
- Burckhardt, D., D. Ouvrard, D. Queiroz and D. Percy. 2014. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, 97(1): 242–246. www.bioone.org/doi/full/10.1896/054.097.0132

- Burckhardt, D. and D. Ouvrard. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea), *Zootaxa* 3509: 1–34. doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3509.1.1>.
- Burckhardt, D. 1994a. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. *Revista Chilena de Entomologia*, 21: 57–67.
- Burckhardt, D. 1994b. Psyllid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Homoptera, Psylloidea): A review. *Entomolgy (Trends in Agricultural Sciences)*, 2: 173–186.
- Burckhardt, D. 1987. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 1: Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 89(4): 299–392. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.1987.tb01568.x>
- Burckhardt, D. and I.D. Hodkinson. 1986. A revision of the west Palaearctic pear psyllids (Homoptera: Psyllidae). *Bulletin of Entomological Research*, 76: 119–132. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/s0007485300015340>.
- Gegechkori, A.M. and M.M Loginova. 1990. The Psyllids (Homoptera, Psylloidea) of the USSR (an annotated check list). *Mecniereba*, Tbilisi, 191 pp (in Russian, English summary).
- Hodkinson, I.D. 1984. The taxonomy, distribution and host-plant range of the pear-feeding psyllids (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin SROP*, 7(5): 32–44.
- Horton, D.R. 1999. Monitoring of pear psylla for pest management decisions and research. *Integrated Pest Management Reviews*, 4: 1–20.

- Lethmayer, C., H. Hausdorf, B. Suarez-Mahecha, H. Reisenzein, A. Bertaccini and S. Maini. 2011. The importance of psyllids (Hemiptera Psyllidae) as vectors of phytoplasmas in pome and stone fruit trees in Austria. *Bulletin of Insectology*, pp 255–256.
- Li, F., C.K. Yang. 1984. The pear psylla of Yunnan and Guizhou with descriptions of eleven new species (Homoptera: Psyllidae). *Entomotaxonomia*, 6: 219–234. (in Chinese with English summary).
- Liu, H.L., C.C. Chen and C.P. Lin. 2007. Detection and identification of the phytoplasma associated with pear decline in Taiwan. *European Journal of Plant Pathology*, 117: 281–291.
- Luo, X., F. Li, Y. Ma and W. Cai. 2012. A revision of Chinese pear psyllids (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Pyrus ussuriensis*. *Zootaxa*, 3489: 58–80.
- Ouvrard, D. 2016. Psyl'list – The World Psylloidea Database. <http://www.hemiptera-databases.com/psyllist> 10 junio 2016.
- Soroker, V., V. Alchanatis, A. Harari, S. Talebaev, L. Anshelevich, S. Reneh and S. Levsky. 2013. Phenotypic plasticity in the pear psyllid, *Cacopsylla bidens* (Šulc)(Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae) in Israel. *Israel Journal of Entomology*, 43: 21–31.
- Trujillo, P. 1942. Insectos y otros parásitos de la agricultura nacional y sus productos en el Uruguay. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp: 161–163.
- Yang, M.M., J.H Huang and F. Li. 2004. A new record of *Cacopsylla* species (Hemiptera: Psyllidae) from pear orchards in Taiwan. *Formosan Entomology*, 24: 213–220.

3. EFECTO DEL MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL SOBRE LAS POBLACIONES DE *Cacopsylla bidens* (SULC, 1907) Y SUS POTENCIALES ENEMIGOS NATURALES²

3.1. RESUMEN

La psila del peral, es una de las plagas clave de dicho cultivo. Históricamente, las estrategias de manejo se basaron en insecticidas de amplio espectro de acción, que demostraron no ser la mejor forma para suprimir sus poblaciones. Este hecho hace necesario encontrar estrategias alternativas y el control biológico puede ser una solución sustentable en el largo plazo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la cobertura vegetal sobre las poblaciones de la psila y de sus enemigos naturales y sus fluctuaciones poblacionales, y registrar las familias de controladores de psila presentes en el país. Los muestreos se llevaron a cabo durante dos temporadas entre los años 2013-2015. Se aplicaron dos tratamientos: corte de la entrefila con herbicida en la fila, y vegetación dejada crecer en forma espontánea. Para el muestreo se usó un aspirador con una frecuencia semanal. Las capturas de psila fueron menores en el tratamiento sin manejo de la entrefila ($p>0,05$) y los enemigos naturales resultaron mayores en el tratamiento sin manejo ($p>0,05$). El pool de enemigos naturales encontrados coincide con los registrados en otros países y los mismos estuvieron presentes durante todo el año. Estos resultados permitirían concluir que la flora presente en el monte atrae enemigos naturales, brindando refugio y presas alternativas. Esta fauna benéfica podría limitar las poblaciones de psila lo cual permitiría optar por una estrategia de manejo más acorde con un plan de manejo integrado de plagas, minimizando el uso de insecticidas.

Palabras claves: psila del peral, parasitoides, predadores, control biológico, manejo integrado de plagas.

² Este capítulo será presentado en la revista Ciencia e Investigación Agraria como: Valle Diana, Mujica Valentina, Borges Alejandra, Zoppolo Roberto, Morelli Enrique. Effect of the grassland management of inter-row on population of *Cacopsylla bidens* (Šulc, 1907) and its natural enemies.

3.2. SUMMARY

Pear psylla, is one of the key pests of pear. The management of this species has been based on the use of broad-spectrum insecticides, which is not the best option, due to the appearance of resistance and the damage on the population of the natural controllers. This fact makes it necessary to find alternative strategies to control this pest, and the biological control can be a sustainable solution in the long term. The aim of this work was to evaluate the effect of the grassland management on psyllid populations and its natural enemies, and register the natural enemies' families. Sampling was conducted in Southern Uruguay, for two seasons between 2013-2015. Two treatments (cutting the grassland with herbicide in the row and uncut interrow spontaneous vegetation) were evaluated, with a design of completely randomized blocks. To determine the presence of beneficial arthropods, a vacuum cleaner was used on a weekly basis. Psila catches were significantly lower in the treatment without management of the grassland compared to the other treatment ($p>0.05$) and natural enemies were higher in the treatment without management ($p>0.05$). The pool of natural enemies found matches the registered in other countries and they were present throughout the year. These results allow us to conclude that the present flora in the orchard attracts natural enemies, providing shelter and alternative preys. This beneficial fauna may contain psyllid populations. This would provide an alternative for a more consistent management strategy with a plan of integrated pest management, minimizing the use of insecticides in the orchards.

Keywords: pear psyllid, parasitoids, predators, conservation biological control, integrated pest management

3.3. INTRODUCCIÓN

El cultivo de peral se caracteriza por ser hospedero de un elevado número de insectos plaga (Cross *et al.* 1999, Solomon *et al.* 2000). En particular, la psila del peral, *Cacopsylla bidens* (Šulc, 1907), un hemíptero esternorrinco perteneciente a la familia Psylloidea, actualmente es considerada una de las principales plagas de este cultivo (Burckhardt y Hodkinson 1986, Hodkinson 1984). Este insecto se caracteriza por causar diferentes tipos de daño tanto de tipo directo como indirecto. Los daños de tipo directo son causados por la alimentación de los adultos y de las ninfas, causando el Psylla Shock cuando las poblaciones son altas, y aparición de fumagina por la excreción de mielecilla por parte de las ninfas. Como daño de tipo indirecto la psila de peral es vector de un fitoplasma causante del Pear Decline, que en los casos más graves puede llevar a la muerte del cultivo (Adams *et al.* 1983, Burckhardt 1994b, Horton 1999, Liu *et al.* 2007, Lethmayer *et al.* 2011).

Para evitar o minimizar el daño de esta plaga en el cultivo, tradicionalmente se ha optado por el uso de insecticidas de amplio espectro de acción, en forma preventiva y sin previo monitoreo, causando un grave desequilibrio ecológico, por la desaparición de los principales enemigos naturales (Erler, 2004a). Adicionalmente, la psila del peral se caracteriza por desarrollar rápidamente resistencia a los principales principios activos usados para su control (Pree *et al.* 1990, Erler 2004b, Erler y Cetin 2005, Šek Kocourek y Stará 2006, Civolani *et al.* 2010). Estos hechos han impulsado la búsqueda de soluciones alternativas para el manejo de esta plaga, siendo el control biológico una opción viable y sustentable en el tiempo (Solomon *et al.* 1989, Murdoch y Briggs 1996). El control biológico se basa en la acción de organismos vivos, en este caso grupos de predadores y parasitoides, sobre una determinada plaga, permitiendo así mantener la densidad de ésta a niveles bajos (Crump *et al.* 1999, Eilenberg *et al.* 2001). Se reconocen tres diferentes tipos de control biológico: control biológico de tipo clásico que prevé la liberación de enemigos naturales exóticos para proveer un control permanente de una especie invasora, el control biológico aumentativo, que prevé la liberación periódica de enemigos naturales que ya están presentes en el monte, pero no en números suficientes para el control de una

plaga (Perdikis *et al.*, 2011) y el control biológico de conservación, que implica la modificación del hábitat o de las prácticas usuales de manejo para proteger y aumentar la fauna benéfica al fin de reducir la presencia de la plaga (Barbosa 1998, Eilenberg *et al.* 2001). La elección de qué tipo de control biológico usar dependerá de varios factores, considerándose el principal elemento a tener en cuenta el hecho que los enemigos naturales estén presentes en los montes.

En el caso concreto del género *Cacopsylla*, los enemigos naturales registrados a nivel mundial son: Anthocoridae y Miridae (Hemiptera), Crisópidae (Neuroptera), Coccinellidae, el orden Araneae y los parasitoides de la familia Encyrtidae (Hymenoptera) (Solomon *et al.* 1989, 2000, Serra *et al.* 1998, Cross *et al.* 1999, Civolani y Pasqualini 2003, Erler 2004a, Shaltiel y Coll 2004, Sanchez y Ortín-Angulo 2012).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar el efecto que la cobertura vegetal, dejada crecer en forma espontánea, tiene sobre las poblaciones de psila y de sus enemigos naturales, además de determinar el grupo de enemigos naturales que pueden potencialmente contribuir a la regulación de esta plaga.

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en la Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” - Las Brujas (INIA), Canelones, Uruguay, en cuatro montes de perales adultos de la variedad William’s en plena producción, plantados en la década del ’70, en una superficie de 2 hectáreas. Los montes fueron similares en vigor y en estado general. En cada repetición se aplicaron los dos tratamientos en evaluación. El tratamiento 1 consistió en la aplicación del manejo tradicional (corte de la vegetación de la entrefila y uso de herbicida en la fila) (Fig.1.A), en el tratamiento 2 no se realizó ningún manejo, permitiendo que la vegetación espontánea prosperara naturalmente (Fig.1.B). Como método de muestreo se utilizó aspirado de los árboles y de la vegetación circundante. Los muestreos se iniciaron el 1 de septiembre del 2013 y finalizaron el 1 de septiembre 2015, los mismos tuvieron una frecuencia semanal y fueron hechos siempre a la misma hora entre las 10:00 y 12:00 horas. Los

aspirados se realizaron con un soplador/aspirador SOUPLAN PRO (modelo PPB 200 producido por Poulan Pro USA). Se aspiró la copa de diez árboles y la vegetación circundante a cada árbol para cada repetición, estipulando un tiempo fijo de aspiración de seis minutos. (Fig.2.A) (Borges y Brown, 2003, Horton 1999, Stewart 2002).



Fig.1. Tratamientos aplicados en los montes: tratamiento con manejo de la entrefila convencional (A) y tratamiento con la entrefila dejada crecer en forma espontánea (B).

El material colectado fue llevado al laboratorio de Protección Vegetal de INIA Las Brujas, donde fue guardado a -20°C por media hora y posteriormente se procedió a la extracción de los insectos (Fig.2.B). Los mismos fueron colocados en frascos con alcohol al 70% (Fig.2.C). Con el objetivo de resguardar toda la información recabada, estos frascos fueron rotulados, y en cada uno de ellos se registró la fecha de colecta, el cuadro, y el tratamiento del cual provenían (Fig.2.D). La identificación de la fauna benéfica a nivel de familia fue realizada usando las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2013) y Goulet y Huber (1993).



Fig.2. Aspirado de árboles y de la vegetación circundante (A). Detalle de una muestra sobre la que se realizaba la separación del material vegetal de los insectos (B), conservación (C) y separación por fechas y tratamiento (D).

El primer corte de entrefila fue hecho en noviembre de 2013, y se aplicó un herbicida de amplio espectro (Glifosato) en la fila, repitiéndose este tratamiento cada mes y medio.

La determinación de la fauna presente fue hecha por el Dr. Marchesi, botánico de la Facultad de Agronomía de Montevideo

El análisis de los datos de conteo de los insectos totales fue realizado usando un modelo lineal generalizado mixto, asumiendo distribución Binomial negativa debido a la sobre dispersión de los datos. Para la comparación de medias de tratamiento se utilizó el test de Fisher ($p > 0,05$). El modelo usado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y_{ijk} es el número total de insectos colectados en los dos años en cada parcela del tratamiento i en el bloque j , μ es la media general, τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento, β_j es el efecto del j -ésimo bloque, ε_{ij} es el error experimental asociado al i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

Para el análisis de los datos de conteo de insectos en todo el periodo se usó un modelo lineal generalizado mixto, asumiendo distribución binomial negativa. Dada la naturaleza de los datos, que incluyen medidas repetidas en el tiempo sobre las mismas parcelas, se evaluaron diferentes estructuras de correlación de la matriz de varianzas y covarianzas. Dado que en ningún caso se mejoró el ajuste con respecto al modelo de errores independientes, basados en los valores de AIC (Criterio de Información de Akaike), la matriz de varianzas y covarianzas de δ_{ijk} se asumió como $\sigma^2 I$. Para la comparación de medias de tratamiento se usó el test de Fisher ($p > 0,05$). El modelo usado en este caso fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + f_k + (f\tau)_{ki} + \delta_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} es el promedio mensual, μ es la media, τ_i es el efecto relativo del i -ésimo tratamiento, β_j es el efecto del j -ésimo bloque, ε_{ij} es el error experimental asociado al diseño experimental, f_k es el efecto relativo de la k -ésima fecha, $(f\tau)_{ki}$ es el efecto de la interacción fecha por tratamiento y δ_{ijk} son los residuos del modelo.

3.5. RESULTADOS

3.5.1. Fauna benéfica asociada a montes de perales

Se recolectó y registró la fauna benéfica presente en los montes durante los dos años de ensayo. La misma se detalla en la Tabla I. Entre estos posibles controladores, los únicos relacionados a predación sobre psila, pertenecientes a la clase Insecta, fueron: Coccinelidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Anthocoridae (Hemiptera), Miridae (Hemiptera) y Syrphidae (Diptera). Entre los parasitoides que

utilizan como hospedero las ninfas de psila se registró la presencia de Encyrtidae (Hymenoptera). Entre otros predadores se destaca la presencia de Araneae. Estos enemigos naturales representaron un 48% de la muestra total.

3.5.2. Flora de la entrefila

En la Tabla II se detallan las especies vegetales encontradas en las repeticiones de los tratamientos sin corte de la entrefila. Se detallan las especies presentes en la entrefila y en la fila por separado. La mayoría de las especies encontradas en la entrefila pertenecen a la familia Asteracea. Las restantes especies encontradas corresponden a las familias Apiaceae, Umbrelliferae, Caprifoliaceae, Verbenaceae,

Tabla I. Familias de parasitoides y predadores con sus capturas totales en dos años.

<u>Parasitoides</u>	<u>Capturas totales</u>	<u>Predadores</u>	<u>Capturas totales</u>
Orden: Hymenoptera		Orden Neuroptera	615
Superfamilia: Ichneumonidae	4296	Fam. Mantispidae	3
Fam. Braconidae	3922	Fam. Hemerobiidae	149
Fam. Ichneumonidae	374	Fam. Chrysopidae	463
Superfamilia: Platygastroidea	57		
Fam. Platygastridae	57	Orden Hemiptera	4869
Superfamilia: Ceraphronoidea	80	Fam. Anthoridae	12
Fam. Megaspilidae	80	Fam. Miridae	4857
Superfamilia; Proctotrupeoidea	158		
Fam. Diapriidae	158	Orden Diptera	78
Superfamilia:Cynipoidea	1115	Fam. Syrphidae	78
Fam. Eucolidae	249		
Fam. Charipidae	306	Orden Coleoptera	655
Fam. Figitidae	560	Fam. Coccinellidae	655
Superfamilia: Chalcidoidea	12640		
Fam. Eurytomidae	191	Orden Araneae	13754
Fam. Chalcidinae	48		
Fam. Eulophidae	891		
Fam. Encyrtidae	1271		
Fam. Pteromalidae	5060		
Fam. Mymaridae	5179		

Fabaceae, Boraginaceae, Solanaceae. En la fila las especies presentes se distribuyen en un número mayor de familias, compartiendo con la entrefila las familias Asteraceae, Umbrelliferae, Verbanaceae, Fabaceae y Borginaceae. Las otras familias presentes fueron: Orobanchaceae, Geraniaceae, Amaryllidaceae, Compositae y Caryophyllaceae.

Tabla II Inventario de las especies vegetales presentes en fila y entrefila de los montes de perales evaluados en los tratamientos sin corte.

Entrefila		Fila	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	Artemisia	<i>Agalinis communis</i>	Salvia de la hora
<i>Cichorium intybus</i>	Achicoria	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Crisantemo
<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo negro	<i>Daucus carota</i>	Zanahoria salvaje
<i>Centaurea cyanus</i>	Azulejo, Aciano	<i>Echium plantagineum</i>	Bublosa, flor morada
<i>Conyza bonariensis</i>	Hierba carnícera	<i>Geranium dissectum</i>	Geranio
<i>Conyza primulifolia</i>	Espanta mosquitos	<i>Glandularia selloi</i>	Verbena
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apio fino	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotus
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria salvaje	<i>Medicago polymorpha</i>	Trebol carretilla
<i>Dipsacus fullonum</i>	Cardo de cardar	<i>Nothoscordum gracile</i>	Ajo oloroso
<i>Glandularia selloi</i>	Verbena	<i>Picris echioides</i>	Pega-pega
<i>Hypochaeris radicata</i>	Roseta	<i>Senecio brasiliensis</i>	Senecio
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotus	<i>Silene gallica</i>	Calabacilla
<i>Medicago polymorpha</i>	Trébol carretilla	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Facelia	<i>Trifolium repens</i>	Trebol blanco
<i>Senecio magadascariensis</i>	Senecio de Madagascar	<i>Vicia angustifolia</i>	Arvejilla
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Revienta caballo		
<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja		
<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo		
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco		

3.5.3 Efecto de la cobertura vegetal en el desarrollo poblacional de *Cacopsylla bidens*

Las capturas de psila fueron mayores en el tratamiento con corte de la entrefila respecto al tratamiento sin corte de la entrefila, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) (Fig.3).

Estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas cuando se consideran los datos de las capturas mes a mes, pero la fuerte tendencia que está marcada a lo largo de la temporada, resultando siempre menores las poblaciones en los montes donde la entrefila no fue cortada, genera la diferencia significativa del acumulado. Los picos de abundancia de adultos se registraron durante los meses de mayo y junio en ambas temporadas, siendo mayores las capturas en los tratamientos con corte (Fig.4).

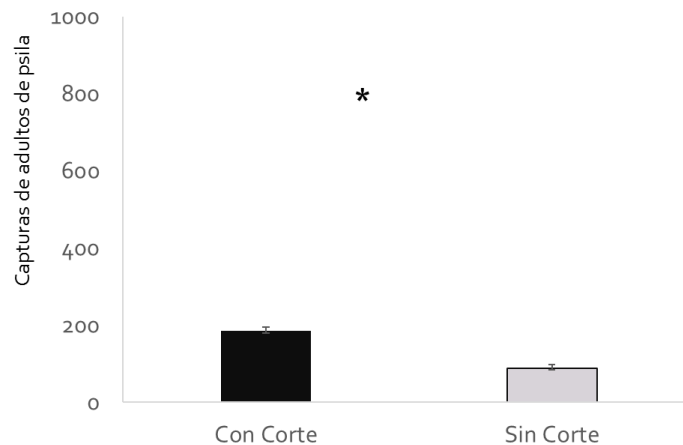


Fig.3. Promedio de capturas de Psila en los tratamientos con corte y sin corte. El asterisco marca diferencia significativa ($p > 0,05$)

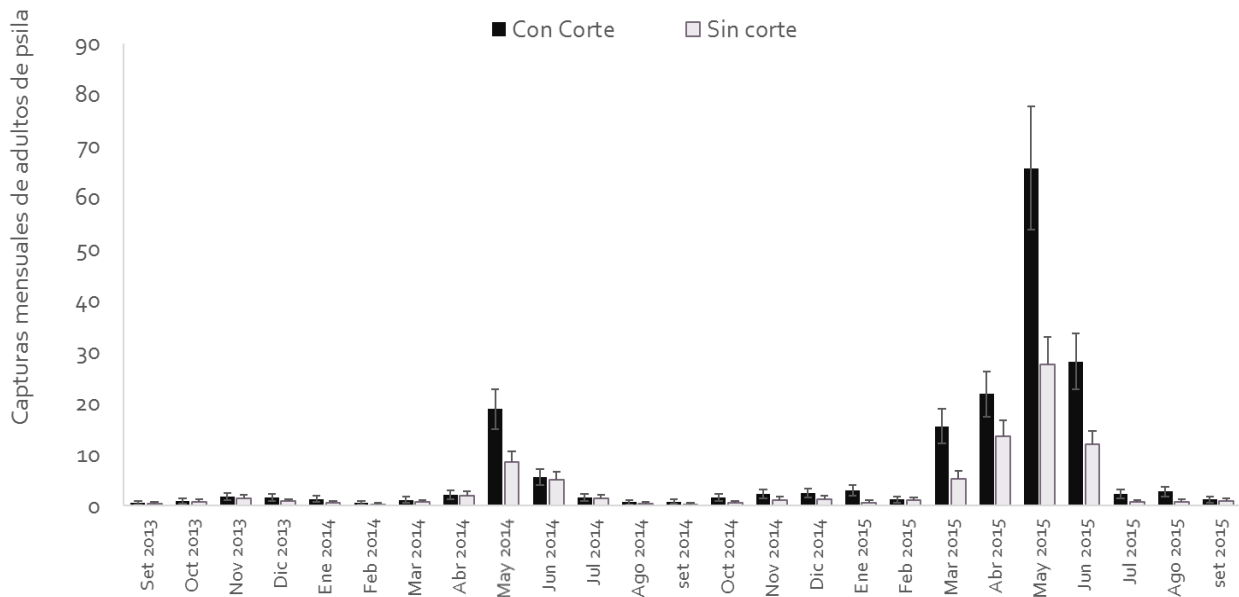


Fig.4. Promedios mensuales de capturas de psila en los tratamientos con corte y sin corte de la entrefila.

3.5.4 Efecto de la cobertura vegetal sobre los posibles enemigos naturales

Los resultados obtenidos permiten inferir que hubo un efecto del tratamiento sobre las poblaciones de enemigos naturales de psila ($p > 0,05$). El tratamiento con corte de la entrefila registró capturas menores de posibles enemigos naturales respecto al tratamiento sin corte de la entrefila (Fig.5).

A lo largo de la temporada de muestreo esta diferencia significativa se mantuvo en la temporada 2013/2014 en los meses de diciembre, febrero, abril y junio mientras que durante la temporada 2014/2015, la diferencia significativa se mantuvo en los meses desde febrero 2015 hasta julio del mismo año (Fig. 6).

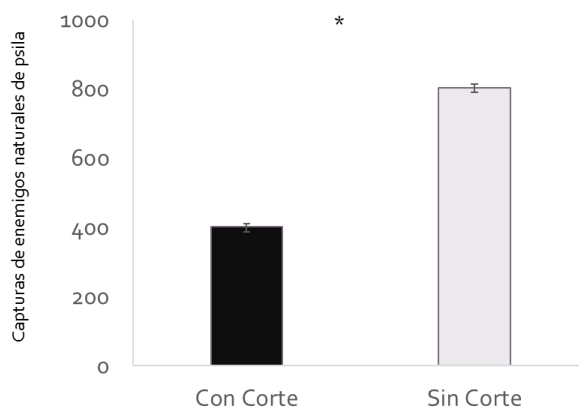


Fig.5. Promedio de capturas de los posibles enemigos naturales en los tratamientos con corte y sin corte. El asterisco marca diferencia significativa ($p > 0,05$).

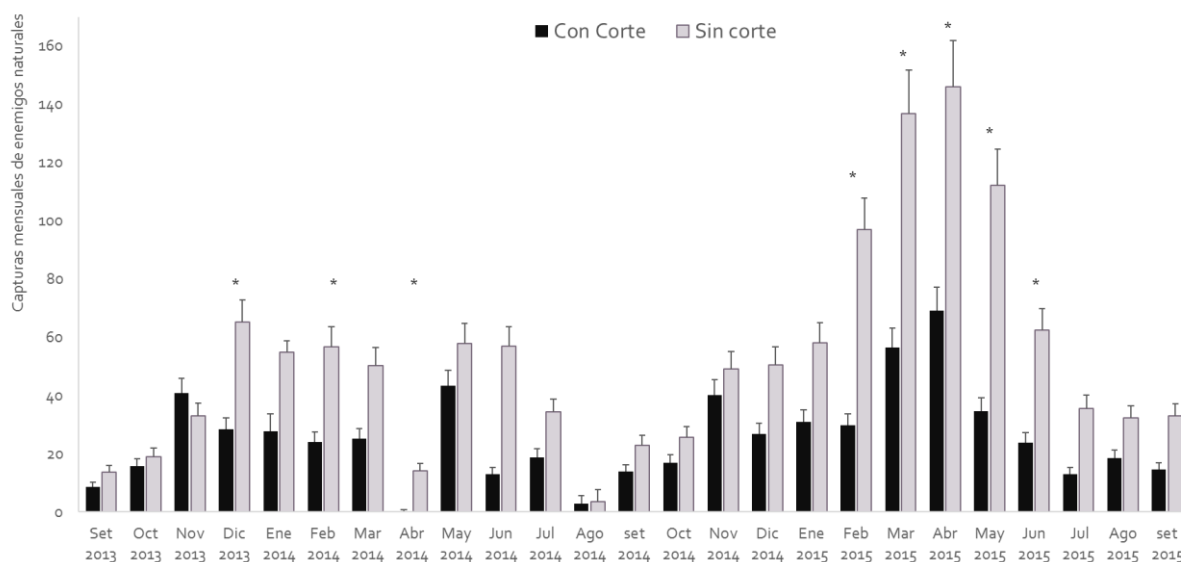


Fig.6. Promedios mensuales de capturas de los posibles enemigos naturales en los tratamientos con corte y sin corte de la entrefila. Los asteriscos marcan diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$).

El efecto del corte de la entrefila se hizo evidente en las familias Miridae, Chrysopidae y en el orden Aranae, obteniéndose una diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0,05$), lo que se observa en la Figura 7 ítems B, E, D. Las restantes

familias, Anthocoridae, Encyrtidae, Syrphidae y Coccinellidae no evidenciaron diferencias influenciadas por el manejo de la entrefila.

3.6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten suponer que la vegetación espontánea de la entrefila tiene un efecto sobre las poblaciones de psila, aumentando el pool de enemigos naturales presentes en detrimento de las poblaciones de la plaga.

Las familias de posibles enemigos naturales de psila encontradas durante el ensayo, son las mismas registradas en otros países relacionadas a la presencia de esta plaga (Civolani y Pasqualini 2003, Cross *et al.* 1999, Erler 2004a, Sanchez y Ortín-Angulo 2012, Serra *et al.* 1998, Shaltiel y Coll 2004, Solomon *et al.* 1989, 2000).

A diferencia de lo encontrado por Sigsgaard (2010) y Solomon (1992), donde la familia Anthocoridae resulta ser la más abundante y más eficiente en el control de *Cacospylla sp.*, en este ensayo, ejemplares de dicha familia fueron encontrados muy esporádicamente. Los predadores pertenecientes al orden Hemiptera más abundantes fueron los Miridae. Las especies asociadas a frutales son *Pilophourus* y *Daerocoris* (Herczek y Gorczyca 1988, Hradil *et al.* 2013). Estas familias son conocidas por ser predadores de los estadios inmaduros de *Cacospylla sp.* (Horton y Lewis 2000, Serra *et al.* 1998).

Si bien la familia Coccinellidae es considerada una familia de predadores por excelencia (Simone, 2004), en los montes muestreados no estuvo presente en forma significativa. Generalmente están relacionados al control de áfidos y de varios estadios inmaduros de otros hemípteros (Civolani y Pasqualini, 2003, Obrycki y Kring 1998, Solomon *et al.* 2000). Entre las presas más consumidas se encuentran integrantes de las familias Coccoidea, Aleyrodoidea y Psylloidea (Hodek y Honěk, 2009).

Los Crisópidos son polífagos y pueden alimentarse tanto de ninfas y larvas como de los huevos de sus presas (Balasubramani y Swamiappan, 1994). Generalmente están asociados a áfidos, pero pueden alimentarse de cualquier estadio inmaduro con cuerpo blando (Smith, 1921). En muchos casos se han implementado

planes de control biológico con el uso de crisópidos criados masivamente que dieron óptimos resultados sobre todo en el control de áfidos (Tauber *et al.*, 2000).

La familia Syrphidae está compuesta por especies en su mayoría predadoras, que se alimentan principalmente de áfidos y de otros insectos de cuerpo blando como son los estadios inmaduros de varios insectos fitófagos (Schneider 1969, Solomon *et al.* 2000).

Los gremios de organismos benéficos presentes en el monte se vieron favorecidos por la presencia de la vegetación de la entrefila. Este hecho concuerda con lo obtenido en otros sistemas (Fitzgerald y Solomon 2004, Östman *et al.* 2001, Rieux *et al.* 1999, Wäckers y Van Rijn, 2012, Wyss *et al.* 1995). Muchos agrosistemas son frágiles y ecológicamente inestables, y esta inestabilidad puede deberse a una simplificación de la vegetación. Ambientes más complejos brindan una elevada diversidad de presas alternativas, además de micro hábitats que favorecen la

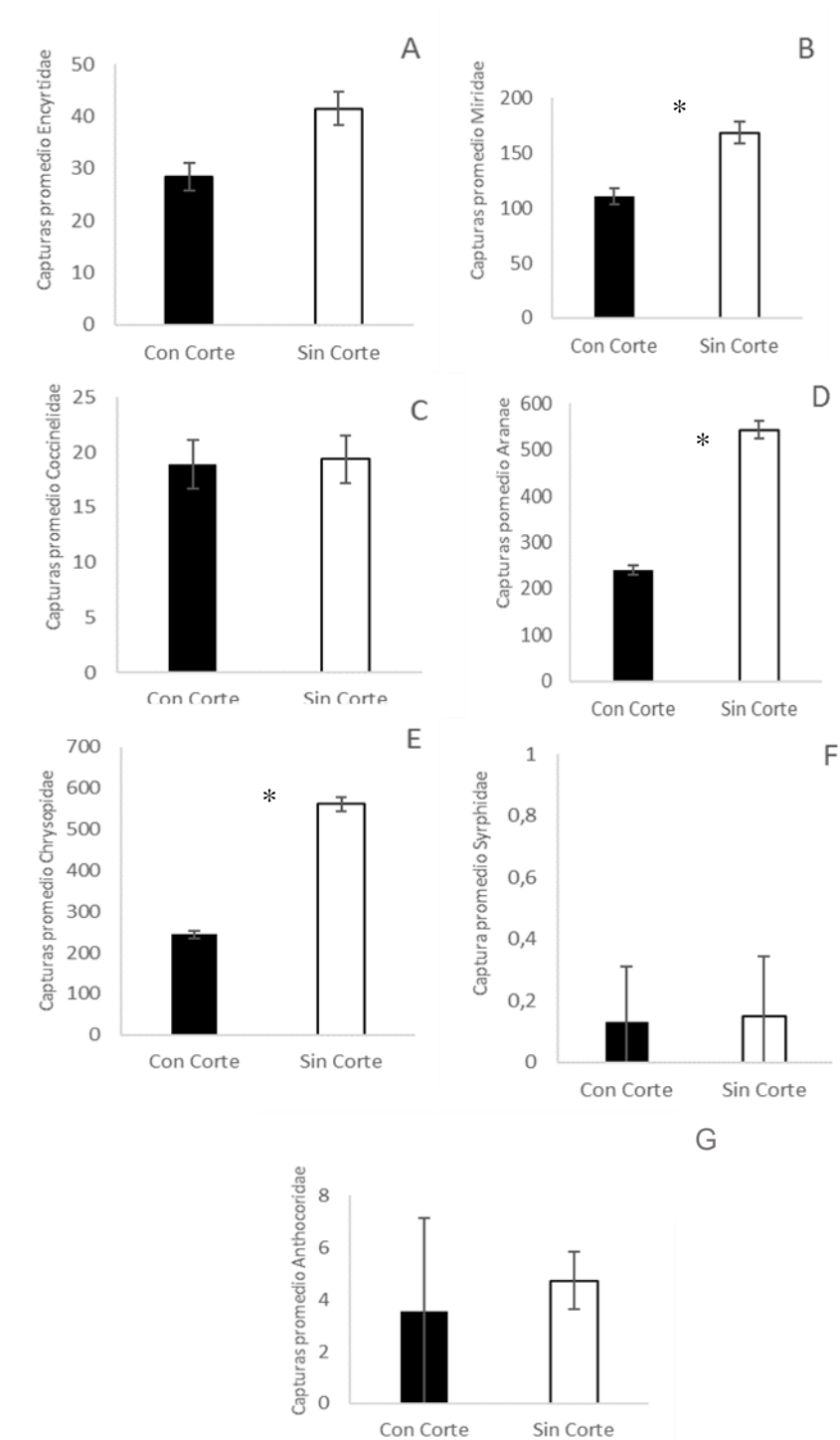


Fig.7. Promedio de capturas de Encyrtidae (A), Miridae (B), Coccinellidae (C), Aranae (D), Chrysopidae (E), Syrphidae (F) y Anthocoridae (G) en los tratamientos con corte y sin corte. El asterisco marca diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$).

permanencia de los artrópodos benéficos en los montes (Altieri y Letourneau, 1982). La presencia de refugios fomenta la permanencia de los enemigos naturales y es uno de los puntos clave para implementar un control biológico de conservación, siendo el fin último de esta práctica, el brindar el mejor hábitat posible para la permanencia de los artrópodos benéficos en el monte (Griffiths *et al.*, 2008). Las presas alternativas son claves tanto en el caso de los predadores como de los parasitoides, debido a que en muchos casos el ciclo de vida de estos no se sincroniza con el de la presa, haciendo fundamental la presencia de otras presas en el monte (Altieri y Letourneau, 1982).

En el caso particular de la familia Anthocoridae, esta resulta altamente favorecida por la presencia de *Centaurea cyanus* y *Anthemis arvensis* en la entrefila. También resultaron favorecidas las arañas y los coccinélidos por la presencia de estas especies vegetales coincidiendo con observaciones de Fitzgerald y Solomon (2004). Rieux *et al.* (1999) a su vez demostraron que la existencia de *Lolium perenne* y *Sinapsis alba* favorece la presencia de enemigos naturales en los montes. La flora espontánea registrada en el ensayo contó con la presencia de numerosas especies pertenecientes a la familia Asteraceae, las cuales resultan ser atractivas para la fauna benéfica, como es el caso de *Centaurea cyanus* (Wäckers y Van Rijn, 2012). *Daucus carota*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sp.*, *Trifolium sp.*, *Vicia sp.* y *Sonchus oleraceus*, que estuvieron presentes en los montes evaluados, son vendidas en California, a los productores, en mezclas, como plantas que benefician y atraen los enemigos naturales de varias plagas (Bugg y Waddington, 1994).

En concordancia con lo encontrado por Sunderland y Samu (2000) y Wyss *et al.* (1995), las arañas son los predadores generalistas que se vieron mayormente favorecidos por la presencia de un sistema más diverso.

Otro hecho que hace que la flora espontánea sea atrayente para los enemigos naturales presentes en el monte, es el hecho que las plantas en flor ofrecen néctar y polen que es fundamental para el gremio de los parasitoides y de algunos predadores (Landis *et al.*, 2000). Los parasitoides tienden a ser especialistas en lo que concierne a los estadios inmaduros. En la fase adulta dependen de fuentes de azúcar para poder cubrir sus necesidades energéticas, estando generalmente restringidos a alimentarse

de néctar. Este hecho causa que parte del tiempo que podrían emplear para encontrar los hospederos, tiene que ser usado para la búsqueda de alimento. Esta reducción del tiempo de captura, resulta además en un gasto energético (Wäckers y Van Rijn 2012, Cross *et al.* 1999). Entre los predadores, los sírfidos necesitan alimentarse de polen para poder alcanzar la maduración de los ovarios. Teniendo en cuenta su habilidad para desplazarse a largas distancias, es frecuente que estos predadores no estén presentes en número suficiente en los montes para poder controlar las principales plagas, ya que tienden a desplazarse hacia hábitats más favorables (Altieri *et al.*, 1984). Algunas especies pertenecientes a la familia Crysopidae también necesitan alimentarse sobre néctar para poder llegar al máximo potencial reproductivo (Li *et al.*, 2010). Otros predadores como Coccinelidae y Anthocoridae necesitan alimentarse sobre néctar y polen sólo en los casos en que las presas escasean, funcionando, así como alimento alternativo (Wäckers y Van Rijn, 2012).

La presencia de estos enemigos naturales en el monte es lo que permitió mantener, en este ensayo, las poblaciones de psila en números menores durante las dos temporadas. En el momento de reaparición de la plaga en los montes donde la entrefila fue dejada crecer en forma espontánea, los predadores estuvieron presentes y se mantuvieron de esta forma independientemente de una mayor o menor presencia de psila. Lo contrario ocurrió en los montes donde la entrefila fue cortada durante el ensayo. Este hecho resalta que, en montes donde la oferta de presas alternativas resulta restringida, predadores generalistas tienden a estar más sujetos a la densidad de la presa (Rieux *et al.*, 1999). Esto causa que los enemigos naturales no logren aumentar su número en forma suficientemente rápida como para contener la presencia de psila, que a lo largo del año sigue aumentando exponencialmente su presencia en el monte. Además, se destaca que los enemigos naturales registrados se alimentan de ninfas de psila. Esto implica que los adultos oviponen normalmente, pero el porcentaje de descendencia que llega al estadio adulto resulta muy bajo. Los únicos predadores que se alimentan de adultos son las arañas, que concordando con los resultados obtenidos por Horton *et al.* (2009) y Solomon (2000) fueron las más beneficiadas por la presencia de la entrefila en el monte. Este conjunto de hechos causa una reacción en cascada haciendo que haya menor número de adultos por la

presencia de arañas, con el consecuente menor número de posturas y menor número de ninfas que completan el ciclo por la presencia del pool de enemigos naturales que se alimentan de ellas, y por ende en la generación sucesiva el número de adultos se mantiene en menor número respecto al tratamiento con corte.

Pekár *et al.* (2014) demostró que, los enemigos naturales que permanecen en los montes durante el invierno, son capaces de reducir drásticamente el número de psila y por ende las poblaciones de la plaga durante toda la temporada serán menores en estos montes. Este hecho fue confirmado en este trabajo, donde los montes en los cuales se brindó refugio a los enemigos naturales de psila durante el invierno, registraron capturas inferiores a lo largo de todas las temporadas. En los montes donde se aplicó el manejo convencional de la entrefila, al final de la estación, se registraron los típicos picos de la plaga y los predadores generalistas, debido a su falta de respuesta densidad-dependiente, no logran suprimir las poblaciones de psila y por ende no alcanzan a evitar que las mismas superen el umbral de daño. Por este motivo Este hecho destaca nuevamente la importancia del manejo de la entrefila en los montes, permitiendo a la flora espontanea de crecer, y de esta forma brindado refugio a la fauna benéfica.

3.7 CONCLUSIONES

Este trabajo permitió confirmar que se da una influencia del manejo de la cobertura vegetal directamente sobre la presencia de psila en los montes, tanto en captura como en desarrollo de la plaga, gracias al efecto sobre la presencia de los enemigos naturales. En nuestras condiciones los enemigos naturales necesarios para el control de psila, se encuentran presentes en los montes, pero no en densidades suficientes, por lo que este tipo de manejo cultural podría ser considerado como práctica de complemento dentro de una estrategia de manejo integrado de plagas, que es hacia donde apuntan las producciones sustentables y de alto valor.

3.8. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R.G., C.H. Domeisen, y L.J. Ford. 1983. Visual trap for monitoring pear psylla (Homoptera: Psyllidae) adults on pears. *Environmental Entomology*, 12: 1327–1331.
- Altieri, M.A., D.K. Letourneau, y S.J. Risch. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 131–169.
- Altieri, M.A., y D.K. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1: 405–430.
- Balasubramani, V., y M. Swamiappan. 1994. Development and feeding potential of the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph.(Neur. Chrysopidae) on different insect pests of cotton. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 67(8): 165–167.
- Barbosa, P.A. 1998. Agroecosystems and conservation biological control. *Conservation Biological Control*, 39–54.
- Borges, P. A. V., y V.K. Brown. (2003). Estimating species richness of arthropods in azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia*, 59(2-3), 7–24.
- Bugg, R.L, y C. Waddington. 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 50:11–28.
- Burckhardt, D. 1994. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. *Revista Chilena de Entomologia*, 21: 57–67.
- Burckhardt, D., y I.D. Hodkinson. 1986. A revision of the west Palaearctic pear psyllids (Hemiptera: Psyllidae). *Bulletin of Entomological Research*, 76 (01): 119–132.

- Civolani, S., S. Cassanelli, M. Rivi, G.C. Manicardi, R. Peretto, M. Chicca, E. Pasqualini, y M. Leis. 2010. Survey of Susceptibility to Abamectin of Pear Psylla (Hemiptera: Psyllidae) in Northern Italy. *Journal of Economic Entomology*, 103: 816–822.
- Civolani, S., y E. Pasqualini. 2003. *Cacopsylla pyri* L.(Hom., Psyllidae) and its predators relationship in Italy's Emilia-Romagna region. *Journal of Applied Entomology*, 127: 214–220.
- Cross, J.V., M.G. Solomon, D. Babandriker, L. Blommers, M.A. Easterbrook, C.N. Jay, G. Jenser, R.L. Jolly, U. Kuhlmann, R. Lilley, E. Olivella, S. Toepfer, y S. Vidal. 1999. Biocontrol of Pests of Apples and Pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*, 9: 277–314.
- Crump, N.S., E.J. Cother, y G.J. Ash. 1999. Clarifying the Nomenclature in Microbial Weed Control. *Biocontrol Science and Technology*, 9: 89–97.
- Eilenberg, J., A. Hajek, y C. Lomer. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46: 387–400.
- Erlor, F., y H. Cetin. 2005. Evaluation of some selective insecticides and their combinations with summer oil for the control of the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Phytoparasitica*, 33: 169–176.
- Erlor, F. 2004a. Natural enemies of the pear psylla *Cacopsylla pyri* in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica*, 32: 295–304.
- Erlor, F. 2004b. Laboratory evaluation of a botanical natural product (AkseBio2) against the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Phytoparasitica*, 32: 351–356.
- Fitzgerald, J.D., y M.G. Solomon. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards?. *Biocontrol Science and Technology*, 14(3): 291-300.

- Goulet, H., y J.T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Research Branch, Agriculture Canada. pp 668.
- Griffiths, G.J.K., J.M. Holland, A. Bailey, y M.B. Thomas. 2008. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control*, 45: 200–209.
- Herczek, A., y J. Gorczyca. 1988. A representative of the genus *Deraeocoris* in Baltic amber (Heteroptera, Miridae). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A für Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Anthropologie und Prähistorie*, 89–92.
- Hodek, I., y A. Honěk. 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biological Control*, 51: 232–243.
- Hodkinson, I.D. 1984. The taxonomy, distribution and host-plant range of the pear-feeding psyllids (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin SROP*, 7(5): 32–44.
- Horton, D.R., V.P. Jones, y T.R. Unruh. 2009. Use of a new immunomarking method to assess movement by generalist predators between a cover crop and tree canopy in a pear orchard. *American Entomologist*, 55(1): 49-56.
- Horton, D.R., y T.M. Lewis. 2000. Seasonal Distribution of *Anthocoris spp.* And *Deraeocoris brevis* (Heteroptera: Anthocoridae, Miridae) in Orchard and Non-Orchard Habitats of Central Washington. *Annals of the Entomological Society of America* 93:476–485.
- Horton, D.R. 1999. Monitoring of pear psylla for pest management decisions and research. *Integrated Pest Management Reviews* 4:1–20.
- Hradil, K., V. Psota, y P. Štastná. 2013. Species diversity of true bugs on apples in terms of plant protection. *Plant Protection Science*, 49: 73–83.

- Landis, D.A., S.D. Wratten, y G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175–201.
- Lethmayer, C., H. Hausdorf, B. Suarez-Mahecha, H. Reisenzein, A. Bertaccini, y S. Maini. 2011. The importance of psyllids (Hemiptera Psyllidae) as vectors of phytoplasmas in pome and stone fruit trees in Austria. *Bulletin of Insectology*, pp 255–256.
- Li, Y., M. Meissle, y J. Romeis. 2010. Use of maize pollen by adult *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and fate of Cry proteins in Bt-transgenic varieties. *Journal of Insect Physiology*, 56: 157–164.
- Liu, H.L., C.C. Chen, y C.P. Lin. 2007. Detection and identification of the phytoplasma associated with pear decline in Taiwan. *European Journal of Plant Pathology*, 117: 281–291.
- Murdoch, W.W., y C.J. Briggs. 1996. Theory for Biological Control: Recent Developments. *Ecology*, 77: 2001–2013.
- Obrycki, J.J., y T.J. Kring. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43: 295–321.
- Östman, Ö., B. Ekbom, y J. Bengtsson. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*, 2: 365–371.
- Pekár, S., R. Michalko, P. Loverre, E. Líznarova, y L. Cernecka. 2014. Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predators. *Journal of Applied Ecology*, 52(1): 270-279.
- Perdikis, D., A. Fantinou, y D. Lykouressis. 2011. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. *Biological Control*, 59: 13–21.

- Pree, D.J., D.E. Archibald, K.W. Ker, y K.J. Cole. 1990. Occurrence of pyrethroid resistance in pear psylla (Homoptera: Psyllidae) populations from southern Ontario. *Journal of Economic Entomology*, 83: 2159–2163.
- Rieux, R., S. Simon, y H. Defrance. 1999. Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73(2): 119-127.
- Sanchez J.A., y M.C. Ortín-Angulo. 2012. Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain. *Crop Protection*, 32: 24–29.
- Sas Institute Inc., Sas/Statr. 2003. Software: Changes and enhancements through Release 9.1, Cary, N.C:SAS Institute Inc. 1167 p.
- Schneider, F. 1969. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Annual Review of Entomology*, 14: 103–124.
- Šek Kocourek, F., y J. Stará. 2006. Management and control of insecticide-resistant pear psylla (*Cacopsylla pyri*). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 3.
- Serra, M.V., P. Lloret, y P.V. Coderch. 1998. Dinámica poblacional de la psila (*Cacopsylla pyri* L.) y de sus enemigos naturales en plantaciones comerciales de peral de Girona. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 24: 231–238.
- Shaltiel, L., y M. Coll. 2004. Reduction of Pear Psylla Damage by the Predatory Bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): The Importance of Orchard Colonization Time and Neighboring Vegetation. *Biocontrol Science and Technology*, 14: 811–821.

- Simone, N. 2004. Orchard Monitoring Manual for Pests, Natural Enemies, and Diseases of Apple, Pear and Cherry. Center for Agricultural Partnerships, Funded in part by US Environmental Protection Agency and United States Department of Agriculture, 51.
- Sigsgaard, L. 2010. Habitat and prey preferences of the two predatory bugs *Anthocoris nemorum* (L.) and *A. nemoralis* (Fabricius) (Anthocoridae: Hemiptera-Heteroptera). *Biological Control*, 53: 46–54.
- Smith, R.C. 1921. A study of the biology of the Chrysopidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 14: 27–35.
- Solomon, M.G., J.V. Cross, J.D. Fitzgerald, C.A.M. Campbell, R.L. Jolly, R.W. Olszak, E. Niemczyk, y H. Vogt. 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe-3. Predators. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 91–128.
- Solomon, M.G. 1992. Exploitation of predators in UK fruit and hop culture. *Phytoparasitica*, 20: 51–56.
- Solomon M.G., J.E. Cranham, M.A. Easterbrook, y J.D. Fitzgerald. 1989. Control of the pear psyllid, *Cacopsylla pyricola*, in south east England by predators and pesticides. *Crop Protection*, 8: 197–205.
- Stewart, A.J. 2002. Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grasslands. *Denisia 04, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums*, 176: 491-512.
- Sunderland, K., y F. Samu. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 1–13.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber, K.M. Daane, y K.S. Hagen. 2000. Commercialization of Predators: Recent Lessons from Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrosoperla). *American Entomologist*, 46: 26–38.

- Triplehorn, C.A., y N.F. Johnson. 2013. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Belmont, California. Thomson Brooks/Cole. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro, Brasil Academia Brasileira de Ciências, pp: 809.
- Wäckers, F.L., y P.C.J Van Rijn. 2012. Pick and Mix: Selecting Flowering Plants to Meet the Requirements of Target Biological Control Insects. *Biodiversity and Insect Pests*. pp 139–165.
- Wyss, E., U. Niggli, y W. Nentwig. 1995. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *Journal of Applied Entomology*, 119(1-5): 473-478.

4. CONCLUSIONES GENERALES

El presente trabajo permitió la reclasificación de *Cacopsylla pyricola* (Foester, 1848) en *Cacopsylla bidens* (Šulc, 1907) hecho fundamental y necesario al fin de poder implementar estrategias de manejo ajustadas al control de la especie.

Los muestreos realizados evidenciaron la presencia de las principales familias, tanto de predadores como de parasitoides, reportadas a nivel mundial como controladores de psila. El hecho de que no estén presentes en números consistentes para el control de esta plaga hace necesario implementar medidas de manejo que favorezcan la presencia de los mismos en los montes.

El manejo de la cobertura vegetal mediante corte y aplicaciones de herbicidas, demostró tener un efecto significativo directo sobre las poblaciones de enemigos naturales, y por consecuencia sobre la plaga en estudio.

Las familias botánicas encontradas se incluyen entre las reportadas a nivel mundial por proveer néctar y polen de calidad además de presas alternativas y refugio. Se hace necesario realizar a futuro, estudios para conocer cuáles son las familias con mayor potencial y de más fácil domesticación para utilizarlas dentro de un plan de manejo de la especie.

Tanto para las familias de insectos como de arácnidos encontrados como posibles controladores de psila, serán necesarios estudios a futuro para conocer sus niveles de preferencia por la misma y así determinar las mejores estrategias del control biológico de conservación.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Adams RG, Los LM. 1989. Use of sticky traps and limb jarring to aid in pest management decisions for summer populations of the pear psila (Homoptera: Psyllidae) in Connecticut. *Journal of Economic Entomology*, 82:1448–1454.
- Adams RG, Domeisen CH, Ford LJ. 1983. Visual trap for monitoring pear psila (Homoptera: Psyllidae) adults on pears. *Environmental Entomology*, 12: 1327–1331.
- Alston D, Reding M. 2003. "Pear psylla: *Cacopsylla pyricola*". Extension Entomology, Department of Biology, Logan, UT 84322, Utah State University.
- Altieri MA, Letourneau DK y Risch SJ. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 131–169.
- Altieri MA, Letourneau DK. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1: 405–430
- Arnaudov V, Kutinkova H. 2009 Controlling pear psila with Abamectin in Bulgaria. *Sodininkyste Ir Darzininkyste*, 28:3–9.
- Arthurs SP, Lacey LA, Miliczky ER. 2007. Evaluation of the codling moth granulovirus and spinosad for codling moth control and impact on non-target species in pear orchards. *Biological Control*, 41:99–109.
- Avilla J, Artigues M, Marti S, Sarasua MJ. 1992. Parasitoides de *Cacopsila pyri* (L.) (= *Psila pyri* (L.)) presentes en una plantación comercial de peral en Lleida no sometida a tratamientos insecticidas. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 18:133–138.

- Balasubramani V, Swamiappan M. 1994. Development and feeding potential of the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph.(Neur. Chrysopidae) on different insect pests of cotton. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 67:165–167.
- Barbosa PA. 1998. *Conservation Biological Control*. San Diego. Academic Press. pp 395.
- Bentancourt C, Scatoni I. 2010. *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola forestal en el Uruguay*. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur S.R.L. pp. 160–162.
- Bentancourt C, Scatoni I, Morelli E. 2009. *Insectos del Uruguay*. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Agronomía – Facultad de Ciencias. pp. 245–274.
- Berrocal AMJ, Artigues M, Saucedo MJS, Hernández JA. 2002. Características de la hoja que influyen en la incidencia de “*Cacopsila pyri*”(L.)(Homoptera: Psyllidae) en variedades de peral. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 28:399–404.
- Blomquist CL, Kirkpatrick BC. 2002. Frequency and seasonal distribution of pear psila infected with the pear decline phytoplasma in California pear orchards. *Phytopathology*, 92:1218–1226.
- Borges PA y Brown VK. 2003. Estimating species richness of arthropods in Azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia*, 59(2-3): 7-24.
- Bugg RL, Waddington C. 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 50:11–28.

- Burckhardt D, Ouvrard D, Queiroz D, Percy D. 2014. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, 97(1): 242–246. www.bioone.org/doi/full/10.1896/054.097.0132
- Burckhardt D, Ouvrard D. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea), *Zootaxa* 3509: 1–34.
- Burckhardt D. 1994a. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. *Revista Chilena de Entomologia*, 21:57–67.
- Burckhardt D. 1994b. Psyllid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): A review. *Entomologia.(trends in Agril. Science)*, 2:173–186.
- Burckhardt D. 1987. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 1: Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 89: 299–392.
- Burckhardt D y Hodkinson ID. 1986. A revision of the west Palaearctic pear psyllids (Hemiptera: Psyllidae). *Bulletin of Entomological Research*, 76: 119–132.
- Burts EC. 1968 An area control program for the pear psila. *Journal of Economic Entomology*, 61:261–263.
- Carraro L, Loi N, Ermacora P. 2001. The life cycle of pear decline phytoplasma in the vector *Cacopsila pyri*.. *Journal of Plant Pathology*, 83(2): 87–90.
- Castro H, Sanabria E. 1997. Efecto del manejo sanitario del peral sobre las poblaciones de psila y sus enemigos naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 73 p.

- Civolani S, Cassanelli S, Rivi M, Manicardi GC, Peretto R, Chicca M, Pasqualini E, Leis M. 2010. Survey of Susceptibility to Abamectin of Pear Psila (Hemiptera: Psyllidae) in Northern Italy. *Journal of Economic Entomology*, 103:816–822.
- Civolani S, Pasqualini E. 2003. *Cacopsylla pyri* L.(Hom., Psyllidae) and its predators relationship in Italy's Emilia-Romagna region. *Journal of Applied Entomology*, 127: 214–220.
- Cross JV, Solomon MG, Babandreier D, Blommers L, Easterbrook MA, Jay CN, Jenser G, Jolly RL, Kuhlmann U, Lilley R, Olivella E, Toepfer S, Vidal S. 1999. Biocontrol of Pests of Apples and Pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology* 9:277–314.
- Crump NS, Cother EJ, Ash GJ. 1999. Clarifying the Nomenclature in Microbial Weed Control. *Biocontrol Science and Technology*, 9: 89–97.
- Daugherty MP, Briggs CJ, Welter SC. 2007. Bottom-up and top-down control of pear psila (*Cacopsylla pyricola*): Fertilization, plant quality, and the efficacy of the predator *Anthocoris nemoralis*. *Biological Control*, 43:257–264.
- Davies DL, Guise CM, Clark MF, Adams AN. 1992. Parry's disease of pears is similar to pear decline and is associated with mycoplasma-like organisms transmitted by *Cacopsylla pyricola*. *Plant Pathology* 41:195–203.
- Dempster JP. 1963. The natural prey of three species of *Anthocoris* (Heteroptera: Anthocoridae) living on broom (*Sarothamnus scoparius* L.). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 6:149–155.
- Dietrick EJ. 1961. An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. *Journal of Economic Entomology*, 54:394–395.
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46: 387–400.

- Erler F, Cetin H. 2005. Evaluation of some selective insecticides and their combinations with summer oil for the control of the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Phytoparasitica*, 33:169–176.
- Erler F. 2004a. Natural enemies of the pear psylla *Cacopsylla pyri* in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica*, 32: 295–304.
- Erler F. 2004b. Laboratory evaluation of a botanical natural product (AkseBio2) against the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Phytoparasitica*, 32: 351–356.
- Fitzgerald JD, Solomon MG. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards?. *Biocontrol Science and Technology*, 14(3): 291-300.
- Gegechkori, AM, Loginova MM. 1990. The Psyllids (Homoptera, Psylloidea) of the USSR (an annotated check list). *Mecniereba*, Tbilisi, 191 pp (in Russian, English summary).
- Goulet H, Huber JT. 1993. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Research Branch, Agriculture Canada. pp 668
- Griffiths GJK, Holland JM, Bailey A, Thomas MB. 2008. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control*, 45: 200–209.
- Guerrieri E, Noyes JS. 2009. A review of the European species of the genus *Trechnites* Thomson (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), parasitoids of plant lice (Hemiptera: Psylloidea) with description of a new species. *Systematic Entomology*, 34:252–259.
- Herczek A, Gorczyca J. 1988. A representative of the genus *Deraeocoris* in Baltic amber (Heteroptera, Miridae). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A für Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Anthropologie und Prähistorie*, 89–92.

- Hodek I, Honěk A. 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biological Control*, 51: 232–243.
- Hodkinson ID. 1984. The taxonomy, distribution and host-plant range of the pear-feeding psyllids (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin SROP*, 7(5): 32–44.
- Horton DR, Jones VP, Unruh TR. 2009. Use of a new immunomarking method to assess movement by generalist predators between a cover crop and tree canopy in a pear orchard. *American Entomologist*, 55(1): 49-56.
- Horton DR, Guédot C, Landolt PJ. 2007. Diapause status of females affects attraction of male pear psila, *Cacopsylla pyricola*, to volatiles from female-infested pear shoots. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 123:185–192.
- Horton DR, Lewis TM, Broers DA. 2004. Ecological and geographic range expansion of the introduced predator *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae) in North America: potential for non target effects?. *American Entomologist*, 50:18–30.
- Horton DR, Lewis TM. 2000. Seasonal Distribution of *Anthocoris spp.* And *Deraeocoris brevis* (Heteroptera: Anthocoridae, Miridae) in Orchard and Non-Orchard Habitats of Central Washington. *Annals of the Entomological Society of America* 93:476–485.
- Horton DR. 1999. Monitoring of pear psila for pest management decisions and research. *Integrated Pest Management Reviews*, 4:1–20.
- Horton DR, Higbee BS, Krysan JL. 1994. Postdiapause development and mating status of pear psila (Homoptera: Psyllidae) affected by pear and non host species. *Annals of the Entomological Society of America*, 87:241–249.
- Hradil K, Psota V, Štastná P. 2013. Species diversity of true bugs on apples in terms of plant protection. *Plant Protection Science*, 49: 73–83

- Jauset AM, Artigues M, Sarasua MJ. 2007. Estudio de algunas características de las plantas en variedades de peral y su relación con la incidencia de la psila (*Cacopsylla pyri* (L.) Hemiptera: Psyllidae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 33: 179-185.
- Jauset Berrocal AM, Artigues Martín M, Avilla Hernández J, Sarasua Saucedo MJ. 2000. Relación *Cacopsylla pyri* (L.)(Homoptera: Psyllidae)-Peral. Influencia de la variedad. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 26: 657-664.
- Jenser G, Szita E, Balint J. 2010. Measuring pear psila population density (*Cacopsylla pyri* L. and *C. pyricola* Förster): review of previous methods and evaluation of a new technique. North-Western Journal of Zoology, 6:54–62.
- Krysan JL, Higbee BS. 1990. Seasonality of mating and ovarian development in overwintering *Cacopsylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae). Environmental Entomology, 19:544–550.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology, 45: 175–201.
- Lethmayer C, Hausdorf H, Suarez-Mahecha B, Reisenzein H, Bertaccini A, Maini S. 2011. The importance of psyllids (Hemiptera Psyllidae) as vectors of phytoplasmas in pome and stone fruit trees in Austria. Bulletin of Insectology. Department of Agroenvironmental Sciences and Technologies, pp 255–S256.
- Li F, Yang CK. 1984. The pear psylla of Yunnan and Guizhou with descriptions of eleven new species (Homoptera: Psyllidae). Entomotaxonomia, 6: 219–234. (in Chinese with English summary).
- Li Y, Meissle M, Romeis J. 2010. Use of maize pollen by adult *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and fate of Cry proteins in Bt-transgenic varieties. Journal of Insect Physiology, 56: 157–164.

- Liu HL, Chen CC, Lin CP. 2007. Detection and identification of the phytoplasma associated with pear decline in Taiwan. *European Journal of Plant Pathology*, 117: 281–291.
- Luo X, Li F, Ma Y, Cai W. 2012. A revision of Chinese pear psyllids (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Pyrus ussuriensis*. *Zootaxa*, 3489: 58–80.
- McMullen RD, Jong C. 1972. Influence of temperature and host vigor on fecundity of the pear psila (Homoptera: Psyllidae). *The Canadian Entomologist*, 104: 1209–1212.
- Milán Vargas O, Cueto Zaldívar N, Hernández Pérez N, Ramos Torres T, Pineda Duvergel M, Granda Sánchez R, Peña Rodríguez M, Díaz del Pino J, Caballero Figueroa S, Esson Campbell I. 2012. Prospección de los coccinélidos benéficos asociados a plagas y cultivos en Cuba. *Fitosanidad*, 12: 71–78.
- Mujica MV. 2007. Trips en nectarinos y uva de mesa en la zona sur de Uruguay principales especies, su fluctuación poblacional y técnicas de muestreo. Tesis MSC. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 pág.
- Murdoch WW, Briggs CJ. 1996. Theory for Biological Control: Recent Developments. *Ecology*, 77: 2001–2013.
- Núñez S, Paullier J. 1991. Plagas del peral: Psila y Agamuzado. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
- Obrycki JJ, Kring TJ. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43: 295–321.
- Östman Ö, Ekbom B, Bengtsson J. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*, 2: 365–371.

- Oudeh B, Kassis W, Randa A. 2013. Seasonal activity of the predator *Anthocoris nemoralis* (F.) and the parasitoid *Trechnites psyllae* (R.) against the pear psylla *Cacopsylla pyricola* (F.) (Hemiptera: Psyllidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 23(1): 17-23.
- Ouvrard D. 2016. Psyllist – The World Psylloidea Database. <http://www.hemiptera-databases.com/psyllist> 10 junio 2016.
- Pekár S, Michalko R, Loverre P, Líznarova E, Cernecka, L. 2014. Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predators. *Journal of Applied Ecology*, 52(1): 270-279.
- Perdikis D, Fantinou A, Lykouressis D. 2011. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. *Biological Control*, 59: 13–21.
- Porcel M, Cotes B, Campos M. 2011. Biological and behavioral effects of kaolin particle film on larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control*, 59:98–105.
- Pree DJ, Archibald DE, Ker KW, Cole KJ. 1990. Occurrence of pyrethroid resistance in pear psylla (Homoptera: Psyllidae) populations from southern Ontario. *Journal of Economic Entomology*, 83: 2159–2163.
- Riechert SE. 1999. The hows and whys of successful pest suppression by spiders: insights from case studies. *Journal of Arachnology*, 387–396.
- Rieux, R, Simon S, Defrance H. 1999. Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73(2): 119-127.
- Sanchez JA, Ortín-Angulo MC. 2012. Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain. *Crop Protection*, 32: 24–29.

- Sánchez J, Lacasa A, Gutierrez L, Contreras J. 1998. Comparación de procedimientos de muestreo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) y *Orius spp.* Wolf (Hemip.: Anthocoridae) en pimiento. Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas, 24: 183–192.
- Sas Institute Inc., Sas/Statr. 2003. Software: Changes and enhancements through Release 9.1, Cary, N.C:SAS Institute Inc. 1167 p.
- Schneider F. 1969. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. Annual Review of Entomology, 14: 103–124.
- Šek Kocourek F, Stará J. 2006. Management and control of insecticide-resistant pear psila (*Cacopsylla pyri*). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 14:3.
- Serra MV, Lloret P, Coderch PV. 1998. Dinámica poblacional de la psila (*Cacopsylla pyri* L.) y de sus enemigos naturales en plantaciones comerciales de peral de Girona. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 24: 231–238
- Shaltiel L, Kedoshim R, Openhiem D, Stern R, Coll M. 2010. Effect of host plant makeup through nitrogen fertilization and growth regulators on the pear psila population. Israel Journal of Plant Sciences, 58: 149–156.
- Shaltiel L, Coll M. 2004. Reduction of Pear Psylla Damage by the Predatory Bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): The Importance of Orchard Colonization Time and Neighboring Vegetation. Biocontrol Science and Technology, 14: 811–821.
- Sigsgaard L. 2010. Habitat and prey preferences of the two predatory bugs *Anthocoris nemorum* (L.) and *A. nemoralis* (Fabricius) (Anthocoridae: Hemiptera-Heteroptera). Biological Control 53: 46–54.

- Simone N. 2004. Orchard Monitoring Manual for Pests, Natural Enemies, and Diseases of Apple, Pear and Cherry. Center for Agricultural Partnerships, Funded in part by US Environmental Protection Agency and United States Department of Agriculture. pp:51.
- Smith RC. 1921. A study of the biology of the Chrysopidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 14: 27–35.
- Solomon MG, Cross JV, Fitzgerald JD, Campbell CAM, Jolly RL, Olszak RW, Niemczyk E, Vogt H. 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe-3. Predators. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 91–128.
- Solomon MG. 1992. Exploitation of predators in UK fruit and hop culture. *Phytoparasitica*, 20: 51–56.
- Solomon MG, Cranham JE, Easterbrook MA, Fitzgerald JD. 1989. Control of the pear psyllid, *Cacopsylla pyricola*, in south east England by predators and pesticides. *Crop Protection*, 8: 197–205.
- Soroker V, Alchanatis V, Harari A, Talebaev S, Anshelevich L, Reneh S, Levsky S. 2013. Phenotypic plasticity in the pear psyllid, *Cacopsylla bidens* (Šulc)(Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae) in Israel. *Israel Journal of Entomology*, 43: 21–31.
- Soroker V, Talebaev S, Harari AR, Wesley SD. 2004. The role of chemical cues in host and mate location in the pear psyllid *Cacopsylla bidens* (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Insect Behavior*, 17: 613–626.
- Southwood T. 1978. Ecological methods, with particular reference to animal populations. London: Chapman and Hall. 524 pp.
- Stewart AJ. 2002. Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grasslands. *Denisia* 04, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, 176: 491-512.

- Sunderland K, Samu F. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 1–13.
- Tauber MJ, Tauber CA, Daane KM, Hagen KS. 2000. Commercialization of Predators: Recent Lessons from Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrosoperla). *American Entomologist*, 46: 26–38.
- Triplehorn, CA, Johnson NF. 2013. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Belmont, California. Thomson Brooks/Cole. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro, Brasil Academia Brasileira de Ciências, pp: 809.
- Trujillo P. 1942. Insectos y otros parásitos de la agricultura nacional y sus productos en el Uruguay. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp: 161–163.
- Vilajeliu M, Vilardell P, Lloret P. 1998. Dinámica poblacional de la psila (*Cacopsylla pyri* L.) y de sus enemigos naturales en plantaciones comerciales de peral de Girona. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 24: 231–238.
- Wäckers FL, Van Rijn PCJ. 2012. Pick and Mix: Selecting Flowering Plants to Meet the Requirements of Target Biological Control Insects. *Biodiversity and Insect Pests*. pp 139–165.
- Westigard PH, Lombard PB, Berry DW. 1979. Integrated Pest Management of Insects and Mites Attacking Pears in Southern Oregon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 95(1): 34-36.
- Wyss E, Niggli U, Nentwig W. 1995. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *Journal of Applied Entomology*, 119(1-5): 473-478.
- Yang MM, Huang JH, Li F. 2004. A new record of *Cacopsylla* species (Hemiptera: Psyllidae) from pear orchards in Taiwan. *Formosan Entomology*, 24: 213–220.

