

Informe final del convenio entre la Universitat Politècnica de València y la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana, con denominación de línea:

Conveni per a la investigació i experimentació d'estratègies agroecològiques per al maneig de la biodiversitat i implementació de la transferència i demostració d'aquest tipus de models en l'agricultura ecològica valenciana.

TIPO DE CONVENIO: Concesión directa (Art 168 a)

CODIGO LÍNEA: S8456000

IMPORTE:150.000 €

València a 5 de diciembre de 2018

ÍNDICE:

LINEAS DE INVESTIGACIÓN	Página
Estudio de estrategias agroecológicas para la gestión de plagas en frutales de producción ecológica.....	3
Manejo del hábitat para la mejora del control biológico por conservación en hortícolas.....	114
Biofumigación como a alternativa/complemento a la solarización en hortícolas (alcachofa).....	139
Gestión de la avispa del almendro en cultivo ecológico e influencia del paisaje circundante.....	159
Gestión de los ácaros en cítricos de producción integrada y ecológica.....	174
Eficacia de la confusión sexual en el control de <i>Cryptoblabes gnidiella</i>	216
Identificación de la feromona sexual del cotonet de les valls y aplicación para la detección y el seguimiento de plagas.....	222
Detección y determinación del momento de vuelo de <i>Eurytoma amygdali</i> . Identificación y ensayos de actividad de nuevas sustancias atrayentes incluyendo feromonas o kairomonas.....	229
Evaluación de diferentes tipos de emisores y feromona existentes en el mercado para la aplicación de la confusión sexual de <i>Lobesia botrana</i> a gran escala.....	239

A continuación, se informa sobre las 9 líneas de investigación que se han abordado en el presente convenio.

1. ESTUDIO DE ESTRATEGIAS AGROECOLÓGICAS PARA LA GESTIÓN DE PLAGAS EN FRUTALES DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA.

1.1. Introducción.

En la actualidad, a pesar de las múltiples ventajas ambientales, climáticas, sociales, etc. de la agricultura ecológica (AE), los agricultores valencianos son reticentes a aplicar este modelo. Uno de los factores clave en esta decisión es la creencia de que no se puede llevar a cabo una gestión eficiente de las plagas con AE. Esta creencia está en parte alimentada porque no ha habido una inversión en investigación suficiente en la gestión de plagas en AE y no hay unas estrategias tan claramente establecidas como en el caso de la gestión integrada. Eso lleva a que pocos agricultores cambien a AE y los que sí lo hacen, en muchas ocasiones no tengan unas guías claras de cómo hacer una gestión adecuada de sus plagas y se vean obligados a recurrir a los consejos de la industria especializada y a veces al uso continuado de productos autorizados.

La administración en las últimas décadas ha realizado grandes esfuerzos en mejorar la gestión de plagas en agricultura integrada, pero han sido muy escasos los recursos destinados a la gestión de plagas en AE. El Servicio de Producción Ecológica de la GV, creado en el año 2015, trata de paliar este “gap” y este Proyecto de investigación surge con el espíritu de contribuir a desarrollar estrategias eficientes y claras de gestión de plagas en AE.

Por ello, el objetivo principal de este proyecto es **el estudio de estrategias agroecológicas para la gestión de plagas en frutales de producción ecológica.**

En concreto nos centraremos en dos cultivos en expansión en nuestra comunidad: caqui y granado; y en el cultivo más abundante: los cítricos. El hecho de que el caqui esté aumentando tanto su presencia hace que las plagas del cítrico se estén adaptando a este cultivo. Pero como pasamos de un cultivo perenne a otro caduco, las plagas adaptan su biología a este nuevo entorno y su comportamiento suele variar. El granado se está implantando en nuevas zonas y la gestión de determinadas plagas en AE resulta compleja. En cítricos, aunque se conoce bien la gestión de plagas en AE, aún hay mucha investigación por desarrollar, sobre todo en el campo de la biodiversidad funcional y la conservación de enemigos naturales.

En el año 2017 nuestro equipo ya realizó una serie de investigaciones que han permitido aclarar determinados aspectos de la gestión de plagas, pero aún quedaron muchos puntos por resolver. La propuesta para el año 2018 es darle continuidad y profundidad a dichas investigaciones a través de los siguientes objetivos específicos:

1. Estrategias agroecológicas en cítricos.

a. Determinar la influencia del tipo de cubierta vegetal en la entomofauna auxiliar asociada.

b. Estudios de sueltas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant para gestión del cotonet *Delottococcus aberiae* (De Lotto).

2. Estrategias agroecológicas en caqui

a. Seguimiento de plagas clave y sus enemigos naturales en parcelas de caqui en producción ecológica.

b. Ensayos específicos con productos autorizados y/o con sueltas de enemigos naturales.

c. Influencia del tipo de manejo en la presencia y abundancia de EN.

3. Estrategias de manejo ecológico en granado.

a. Seguimiento de plagas y sus enemigos naturales en parcelas de granado en producción ecológica.

1.2. Materiales y métodos

1.2.1 Localización de las parcelas

Los muestreos se realizaron en parcelas de granados, caquis y cítricos ecológicos, así como de parcelas de caquis convencionales para la comparación de manejos.

Adicionalmente, en el Centro Experimental del IVIA de Carcaixent (Valencia) se realizó un ensayo de diferentes tipos de cubiertas vegetales en una parcela de unas 3,7 hg (Figura 1.1). Los muestreos de las diferentes cubiertas se realizaron con la colocación quincenal de trampas amarillas pegajosas en cada una de las repeticiones.



Figura 1.1: Parcela experimental del IVIA de Carcaixent donde se llevó a cabo el ensayo de cubiertas vegetales (Valencia). Detalle de las trampas amarillas colocadas sobre las cubiertas vegetales.

- Granados ecológicos

Se ha muestreado una parcela de granados ecológicos en producción (3 años). La superficie de la parcela era de alrededor de unas 7,5 ha de granados de la variedad Acco con riego por goteo y cosecha a finales de agosto, estaba localizada en Silla y pertenecía a la empresa Llauradors de Somnis, S.A.T. (Figura 1.2).



Figura 1.2: Detalle de la parcela de granados con manejo ecológicos de la variedad ACCO localizados en Silla (Valencia). Imagen tomada el 10 de abril de 2018.

En esta parcela se realizaron seguimientos de entomofauna quincenales en dos zonas, una con cubierta vegetal y otra sin cubierta vegetal. Los seguimientos en ambas

zonas se hicieron con trampas amarillas (una trampa amarilla por zona) y se llevó a cabo un ensayo de eficacia de productos contra pulgones por medio de muestreos visuales.

Adicionalmente se colocaron en las dos zonas trampas delta con feromonas específicas de dos especies de cotonet, *Planococcus citri* Risso y *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae) y para la polilla de la melaza *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae) y una trampa amarilla para el seguimiento de la entomofauna.

- Caquis ecológicos

Se han llevado a cabo seguimientos en dos parcelas de caquis ecológicos de la variedad Rojo brillante, localizadas en Carlet (Valencia) (Figura 1.4).



Figura 1.3: Detalle de la parcela de caquis con manejo ecológico de la variedad Rojo brillante localizados en Carlet (Valencia). Imagen tomada el 27 de abril de 2018.



Figura 1.4: Detalle de la parcela de caquis con manejo ecológico de la variedad Rojo brillante localizados en Carlet (Valencia). Imagen tomada el 27 de abril de 2018.

En ambas parcelas se realizó el seguimiento de entomofauna con trampas amarillas y de plagas con trampas delta con feromonas para las dos especies de cotonet y para *Cr. gnidiella*. Puntualmente se han llevado a cabo estudios en parcelas de caquis de manejo convencional localizadas en la Ribera Alta, en los términos de Sollana y Alginet (Valencia), donde se han muestreado hojas, colocado trampas amarillas y trampas delta con feromonas para las especies de cotonet y para *Cr. gnidiella* para seguimientos de plagas y de la entomofauna.

- Cítricos ecológicos

Se trata de una parcela de cítricos ecológicos de la variedad Marisol, ubicada en el Término Municipal de Sagunto (Valencia) (Figura 1.5).



Figura 1.5: Detalle de la parcela de cítricos ecológicos localizados en Sagunto (Valencia). Imagen tomada el 21 de febrero de 2018.

Los seguimientos en los campos de cítricos consistieron en muestreos visuales de frutos, muestreo con aro, colocación de trampas amarillas, seguimiento de hormigas, así como la colocación de cartones corrugados.

2.2. Métodos de muestreo

Las metodologías utilizadas han sido las siguientes:

-Trampas delta con feromonas: Trampas triangulares de plástico blanco que forman un tejadillo sobre una base, con dos ventanas laterales por donde penetran los insectos a su interior. Sobre la base de las ventanas se deslizan las láminas pegajosas, quedando

perfectamente incrustadas, en las que se coloca la feromona sexual. Los insectos quedan atrapados en el adhesivo de la lámina, de forma que pueden ser fácilmente contados (Figura 1.6). Sobre las láminas pegajosas se coloca una feromona sexual para la captura de las siguientes especies:

- *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae), barreneta o polilla de la melaza. Se trata de una plaga habitual del caqui desde hace muchos años en España (Balachowsky, 1966) y de gran importancia también en granados (Cocuzza *et al.*, 2016).

- *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) el cotonet del cítrico. Es una de las principales plagas de cítricos en todo el mundo, incluyendo España (Gómez-Menor, 1957; Ripollés, 1990).

- *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae), cotonet de gran polifagia. Dentro de la Comunidad Valenciana ataca al caqui de forma ocasional y en los últimos años su presencia ha aumentado sobretodo en plantaciones de mayor edad por acumulación de la plaga en focos mal controlados (Alonso Muñoz *et al.*, 2004).



Figura 1.6: Trampas delta con feromonas colocadas en árboles de caqui y granados ecológicos en parcelas de Alcuia y Silla (Valencia), respectivamente.

-Trampas cromáticas pegajosas amarillas: Es inespecífica en sus capturas y se considera un método estándar de seguimiento de poblaciones de artrópodos. Son un tipo de trampas cromotrópicas lisas de 10 x 25 cm de superficie, en las cuales el insecto se ve atraído por la emisión de una determinada longitud de onda y es atrapado por un pegamento que recubre la superficie rígida de la trampa (Figura 1.7).

-Muestreo visual de hojas: Para el seguimiento de la mosca blanca. Consistió en la recogida de 10 hojas al azar por cada parcela y una vez en laboratorio se identificaron las

especies de mosca blanca, las distintas fases de la mosca presente en cada hoja (L1, L2, L3, L4 y huevos), así como la abundancia.

Puntualmente en algunas parcelas de caqui se han utilizado estas hojas para identificar y cuantificar el número de fitoseidos presentes en ellas, así como capturar algunos de ellos para su posterior identificación en laboratorio con ayuda de microscopio.



Figura 1.7: Detalle de trampas amarillas pegajosas en las ramas de árboles de caqui y granados en parcelas de Carlet y Silla (Valencia), respectivamente.

-Muestreo visual de brotes: Para el seguimiento de pulgones en granado. Consistió en la observación en campo de 20 brotes al azar por árbol, siendo el número de árboles variables. Durante el ensayo de eficacia de productos se muestrearon 2 árboles por tesis y tras el ensayo el número de árboles varió entre 4-10 por zona según el muestreo. En cada uno de los brotes se observaba presencia o ausencia de pulgones.

-Cartones corrugados: Seguimiento indirecto de las hembras de *D. aberiae*. Consistió en la colocación de unos cartones formados por tres capas en el tronco del árbol, siendo la interior una capa ondulada. Esta capa ondulada representa una zona de refugio ideal para la plaga de cotonet. Los cartones tenían unas dimensiones aproximadas de 25 cm de alto y se colocaron en el tronco, donde servían de refugio para las hembras adultas que van a ovipositar y también para los machos de segundo estadio cuando van a proceder a realizar el pupario (Beltrà & Soto, 2012) (Figura 1.8).

Los muestreos fueron semanales hasta finales de abril. Con la caída de pétalos en abril comienza el periodo de máxima sensibilidad de *D. aberiae*, por lo que a partir de este momento los muestreos se realizaron quincenalmente hasta finales de junio.

Los cartones se reemplazaron en cada muestreo, colocándose en bolsas bien cerradas y etiquetadas y se trasladaron al laboratorio para el conteo del número de formas vivas de cotonets, presencia de parasitismo y de depredadores, así como la presencia/ausencia de hormigas. Tanto los individuos parasitados como las larvas de coccinélidos depredadores se aislaron y se pusieron a evolucionar para la identificación de los parasitoides y de depredadores existentes.

Finalizado el conteo las muestras se mantuvieron en el congelador un par de días para su posterior eliminación.



Figura 1.8: Detalle de cartón corrugado colocado en cítricos para el seguimiento de *Delottococcus aberiae* DeLotto (Hemiptera: Pseudococcidae).

-Seguimiento de hormigas: Muestréos de 1 minuto de duración en cada uno de los tres árboles centrales de cada repetición, observando 30 segundos por cada cara del tronco. Las hormigas se observaron en cada una de las tres repeticiones de cada tesis (9 árboles por tesis y un total de 27 árboles por muestreo). La actividad de las hormigas en la base del árbol se valoró según los valores establecidos en la Figura 1.9.

Nivel	Núm. Hormigas
0	0 Hormigas
1	1-5 Hormigas
2	6-15 Hormigas
3	> 15 Hormigas

Figura 1.9: Niveles establecidos para la valoración de la actividad de las hormigas en la base del árbol en un estudio realizado en una parcela de cítricos ecológicos localizados en Sagunto (Valencia).

El seguimiento de hormigas se realizó semanalmente hasta finales de abril y quincenalmente hasta julio. Para el control de hormigas se preparó un cebo compuesto por los siguientes ingredientes: 5 kg de harina, 1 kg de azúcar, 300 g de levadura en polvo y 3l de agua (Figura 1.10), siguiendo las indicaciones de Alfonso Lucas Espadas (Consejería de Agricultura de Murcia). Se colocaron 200 g de cebo en la base del árbol y se repuso con una periodicidad de quincenal, desde el 8 de marzo al 19 de abril de 2018.

-Observación visual de frutos: Seguimiento de *D. aberiae* en frutos de cítricos. Se realizaron muestreos de infestación de frutos con cotonet en las tesis T1, T2 y T3, también se hicieron muestreos puntuales en T0 para conocer el efecto de las sueltas y tratamientos llevados a cabo en 2017. Estos muestreos consistieron en la observación en cada repetición de las tesis (3 repeticiones/tesis) 20 frutos en cada uno de los árboles centrales. Esto supuso un total de 60 frutos por repetición, 180 frutos observados en el total de las tesis estudiadas.



Figura 1.10: Detalle del cebo para hormigas colocado en la base de cítricos ecológicos en una parcela de Sagunto (Valencia).

El muestreo de frutos se llevó a cabo semanalmente desde el 19 de abril de 2018 hasta el 11 de julio de 2018, durante el periodo de máxima sensibilidad del cotonet.

-Nivel de daño en frutos: Previo a la cosecha, se realizó un muestreo para conocer el daño en frutos, observándose 25 frutos/árbol, evaluándose el nivel de daño según la escala de niveles establecida en la Figura 1.11.

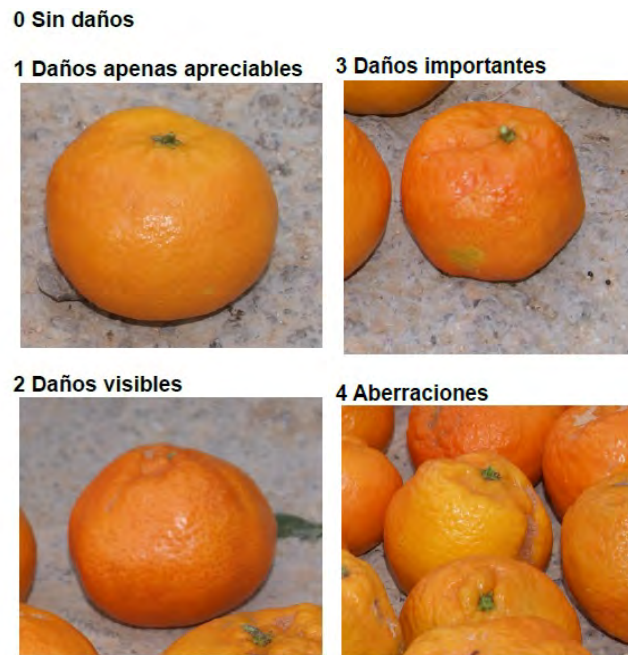


Figura 1.11. Escala de 0 a 4 establecida para evaluar el nivel de daño del cotonet *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre cítricos.

-Muestreo con aro: Nivel de daño en frutos de *D. aberiae*. Antes de la recolección, el 3 de octubre de 2018, se llevó a cabo un muestreo en cada una de las tesis para conocer el nivel de daño en frutos. El muestreo consistió en lanzar al azar un aro de 56 cm de diámetro (una superficie de 0,25 m²) sobre la copa del árbol una vez por árbol, contando el porcentaje de frutos con tamaño normal y con tamaño poco desarrollado.

-Inventarios de la composición vegetal de las cubiertas de cítricos: La composición de las comunidades vegetales de las cubiertas vegetales establecidas varió desde el momento inicial de siembra por lo que resultó necesario un seguimiento de la flora adventicia. Se realizaron inventarios mensuales de la vegetación presente en cada tesis mediante evaluación visual. Se estimó el índice de abundancia-dominancia, basado en la cobertura relativa de cada especie vegetal (Braun-Blanquet, 1932), en una zona considerada de 10m² alrededor de cada trampa.

1.2.3. Ensayos realizados

Los ensayos realizados en cada uno de los cultivos serán descritos previo al análisis de los resultados obtenidos. Por lo que para conocer los ensayos será necesario ir al apartado de resultados correspondiente.

1.2.4. Metodología del trabajo en el laboratorio

Todas las trampas fueron identificadas con la especie vegetal muestreada, la parcela muestreada, así como con el número de trampa, cuando fue necesario. Tanto la fecha de puesta como la de recogida fueron anotadas en las trampas, necesario para conocer el número exacto de días que habían permanecido en campo.

Las muestras de hojas se embolsaron en campo, marcando parcela y fecha de recogida de cada bolsa. Los cartones corrugados y frutos de cítricos se guardaron en campo en bolsas sellables y etiquetadas. Una vez en el laboratorio todas las muestras y trampas se mantuvieron a 4°C hasta su identificación. En el caso de hojas y cartones, su identificación se llevó a cabo durante los dos días siguiente como máximo. De la misma manera, el día que se muestreaba la parcela de cítricos no se muestreaba ninguna parcela, evitando así cualquier posibilidad de expansión de la plaga. Las muestras de cítricos provenientes de la parcela con problemas de *Delottococcus aberiae*, tras su estudio se llevaron a -16°C durante 48 horas para su correcta eliminación.

Para la contabilización e identificación de los diferentes insectos se utilizó una lupa binocular. En general, aquellas especies en las que se contabilizaron pocos individuos no fueron separadas para su identificación a nivel de especie, sino que se incluyeron dentro de otras especies en la familia correspondiente. Los artrópodos conocidos fueron clasificados hasta el nivel de especie. Otras especies, pertenecientes a taxones bien caracterizados con biología similares, llegaron a ser identificadas hasta género o familia.

Las claves sistemáticas que permitieron identificar los taxones depredadores, incluidos en cuatro órdenes y ocho familias, fueron las siguientes:

- Guía de campo de García-Marí, F. (2009).
- NEUROPTERA: Chrysopidae, Coniopterygidae, Hemerobiidae (Killington, 1936, 1937; Aspöck 1980a, b; Brooks & Barnard, 1990, Plant, 1997).
- COLEOPTERA: Coccinellidae (Plaza Infante, 1977, 1986; Raimundo Cardoso & Alves Gomes, 1986).
- DIPTERA: Syrphidae, Cecidomyiidae (Pritchard, 1953, Stubbs & Falk, 1983, Gilbert, 1993, Stubbs & Falk, 2002).
- HEMIPTERA: Anthocoridae, Miridae (Gómez-Menor, 1956; Péricart, 1972, Carayon, 1972). Pseudococcidae (Beltrá & Soto, 2012)

- HYMENOPTERA: <http://ponent.atspace.org/fauna/ins/>

1.2.5. Análisis de datos

Se han realizado análisis de varianza (ANOVA) unifactoriales para el estudio comparativo de la abundancia y diversidad de artrópodos según la especie vegetal, y para la comparación de la influencia del método de manejo en la abundancia y diversidad de artrópodos. Se ha utilizado para la separación de las medias el Test de Mínima Diferencia Significativa (MDS), previa transformación logarítmica en base diez de los datos expresados como insectos/trampa y previa transformación del arcoseno para los porcentajes de ocupación de brotes por pulgones, porcentajes de daño en fruto y actividad de hormigas.

1.3. Resultados

1.3.1. Granado



El granado (*Punica granatum* L.) es nativo de Asia central y su producción mundial está estimada en alrededor de 1,5-2 millones de toneladas, de los cuales el 90% se produce en Irán e India. Las exportaciones de granadas de la Unión Europea en 2015 a países no

Europeos, ascendieron a 40.000 toneladas, siendo España prácticamente el único productor de importancia de granadas de la Unión Europea y el único proveedor europeo (CBI, 2017).

El cultivo de la granada en la Comunidad Valenciana representa alrededor del 95% de la producción total nacional y es uno de los más tradicionales de la zona Elche y alrededores, siendo la variedad más utilizada la “Mollar”.

Las características climatológicas de esta zona favorecen este cultivo que requiere de frío en invierno pero sin heladas, para evitar que se perjudique el árbol. En esta zona, la producción de granada ecológica ha aumentado en 2016 alrededor de un 40% y se han alcanzado casi las 700T de producción. El cultivo del granado tiene varias plagas, que si no se realiza una correcta gestión de las mismas, pueden afectar seriamente a la producción comercial de la fruta.

Existen pocos estudios concretos de plagas del granado (Juan *et al.*, 2000; Kozina *et al.*, 2011; Grafton-Cardwell, 2013), ya que la mayoría de estudios se centran en aspectos agronómicos de su cultivo sin dar mucha información de plagas y de estrategias de manejo (Holland *et al.*, 2009; Glozer y Ferguson, 2011). La granada suele considerarse un cultivo menor en Europa. Una de las plagas más importantes y extendidas del granado son los pulgones, siendo el control biológico por enemigos naturales muy importante en su manejo (Grafton-Cardwell, 2013).

1.3.1.1. Ensayo de eficacia sobre pulgones. Seguimiento de pulgones.

La parcela de granados variedad Acco de Silla (Valencia) tiene una zona con muchos problemas de pulgones en años anteriores. Esta zona está más resguardada, debido a la presencia de un seto de cipreses. Según nos alejamos del seto, disminuye el ataque de pulgón.

Aphis punicae Passerini (pulgón del granado) y *Aphis gossypii* Glover (pulgón del algodón) están considerados los pulgones más dañinos en el cultivo del granado, pudiendo ser atacado ocasionalmente por otros como *Aphis spiraecola* Patch (Blackman y Eastop, 2006; Holman, 2009).

Los daños comienzan en primavera y se prolongan hasta la cosecha (finales de agosto). Por este motivo, el 2 de mayo de 2018 se realizó un ensayo de diferentes productos ecológicos para ver su efectividad sobre pulgones. Se probaron cuatro productos diferentes:

-B: Extracto de aceites vegetales

- P: Aceite de naranja 6%
- M: Producto casero elaborado por Mariano Bueno
- T: Testigo sin tratar.

Previo al diseño del ensayo se realizó un muestreo de los niveles de la parcela y en función de la infestación de pulgones se llevó a cabo el diseño de las tesis (Figura 1.12). En esta Figura se muestran las dos filas en las que se realizó el ensayo de productos. La parcela se dividió en plots para llevar a cabo en cada uno de ellos las repeticiones de los tratamientos. Cada plot estaba formado por unos 12 árboles distribuidos en 2 filas, y en el caso de haber algún granado pequeño se añadía algún árbol más al plot.

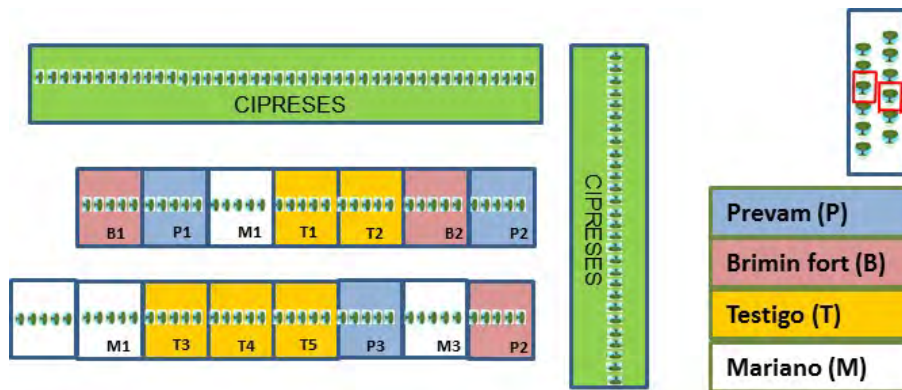


Figura 1.12: Esquema del ensayo de eficacia contra pulgones llevado a cabo en una parcela de granados ecológicos en Silla (Valencia) el 2 de mayo de 2018.

Se trató con mochila pulverizadora todo el plot, pero el seguimiento del pulgón sólo se realizó en los árboles centrales. Los muestreos fueron visuales y consistieron en observar 20 brotes en 2 árboles centrales al azar de cada tesis, anotándose el porcentaje de ocupación de brotes por pulgón por árbol. Se utilizaron 3 plots para cada tratamiento (3 repeticiones), menos para el testigo, que se dejaron 5. Esto supone un total de 14 plots. Los plots de cada tratamiento se distribuyeron al azar dentro de la parcela, evitando que coincidieran dos plots con el mismo tratamiento seguidos.

De manera que para el ensayo del tratamiento con Aceite de naranja se utilizaron 3 plots, llamados P1, P2, P3 y P4, para el de Extracto de aceites vegetales otros 3 plots: B1, B2 y B3, para el producto de Mariano Bueno: M1, M2 y M3 y para el Testigo: T1, T2, T3, T4 y T5. El resto de la parcela se trató el 26 de abril con Vegex-Fos (jabón fosfórico limpiador de melaza) y con Vegex Kuneka, ambos de Idai Nature. Las fechas de los tratamientos de los muestreos se describen en la Tabla 1.1, así como las fechas de los

muestreos llevados a cabo. A pesar de las indicaciones para tratar con un extracto de aceites vegetales, el tratamiento se hizo finalmente con aminoácidos vegetales. Según Biagro, se trata del mismo producto.

Tabla 1.1: Fecha de muestreos llevados a cabo en una parcela de granados ecológicos de la variedad ACCO ubicada en Silla (Valencia), en un ensayo de eficacia de 3 productos contra pulgón en mayo de 2018.

	ENSAYO	RESTO PARCELA
T previo	02/05/2018	
Tratamiento (T ₀)	Ensayo productos 02/05/2017	Vegex Fos + Kuneka 26/04/2018
T ₀ + 7	09/05/2018	09/05/2018
T ₀ + 15	16/05/2018	16/05/2018
T ₀ + 21	23/05/2018	23/05/2018
T ₀ + 41	12/06/2018	12/06/2018

Los resultados muestran que no existen diferencias en cuanto a los productos ensayados (Figura 1.13), de manera que los tres tratamientos han producido una disminución de los niveles de infestación en brotes a principios de mayo, mientras que el testigo ha aumentado. Hablamos de productos con muy baja persistencia, motivo por el cual no se estudia el efecto más allá de 7 días tras el tratamiento.

A pesar de los niveles iniciales de infestación en primavera, a mediados de junio (T₀ + 41) ya no se observa ni presencia ni daños de pulgones ni en brotes ni en frutos. Esto podría ser debido, entre otros motivos, a la gran abundancia de coccinélidos depredadores presentes en la parcela de granados (Figura 1.14).

A mediados de julio se detecta un nuevo repunte de pulgón, aunque de menor intensidad, esta vez sobre los frutos del granado (Figura 1.15).

Es este segundo ataque de pulgón es el que causa los mayores daños sobre el cultivo, por lo que quizás el ensayo de eficacia de tratamientos se debería haber llegado a cabo en este segundo pico y no en el ocurrido en mayo. Aún así, los niveles de infestación de pulgón fueron muy bajos en la parcela de ensayo, por lo que no se pudo evaluar adecuadamente el efecto de los tratamientos y de los niveles de ataque sobre el cultivo. Los niveles de pulgón de esta parcela no repercutieron en daños significativos sobre la cosecha.

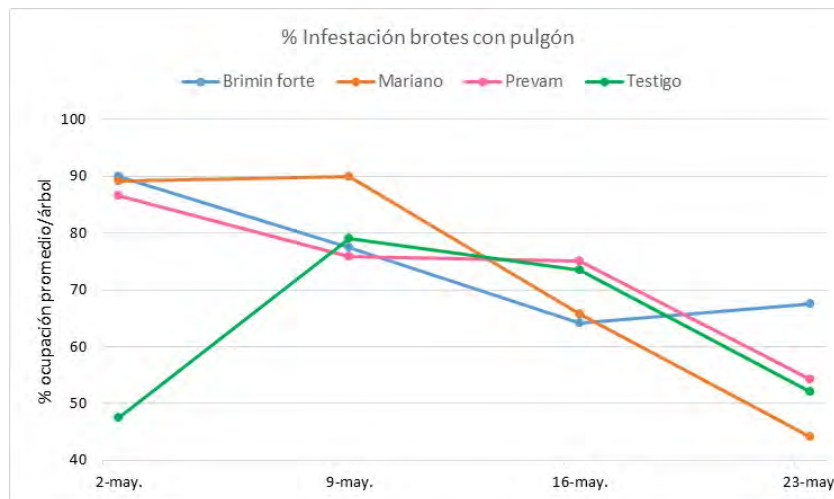


Figura 1.13: Evolución del porcentaje de infestación de brotes con pulgón tras el tratamiento con 3 productos autorizados en manejo ecológico y un testigo en una parcela de granados ecológicos ubicada en Silla (Valencia) y muestreada desde el tratamiento el día 2 de mayo hasta el 23 de mayo de 2018.



Figura 1.14: Evolución del porcentaje de infestación de brotes con pulgón tras el tratamiento con 3 productos autorizados en manejo ecológico y un testigo en una parcela de granados ecológicos ubicada en Silla (Valencia) y muestreada desde el tratamiento el día 2 de mayo hasta el 23 de mayo de 2018.

Sería necesario conseguir parcelas de granados con manejo ecológico con altos niveles de infestación de pulgón para conocer el efecto de los tratamientos sobre el nivel de daños en fruto del cultivo.

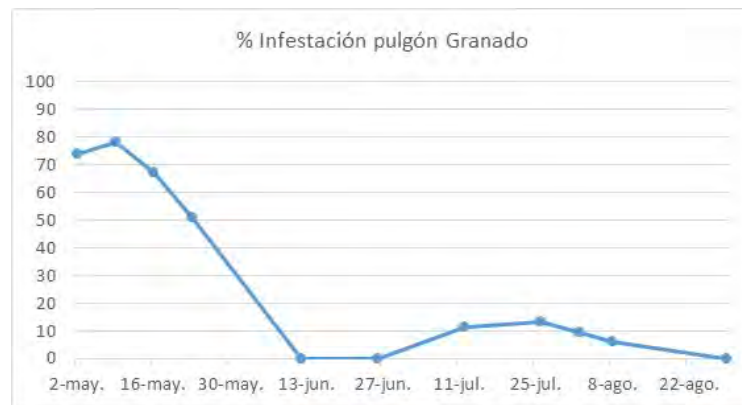


Figura 1.15: Evolución del porcentaje de infestación de pulgón en brotes y frutos en una parcela de granados ecológicos localizada en Silla (Valencia) y muestreada desde el tratamiento el día 2 de mayo hasta el 23 de mayo de 2018.

1.3.1.2. Seguimiento de plagas en granados con diferente manejo de la cubierta vegetal

En la parcela de estudio de granados ecológicos se observó una clara diferencia en la gestión de la cubierta vegetal en dos zonas distintas de la misma. De manera que en la zona próxima al seto de cipreses, donde se realizó el ensayo de eficacia de tratamientos contra pulgón, la cubierta era segada y arada y en la zona más alejada a esta, la cubierta vegetal únicamente se segaba. Por este motivo, se realizó el seguimiento, tanto de la entomofauna auxiliar como de las plagas presentes, en los granados con ambos tipos de manejo de la cubierta vegetal.

A pesar de esta diferente gestión de las cubiertas, al finalizar los seguimientos se observó, que el efecto microclimático de cada una de estas dos zonas de cultivo parecía tener un mayor efecto sobre la entomofauna que el propio manejo de la cubierta vegetal.

Los granados con cubierta arada y segada estaban ubicados en una zona próxima al seto de cipreses, donde se realizó el ensayo de eficacia de tratamientos contra pulgón, en la que los granados tenían una mayor altura y densidad y donde debido a la presencia de una casa en un margen y a setos de cipreses en los otros dos lados, el microclima generado tenía una elevada humedad. La otra zona con cubierta segada, más alejada, estaba mucho más ventilada y los árboles eran más pequeños.

En cuanto al seguimiento de plagas, se muestrearon dos especies de cotonets (*P. citri* y *Ps. viburni*), así como polilla *Cr. gnidiella*.

Cr. gnidiella, considerada como una plaga muy importante del granado en el área Mediterránea, así como de otros cultivos como los cítricos, uva y el caqui (Cocuzza *et al.* 2016), se muestreó desde principios de junio hasta mediados de octubre de 2018.

Los resultados indican que el comportamiento de las poblaciones de *Cr. gnidiella* en las dos zonas consideradas es diferente, de manera que que en la zona con cubierta segada y arada, zona resguardada y con mayor humedad, las poblaciones aumentan lentamente desde mediados de junio hasta finales de octubre, sin detectarse ningún pico poblacional, mientras que en la zona con cubierta segada, zona más aireada y con menor densidad de árboles, se observan claramente dos picos poblacionales a mediados de julio y de octubre (Figura 1.16). En esta zona con cubierta segada, se sembraron en algunas filas cucurbitáceas, las que podrían haber servido de alguna forma de reservorio de esta plaga.

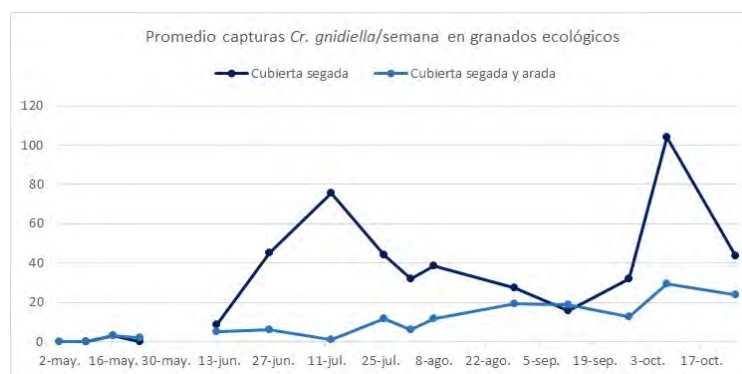


Figura 1.16: Dinámica poblacional del promedio semanal de los adultos de *Cr. gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae) capturados en trampas delta con feromona específica de *Cr. gnidiella* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta arada y segada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De principios de mayo hasta finales de octubre de 2018.

En cuanto al cotonet, la calidad comercial de las granadas en España y en otros países de la de la región Mediterránea pueden verse negativamente afectadas por el pseudocóccido *P. citri* (Bartual *et al.*, 2012; Ben-Dov *et al.*, 2012; Kahramanoglu y Usanmaz, 2013), de ahí la gran importancia de conocer su comportamiento.

Al igual que ocurría con *Cr. gnidiella*, la presencia de los cotonets *P. citri* y *Ps. viburni*, es diferentes en las dos zonas estudiadas. La zona con cubierta segada y arada, con mayor humedad y densidad de árboles, muestra unos niveles de cotonet más elevados que la zona con cubierta segada, más aireada y con árboles más jóvenes (Figura 1.17 y Figura

1.18). Los factores más influyentes en la biología de los pseudocócidos son la temperatura, la humedad relativa y el fotoperiodo (Chong *et al.*, 2008; Goldasteh *et al.*, 2009; Varikou *et al.*, 2010), lo que puede justificar las diferencias encontradas en ambas zonas.

En el caso concreto de cada una de las especies de cotonets, encontramos que los adultos de *P. citri* muestran dos picos claramente marcados en el cultivo del granado, a finales de junio y mediados de agosto, siendo mucho menos abundante, tal y como se había comentado anteriormene, en la zona más aireada (cubierta segada) (Figura 1.17).

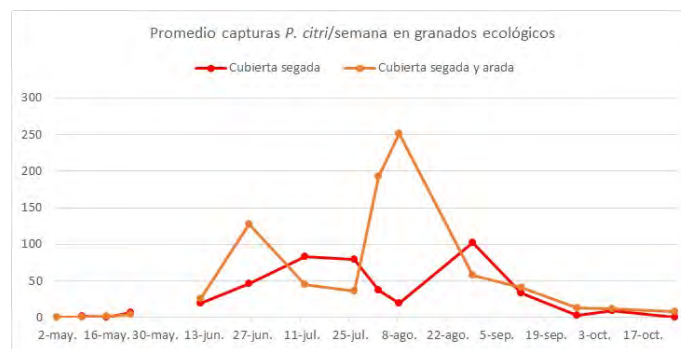


Figura 1.17: Dinámica poblacional del promedio semanal de los machos de *P. citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) capturados en trampas delta con feromona específica de *P. citri* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta segada y arada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De principios de mayo hasta finales de octubre de 2018.

Si comparamos la dinámica poblacional de estas dos especies de cotonet y de la polilla de la melaza (Figura 1.18) se observa que, tal y como habíamos comentado, la dinámica de los cotonets es similar, con dos picos en julio y agosto, pero *Cr. gnidiella* aparece más tarde con dos picos a finales de agosto y mediados de octubre.

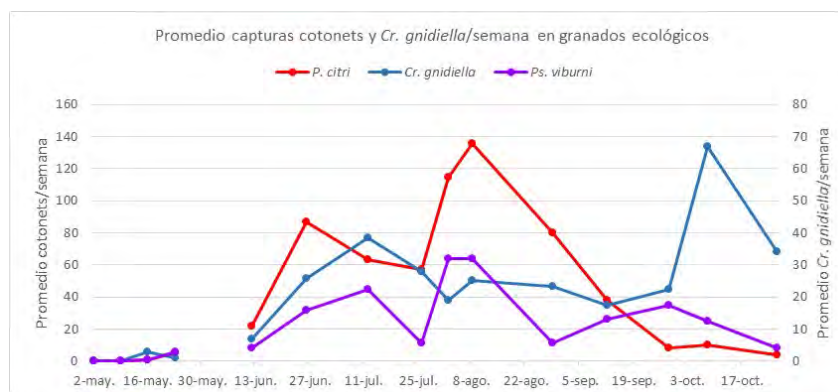


Figura 1.18: Dinámica poblacional del promedio semanal de los machos de *P. citri* y *Ps. viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) y de adultos de *Cr. gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae)

capturados en trampas delta con feromona específica de *P. citri*, *Ps. viburni* y *Cr. gnidiella* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta segada y arada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De mayo a finales de octubre de 2018.

En cuanto a la abundancia del pseudococcido *Ps. viburni*, esta ha sido menor que la de *P. citri* (20% de *Ps. viburni* frente a un 80% de *P. citri*). Muestra una dinámica similar a la *P. citri*, con dos picos en julio y mediados de agosto, pero tiene un tercer pico a finales de septiembre. Al igual que ocurría con *P. citri*, la zona de mayor humedad (cubierta segada y arada) muestra mayor presencia de cotonet, mientras que la zona aireada (cubierta arada) los niveles de *Ps. viburni* son muy bajos (Figura 19).

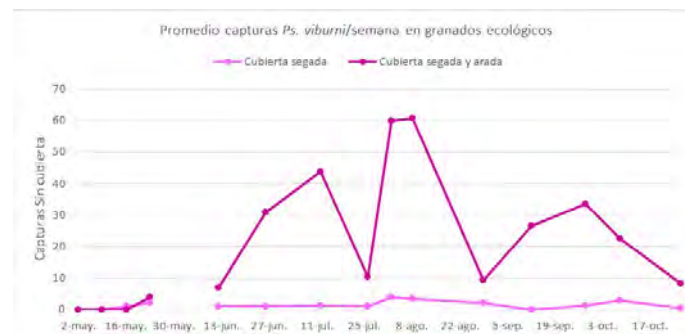


Figura 19: Dinámica poblacional del promedio semanal de los machos de *Ps. viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) capturados en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta arada y segada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De principios de mayo hasta finales de octubre de 2018.

Se ha encontrado, asociado a las capturas de *Ps. viburni*, presencia de un parasitoide del género *Anagyrus* (Hymenoptera: Encyrtidae). La especie está pendiente de publicación y ha sido identificada como *Anagyrus borrianiensis* (José María Soler, comunicación personal). La presencia de *A. borrianiensis* está claramente asociada a la presencia de *Ps. viburni*, de manera que cuando aumenta el cotonet también lo hace el parasitoide (Figura 1.20).

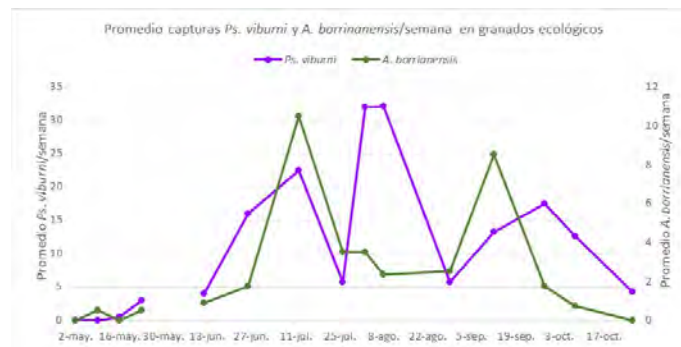


Figura 1.20: Dinámica poblacional del promedio semanal de los machos de *Ps. viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) y del parasitoide *Anagyrus borrianensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) capturados en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta segada y arada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De principios de mayo hasta finales de octubre de 2018.

Si analizamos la dinámica poblacional del *A. borrianensis* en las zonas de estudio, la presencia es similar en ambas, aunque parece más abundante en la zona más aireada (cubierta segada, donde hay menor número de capturas de *Ps. viburni* (Figura 1.21). Es probable que el parasitoide esté ejerciendo un control sobre el cotonet.

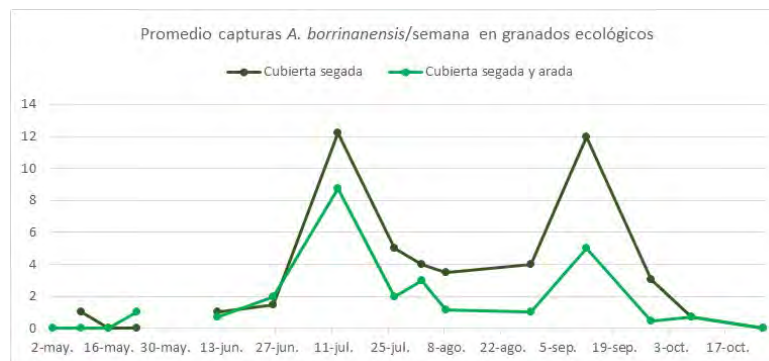


Figura 1.21: Dinámica poblacional del promedio semanal del parasitoide *Anagyrus borrianensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) capturados en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* en una parcela de granados ecológicos en Silla (13 muestreos) en dos zonas, una con mayor humedad y densidad de follaje (cubierta segada y arada) y otra más aireada con árboles más jóvenes (cubierta segada). De principios de mayo hasta finales de octubre de 2018.

1.3.1.3. Seguimiento de entomofauna auxiliar en granados ecológicos.

Durante estos dos años de estudio se ha realizado el seguimiento de los artrópodos presentes en 3 parcelas de granados ecológicos, 2 parcelas en 2017 y 1 parcela en 2018.

En total se han identificado un total de 12.792 artrópodos pertenecientes a 10 órdenes distintos de la Clase Insecta y 1 orden de la Clase Arachnida (Tabla 1.2).

Tabla 1.2: Total artrópodos capturados en trampas amarillas pegajosas en muestreos quincenales de granados ecológicos en parcelas de Alzira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Orden	Total Artrópodos		
	2017	2018	Total
Hemiptera	2.781	4.383	7.164
Hymenoptera	1.434	1.218	2.652
Diptera	364	974	1.338
Thysanoptera	166	980	1.146
Psocoptera	94	128	222
Coleoptera	67	45	112
Neuroptera	74	8	82
Blattodea	0	35	35
Araneae	6	18	24
Ephemeroptera	0	15	15
Lepidoptera	3	1	4
TOTAL	4.989	7.805	12.792

Los órdenes más importantes fueron el Hemiptera y el Hymenoptera en los dos años de estudio. El orden Hemiptera fue el más abundante con un 56% de las capturas los dos años, de los cuales en 2017 el 90% fueron moscas blancas y en 2018, un 40% fueron moscas blancas y el 54% pulgones. A pesar de que los pulgones (Hemiptera: Aphididae) son una de las plagas más importantes en granado, su abundancia ha sido muy baja en durante 2017, alrededor de un 2% del total de hemípteros capturados (Figura 22 y Tabla 3).

El primer año estos dos órdenes representaron cerca del 85% de las capturas, mientras que en 2018 apenas llegaron al 72% del total de capturas. Esto ha sido debido a que, durante el primer año de estudio las capturas del orden Hymenoptera fueron superiores (del 29% en 2017 al 16% en 2018). El orden Hymenoptera, siendo la práctica totalidad parasitoides, apareció en segundo lugar con un 29% y 16% de las capturas en 2017 y 2018, respectivamente (Figura 22 y Tabla 3).

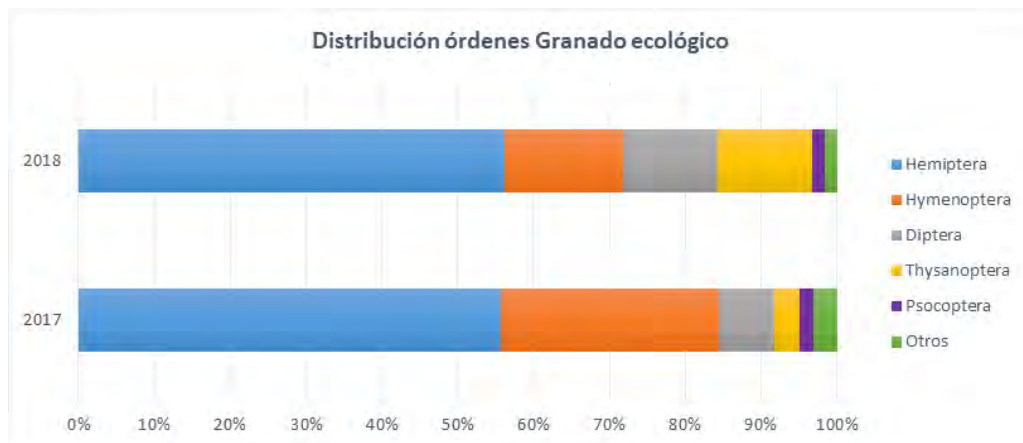


Figura 1.22: Distribución de los órdenes de artrópodos capturados en el total de muestreos de trampas amarillas pegajosas quincenales de granados ecológicos en las parcelas de Alcira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Tabla 1.3 Número de artrópodos por trampa y semana capturados en los muestreos quincenales con trampas amarillas pegajosas de granados ecológicos en las parcelas de Alcira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Orden	Artrópodos/trampa y semana		%	
	2017	2018	2017	2018
Hemiptera	88,69	115,89	53,7	57,3
Hymenoptera	49,68	32,14	30,1	15,9
Diptera	14,99	22,62	7,4	11,2
Thysanoptera	6,03	25,75	3,7	12,7
Psocoptera	3,41	2,75	2,1	1,4
Coleoptera	2,49	0,98	1,5	0,5
Neuroptera	2,21	0,14	1,3	0,07
Blattodea	0,00	1,16	0,0	0,6
Araneae	0,24	0,34	0,14	0,17
Ephemeroptera	0,00	0,46	0,00	0,23
Lepidoptera	0,14	0,04	0,08	0,02

Los dípteros y tisanópteros aparecieron en los dos años como tercer y cuarto orden en importancia, un 7% y 3% el primer año y un 12% y 13% de las capturas respectivamente, el segundo año. Dentro del grupo Otros se englobaron los órdenes Coleoptera, Neuroptera, Blattodea, Arácnidos, Ephemeroptera y Lepidoptera (Figura 1.22 y Tabla 1.3).

Si estudiamos lo que ocurre con la distribución de artrópodos en función de su nicho alimenticio se observa que los fitófagos son el grupo más numeroso con un 60% de las capturas en 2017 y un 70% en 2018. Los enemigos naturales supusieron un 37% de las

capturas en 2017 y un 17% en 2018, siendo en ambos años más numerosos los parasitoides (37% y 17% de las capturas, respectivamente) que los depredadores (8% y 2% de las capturas, respectivamente) (Figura 1.23).

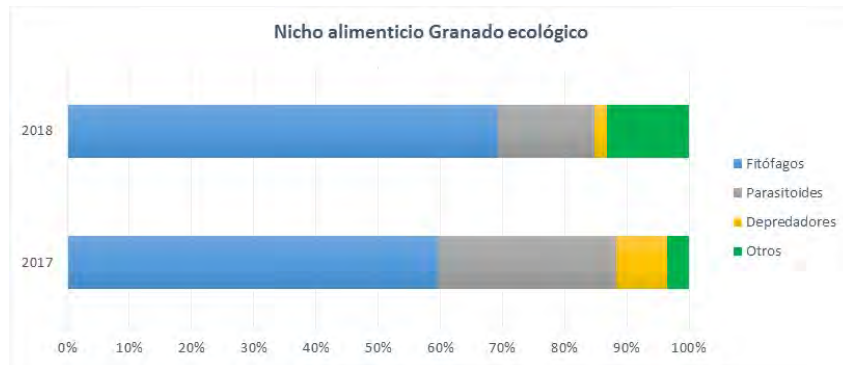


Figura 1.23: Distribución de los grupos de artrópodos según el nicho alimenticio capturados en el total de muestreos de trampas amarillas pegajosas quincenales de granados ecológicos en las parcelas de Alcira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Analizando las capturas de los enemigos naturales encontrados en este cultivo, encontramos diferencias en los dos años estudiados. Mientras en 2018 los depredadores han sido en general muy escasos, en 2017 se encontraron fundamentalmente dípteros cecidómidos, neurópteros de la familia Coniopterygidae, sobretudo *Semidalis aleyrodiformis* Stephens y coleópteros coccinélidos. Dentro de los coccinélidos se identificaron 8 especies diferentes: *Propylea 14-punctata* L., *Rodolia cardinalis* Mulsant, *Scymnus interruptus* Goeze, *Sc. subvillosus* Goeze, *Stethorus punctillum* Weise, *Clitostethus arcuatus* Rossi, *Delphastus catalinae* Horn y *Adalia bipunctata* L. (Tabla 1.4).

En cuanto a los himenópteros parasitoides, se encontraron individuos pertenecientes a las superfamilias Chalcidoidea, Ichneumonoidea, Platygastroidea, Ceraphronoidea, Cynipoidea y Chrysidoidea. Los calcidoideos fueron los más abundantes, seguidos de Platygastroidea y Ceraphronoidea en 2017, sin embargo en 2018 fueron los calcidoideos e ichneumonoideos (familia Braconidae) los más abundantes.

Dentro de los calcidoideos, la familia Encyrtidae fue la más numerosa, con un 57% y 37% de las capturas de himenópteros parasitoides, en cada uno de los años. Los afelínidos y mimáridos tuvieron abundancias similares en 2017 (6% de las capturas de parasitoides cada uno), mientras que en 2018 los braconídeos (Ichneumonoidea) aparecieron en segundo

lugar de importancia con un 7,4% de los parasitoides, seguido de los afelínidos, con un 6%. En este segundo año de estudio los mimáridos tuvieron escasa presencia (Tabla 5).

Tabla 1.4: Número de depredadores por trampa y semana capturados en los muestreos quincenales con trampas amarillas pegajosas de granados ecológicos en las parcelas de Alcira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Orden	Familia	Artrópodos/trampa y semana	
		2017	2018
Neuroptera	Coniopterygiidae	2,18	0,07
	Chrysopidae	0,03	0,04
	Hemerobiidae	0,00	0,03
Coleoptera	Coccinellidae	1,30	0,69
	Staphilinidae	0,03	0,05
Diptera	Cecidomyiidae	9,26	0,77
	Hybotidae	0,37	0,80
Hemiptera	Anthocoridae	0,10	0,08
Araneae		0,24	0,34
Hymenoptera		0,03	0,00

Tabla 1.5: Número de parasitoides por trampa y semana capturados en los muestreos quincenales con trampas amarillas pegajosas de granados ecológicos en las parcelas de Alcira (6 muestreos), Carcaixent (9 muestreos) y Picassent (27 muestreos), de finales de abril a mediados de octubre de 2017 y 2018.

Orden	Familia	Artrópodos/trampa y semana	
		2017	2018
Hymenoptera	Encyrtidae	21,84	12,31
	Aphelinidae	5,97	6,83
	Mymaridae	2,82	0,79
	Platygastridae	1,50	1,55
	Ceraphronidae	1,49	0,22
	Scelionidae	1,25	1,49
	Eulophidae	0,82	0,33
	Braconidae	0,66	7,43
	Pteromalidae	0,46	1,16
	Trichogrammatidae	0,40	0,37
	Cynipidae	0,21	0,09
	Megaspilidae	0,15	0,16
	Bethylidae	0,09	0,02
	Agaonidae	0,06	0,00

Entre la familia de los encítridos, destacamos el género *Metaphycus* spp., (parasitoides de caparretas) y el hiperparasitoides *Syrphophagus* spp., entre los afelínidos destacan *Cales noacki* (parasitoides de la mosca blanca *Aleurothrixus floccosus* Maskell (Aleyrodidae)) y el género *Aphelinus* spp. (parasitoides de pulgones). Entre la familia de los mimáridos destacamos el género *Alaptus* spp. (parasitoides de huevos de cicadélidos (Hemiptera), *Camptoptera* spp. (parasitoides de moscas blancas y trips (Thysanoptera)) y *Gonatocerus* spp. (parasitoides de huevos de cicadélidos). Dentro de los braconídeos destacaron los parasitoides de pulgones (Aphidiinae).

1.3.1.4. Enemigos naturales asociados a las plagas del granado.

Entre las plagas del granado en la zona mediterránea destacan los pulgones (Hemiptera: Aphidae), *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae) y los cotonets (Hemiptera: Pseudococcidae).

Los enemigos naturales que hemos encontrado entre la entomofauna presente en el cultivo, aunque en niveles muy bajos, son los siguientes:

-Pulgones:

Parasitoides: Braconídeos afidinos (Ichneumonoidea), *Aphelinus* sp.
(Chalcidoidea: Aphelinidae).

Hiperparasitoides: *Syrphophagus* spp.,

Depredadores: Coccinélidos y otros depredadores generalistas.

-*Cr. gnidiella*:

Parasitoides: Tricogramas (Chalcidoidea) (huevos de lepidópteros)

-Cotonets:

Parasitoides: *Anagyrus pseudococci* Girault, *A. borrianensis* (Chalcidoidea: Encyrtidae);

1.3.2. Caqui



El caqui (*Diospyros kaki* Thunb) es un cultivo en expansión en España y otros países de la zona mediterránea (Orobal et al. 2012). Según datos de la FAO (FAOSTAT 2017), la producción mundial de caqui casi se ha triplicado desde el año 1997 hasta el 2014, hasta alcanzar las 5.430.365 T. España ha experimentado en los últimos 10 años la mayor y más rápida expansión de este cultivo entre los países de la cuenca mediterránea (311.400 T de los 362.144 T producidos en Europa en 2016) (FAOSTAT 2017), alcanzándose en la Comunidad Valenciana, donde se cultiva el 90% de los caquis, un área de cultivo de 15.977 ha en 2017, cinco veces más que la superficie de hace diez años, que era de 3.298 ha (MAGRAMA, 2017).

En la actualidad, la producción del caqui ‘Rojo Brillante’ en la Ribera del Júcar representa el 96% de la producción total en la Comunidad Valenciana y el 83% de la producción española (Bellini *et al.*, 2008).

1.3.2.1. Seguimiento de plagas clave.

1.3.2.1.1. Mosca blanca. Ecología.

Dos son las especies de moscas blancas encontradas en los árboles de caqui: *Dialeurodes citri* Ashmead y *Paraleyrodes minei* Iaccarino, que están causando graves problemas de negrilla tanto en el árbol como en el fruto (Figura 1.24). A pesar de que los daños más importantes están causados por *D. citri*, la presencia de *P. minei* se detecta en campo cada vez con mayor antelación, de manera que, a pesar de que *P. minei* parece que muestra gran preferencia por colonizar hojas previamente infestadas por moscas blancas de su misma especie o de otras especies (Bellows *et al.*, 1998), también están apareciendo daños considerables causados por esta especie secundaria (Figura 1.25).



Figura 1.24: Detalle de la puesta característica de *Paraleyrodes minei* y de los frutos de caqui afectados con negrilla en una parcela de caqui en Sollana (Valencia) en septiembre de 2017.

Las moscas blancas presentan un ciclo biológico de tres generaciones muy marcadas en mayo, julio y septiembre. La negrilla comienza a verse a principios de julio, coincidiendo con el aumento de los estadios L3, que aparecen a principios de junio y que son **los causantes de la negrilla en el cultivo del caqui** (Figura 1.26).

Se observan puestas de huevos de *D. citri* desde abril hasta mediados de julio (coincidiendo con las dos primeras generaciones de la mosca blanca) y es en ese momento cuando se detecta la presencia de *P. minei* en hojas. Las puestas de *P. minei* incrementan durante el mes de agosto, cuando la de *D. citri* disminuye, encontrándose un máximo de

puesta a mediados de octubre (Figura 1.25 y Figura 1.26). Este último pico coincide con la cosecha del caqui y genera de nuevo gran cantidad de negrilla.

Al comparar lo que ocurre en manejo ecológico y convencional, se observa que las dinámicas son muy similares en ambos manejos (Figura 1.25).

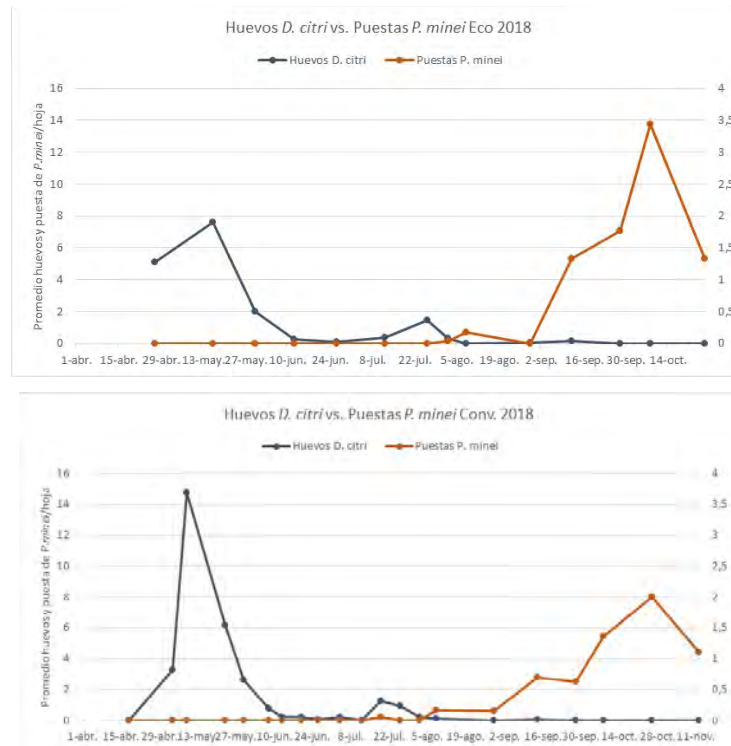
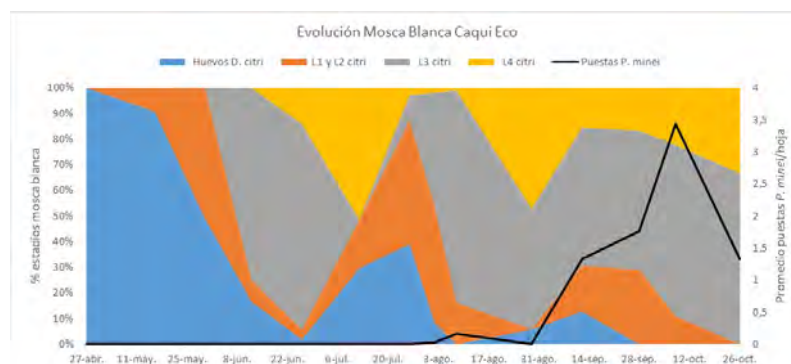


Figura 1.25: Dinámica poblacional de los huevos de mosca blanca *D. citri* (Hemiptera: Aleyrodidae) y del número de puestas de *P. minei* observados en hojas de caqui (10 hojas por parcela estudiada) en 3 parcelas de caqui, 2 ecológicas y 1 convencional, localizadas en La Ribera (Valencia) de abril a noviembre de 2018.



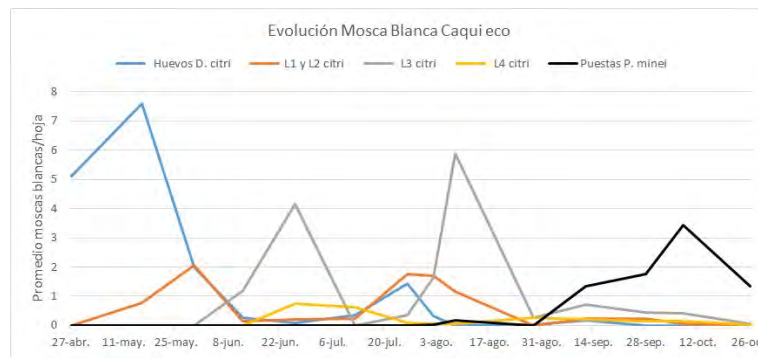


Figura 1.26: Dinámica poblacional y porcentaje de los estadios de mosca blanca *D. citri* (Hemiptera: Aleyrodidae) y del número de puestas de *P. minei* observados en hojas de caqui (10 hojas por parcela estudiada) en 2 parcelas de caqui ecológicas localizadas en Carlet (Valencia) de abril a noviembre de 2018.

En cuanto a la distribución de los estadios (Figura 1.26), se observa que hasta mediados de mayo solo se detecta presencia de huevos en las hojas y es a finales de este mes de mayo- principios de junio, cuando encontramos el máximo de L1 + L2. A mediados-finales de junio tenemos el máximo de L3 y a principios de junio vuelve a darse el pico de adultos (segunda generación). A partir de este momento los máximos de los distintos estadios ya no se ven tan claros, debido al solape de la primera y segunda generación. La tercera generación se da a mediados de septiembre, habiéndose detectado una semana antes el máximo de L3.

Al igual que ocurría en 2017, **el primer vuelo de adultos en caqui se da en julio**, a pesar de que se detecta un pico de huevos en mayo. Una vez se observa cómo **la primera generación de adultos en abril viene del cítrico** (Figura 1.27 y Figura 1.28). Estos adultos realizan la puesta sobre las hojas de caquis recién brotadas en mayo y dan lugar a una **segunda generación a finales de junio. La tercera generación se observa a mediados de septiembre** (Figura 1.27).



Figura 1.27: Dinámica poblacional de capturas semanales de adultos de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en trampas amarillas pegajosas y de los huevos de mosca blanca *D. citri* observados en hojas de caqui (10 hojas por parcela estudiada) en dos parcelas de caquis ecológicos de Carlet (Valencia), del 27 de abril al 26 de octubre de 2018.



Figura 1.28: Presencia de *P. minei* (Hemiptera: Aleyrodidae) en árboles de cítricos en una parcela próxima al cultivo de de caquis muestreado en Alginet (Valencia).

Esta migración se observa claramente cuando se estudia el número de estadios de mosca blanca en hojas en cada una de las zonas de la parcela de caqui, en el borde con el cítrico y en el interior de la parcela. Los niveles de mosca blanca en la zona próxima al cultivo de cítricos son mucho más elevados durante todo el cultivo de caqui, siendo la dinámica poblacional similar (Figura 1.29).

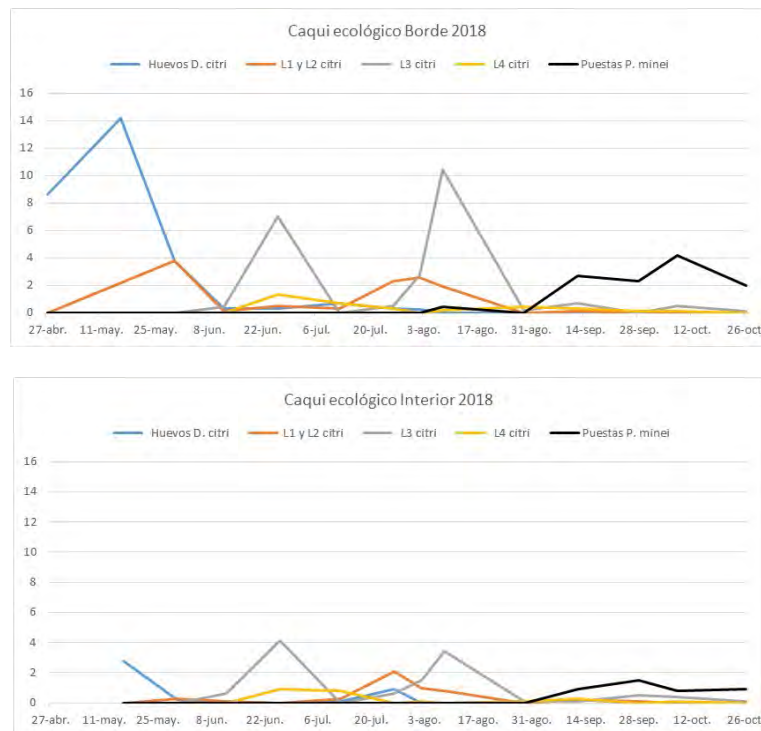


Figura 1.29: Dinámica poblacional de los estadios de mosca blanca *D. citri* (Hemiptera: Aleyrodidae) y del número de puestas de *P. minei* observados en hojas del borde y del centro de una parcela de caquis (10 hojas por zona) localizada en Carlet (Valencia) de abril a noviembre de 2018.

1.3.2.1.2. Ensayo eficacia de productos. Aceite de naranja y Aceite parafínico.

Desde el Departamento de Producción Ecológica de la Generalitat Valenciana se nos informó que el Centro Investigaciones Agrarias de Carcaixent llevaría a cabo un ensayo de eficacia de diferentes productos contra mosca blanca en caqui. Se nos pidió por este motivo, que desviaríamos nuestros esfuerzos a otra parte del Proyecto.

En los estudios llevados a cabo en 2017 se observó que la mayor eficacia para controlar la negrilla causada por la mosca blanca se obtenía en los tratamientos realizados en primera generación. Por ello, este año se llevaron a cabo varios ensayos a mediados de mayo.

Se ha realizado un ensayo de eficacia de tratamientos contra mosca blanca en primera generación, en una parcela localizada en Alginet (Valencia). Se plantean 4 tesis con cuatro productos utilizados en manejo ecológico y en convencional:

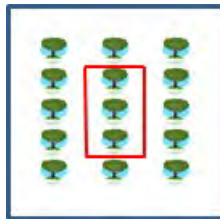
-Spirotetramat (M). Tratamiento estándar en manejo convencional (15/05/2018)

-Piriproxifen (Pi). Tratamiento estándar en manejo convencional (17/05/2018)

-Aceite miscible parafínico (A) (30/05/2018 y 14/06/2018)

-Aceite de naranja 6% (Pr) (30/05/2018)

De cada tesis se hicieron 3 repeticiones de cada producto (3 plots), consistiendo cada repetición en 3 por 5 árboles de caqui, realizándose los muestreos en los 3 árboles centrales del plot, tal y como muestra la siguiente figura.



Se realizó un muestreo previo en cada una de las repeticiones de 10 hojas del tercer brote, para conocer los niveles previos de mosca blanca y el posible gradiente poblacional con respecto a las parcelas de cítricos próximas. El diseño del muestreo aparece en la Figura 1.30.

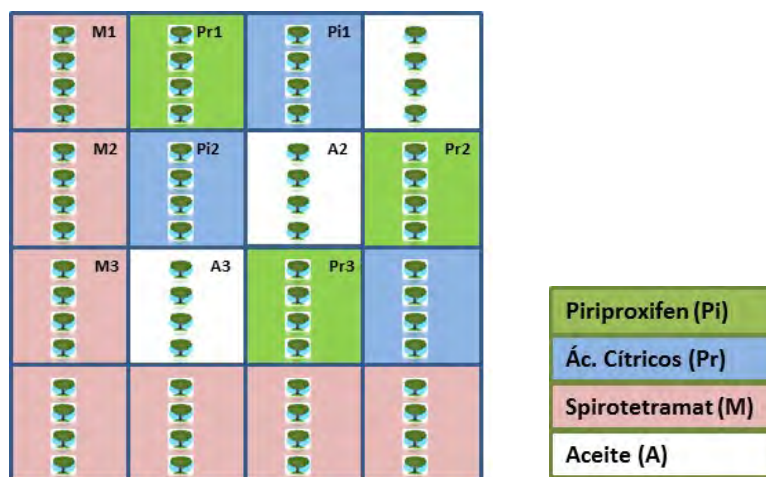


Figura 1.30: Diseño del ensayo de 4 productos contra mosca blanca *D. citri* (Hemiptera: Aleyrodidae): Spirotetramat (M), Piriproxifen (Pi), Aceite parafínico (A) y Aceite de naranja (Pr) en una parcela de caquis localizada en Alginet (Valencia) en la campaña 2018.

Los tratamientos de la tesis se realizaron según el modo de acción de los productos y basándonos en resultados previos. De manera que Spirotetramat y Piriproxifen, con un modo de acción similar, se aplicaron a mediados de mayo y los aceites a finales de mayo, con el fin de conseguir la máxima reducción de formas sensibles L1+L2 de mosca blanca. El aceite parafínico se aplicó dos veces, con 15 días de diferencia, para conseguir una mayor efectividad. Debido a su acción de contacto con escasa persistencia y a la entrada continua

de adultos de mosca blanca desde los cítricos, se hacen necesarias varias aplicaciones. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 1.31:

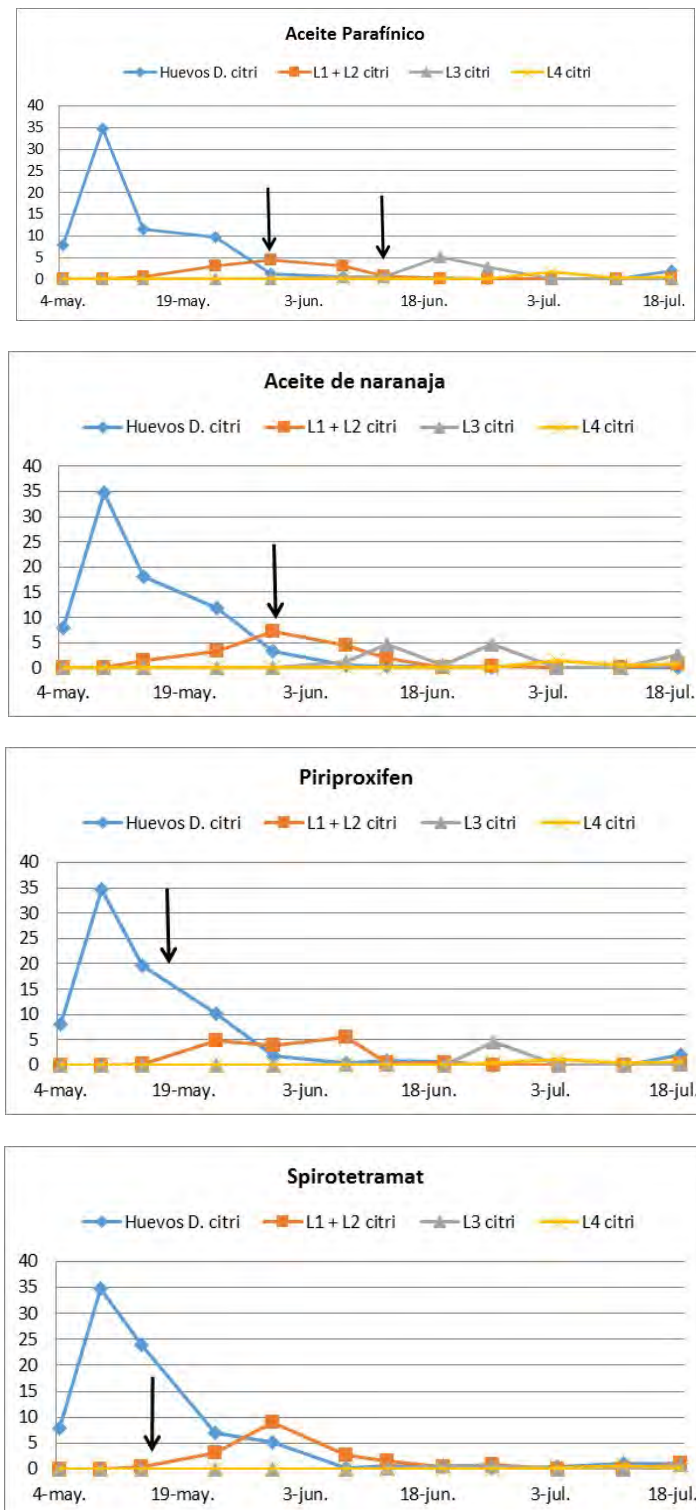


Figura 1.31: Dinámica poblacional de los estadios de mosca blanca *D. citri* (Hemiptera: Aleyrodidae) encontrados en las observaciones de 10 hojas de caqui por cada una de las tres repeticiones por producto en un ensayo de eficacia realizado en mayo de 2018. Cuatro productos ensayados: Spirotetramat (M) (15/05/18), Piriproxifen (Pi) (17/05/18), Aceite

parafínico (A) (30/05/18 y 14/06/18) y Aceite de naranja (Pr) (30/05/18) en una parcela de caquis localizada en Alginet (Valencia). Las flechas negras indican el momento de tratamiento.

Todos los productos han mostrado efectividad contra huevos y estadios sensibles (L1+L2). La diferencia radica en el efecto sobre el estadio L3, causante de la negrilla en caqui. Se observa que a principios de julio aparecen las L3 en todas las repeticiones excepto en la tratada con Spirotetramat. El efecto sobre L4 es similar en todos los productos (Figura 32). Estadísticamente:

- Huevos: Aceite parafínico y Aceite de naranja mayor eficacia que Spirotetramat (F=2,7; g.l.= 3, 1196; P= 0,0444).
- Estadios sensibles L1+L2: Aceite parafínico más eficaz que Aceite de naranja (F=1,9; g.l.= 3, 1196; P= 0,1269).
- Estadio L3: Piriproxifen y Spirotetramat productos más eficaces (F=13,85 g.l.= 3, 1196; P= 0,0000)
- Estadio L4: Spirotetramat más eficaz que piriproxifen y Aceite parafínico (F=2,63 g.l.= 3, 1196; P= 0,0491)

Podemos concluir que el Aceite parafínico es perfecto para huevos y estadios sensibles (L1+L2). Estos productos funcionan bien, pero ninguno de ellos tiene eficacia suficiente contra el estadio L3 para poder disminuir los niveles de negrilla.

1.3.2.1.3. Ensayo suelta *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot

El 16 de mayo de 2018 se llevó a cabo un ensayo con el fin de comprobar la eficacia del ácaro fitoseido *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot en el control de la mosca blanca *D. citri* en parcelas de caquis con bajos niveles de infestación.

Se realizó la suelta de Swirskii-Mite Plus® (Koppert) en la mitad de una parcela, unos 11 árboles, colocándose unos 4 sobres por árbol. Cada sobre de Swirskii-Mite Plus® (Koppert) contenía 250 ácaros depredadores de *A. swirskii* más otros ácaros (todos los estadios) mezclados con salvado (Figura 32). Los sobres funcionan como una pequeña 'biofábrica', liberando ácaros de forma continuada durante varias semanas, dependiendo de las condiciones hasta 6-8 semanas. De esta manera, no era necesario repetir la suelta.

La otra mitad la parcela fue tratada con un tratamiento estándar para el control de mosca blanca.

En cada muestreo se recogieron 10 hojas de los árboles centrales de cada zona para conocer la distribución de estadios de moscas blancas, con una periodicidad semanal.

Al analizar los resultados se observó que en la zona de las sueltas había un mayor número de huevos ($F=8,92$; g.l.= 1, 159; $P= 0,0033$) y de estadios L3 y L4 ($F=10,56$; g.l.= 1, 159; $P= 0,0014$ y $F=4,0$; g.l.= 1, 159; $P= 0,0472$, respectivamente) que en la zona con tratamiento estándar, mientras que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la presencia de estadios sensibles L1+L2 ($F=3,7$; g.l.= 1, 159; $P= 0,0562$) entre las dos zonas estudiadas.



Figura 1.32: Detalle de la colocación de los sobres de Swirskii-Mite Plus® (KooPERT) (250 ácaros *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot/sobre) en una parcela de caquis en la que se llevó a cabo un ensayo de sueltas para el control de la mosca blanca *D. citri* en Alginet (Valencia).

No parece que las sueltas de este ácaro fitoseído sean eficaces en el control de las poblaciones de la mosca blanca en el cultivo del caqui.

1.3.2.1.4. *Cryptoblabes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae). Dinámicas poblacionales.

Se ha realizado el seguimiento de la polilla *Cr. gnidiella* en dos parcelas de cultivo de caqui ecológico, a través de feromonas específicas de esta plaga, desde el 16 de mayo hasta el 26 de octubre de 2018, localizadas en Carlet (Valencia). Al mismo tiempo, se han muestreado 4 parcelas de manejo convencional localizadas en la Ribera Alta (Valencia), del 4 de mayo al 26 de octubre de 2018, para la comparación de manejos.

Los resultados indican que las dinámicas poblacionales de la plaga son muy similares en ambos manejos, aunque los niveles en manejo ecológico son ligeramente superiores a los encontrados en manejo convencional (Figura 33).

Cr. gnidiella está presente en caqui desde principios de mayo hasta finales de octubre, es decir, durante todo el cultivo del caqui, aumentando progresivamente desde su aparición. A diferencia de los datos resultados obtenidos en 2017, donde se observaban tres picos poblacionales, a finales de junio, a principios-medios de agosto y a principios de octubre, en este año 2018, únicamente se detectan los últimos dos picos, coincidiendo este último con la cosecha del caqui (Figura 1.33). Las parcelas de caquis ecológicas de este año 2018, tienen una mayor presencia de *Cr. gnidiella* que las parcelas del año anterior.

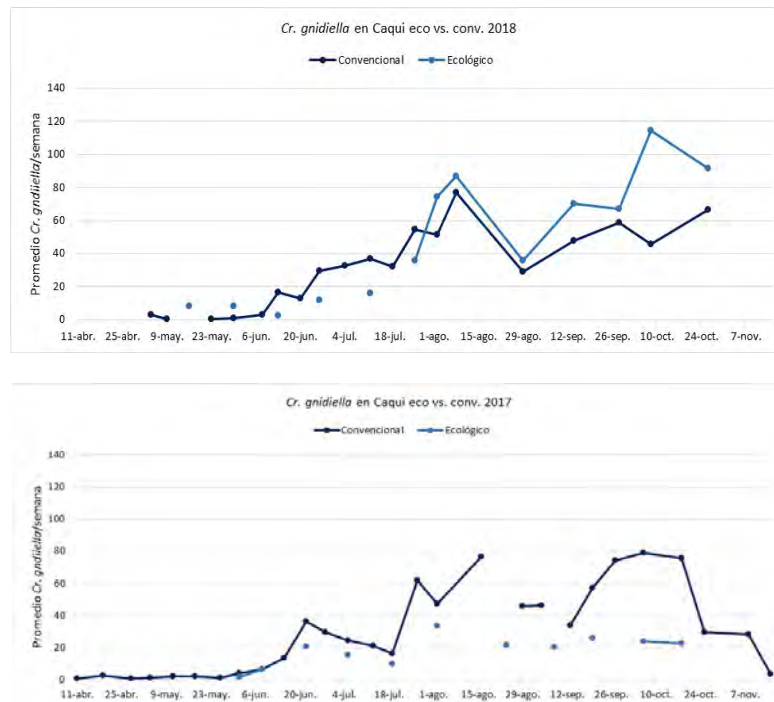


Figura 1.33: Dinámica poblacional de las capturas de adultos de *Cr. gnidiella* en trampas delta con feromona específica de *Cr. gnidiella* 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en La Alcudia y Carcaixent (Valencia) del 31 de mayo al 18 de octubre de 2017 y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 11 de abril al 15 de noviembre de 2017. En 2018, 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en Carlet (Valencia) del 16 de mayo al 26 de octubre y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 4 de mayo al 26 de octubre.

Se ha de recordar que es necesario eliminar de las parcelas, además de las hojas, los frutos del suelo. Estos sirven de refugio y alimento para las poblaciones de la polilla (Figura 1.34).



Figura 1.34: Imagen de una parcela de caquis en La Ribera (Valencia) donde se observan los montones de restos de cosecha amontonados en la parcela.

1.3.2.1.5. Cotonet. Ecología.

Se ha realizado el seguimiento del cotonet, tanto de la especie *P. citri* como de *Ps. viburni*, en dos parcelas de cultivo ecológico de caqui, a través de feromonas específicas de esta plaga, desde el 16 de mayo hasta el 26 de octubre de 2018, localizadas en Carlet (Valencia). Al mismo tiempo, se han muestreado 4 parcelas de manejo convencional localizadas en la Ribera Alta (Valencia), del 4 de mayo al 26 de octubre de 2018, para la comparación de manejos (Figura 1.36).

La dinámica poblacional de *P. citri* es similar los dos años, tanto en manejo ecológico como en convencional. Una vez más, los niveles en cultivos de caqui con manejo convencional son más de 10 veces superiores que en manejo ecológico, a pesar de que en el primero se llevan a cabo diferentes tratamientos químicos para su control. (Figura 1.35).

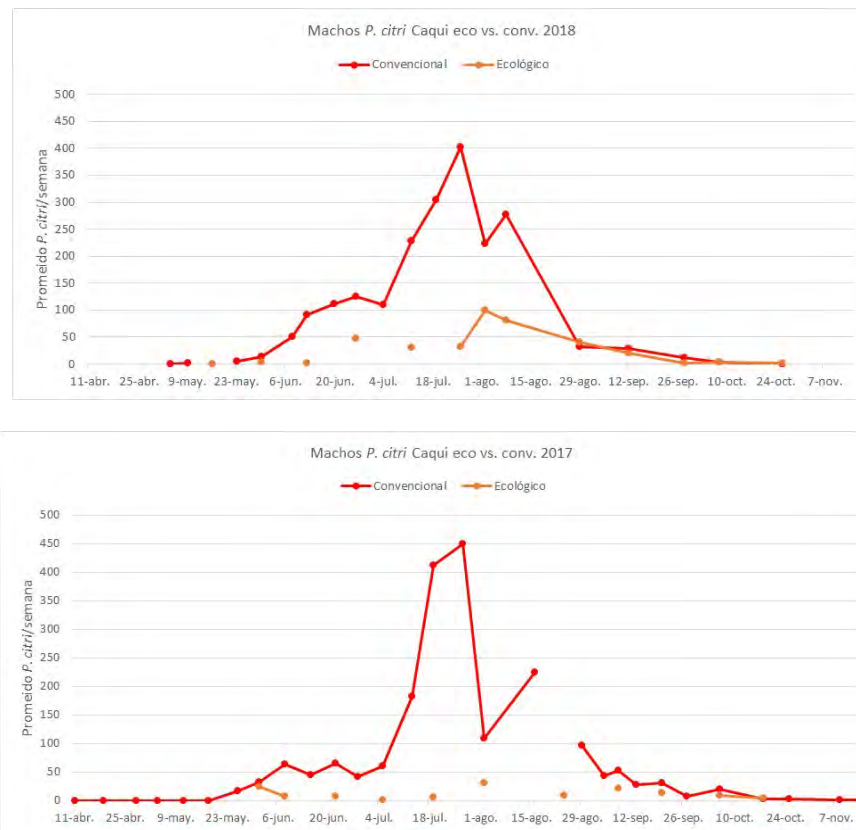


Figura 1.35: Dinámica poblacional de las capturas de machos de *P. citri* en trampas delta con feromona específica de *P. citri* 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en La Alcudia y Carcaixent (Valencia) del 31 de mayo al 18 de octubre de 2017 y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 11 de abril al 15 de noviembre de 2017. En 2018, 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en Carlet (Valencia) del 16 de mayo al 26 de octubre y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 4 de mayo al 26 de octubre..

En cuanto a lo que ocurre con las capturas del cotonet *Ps. viburni*, las dinámicas poblacionales son similares los dos años de seguimiento y difieren en ambos tipos de manejo. En manejo convencional parece que se observan cuatro picos poblacionales, en mayo, julio, agosto y septiembre. Sin embargo, en manejo ecológico únicamente se distinguen máximos en julio y a principios de octubre (Figura 1.36).

Las parcelas estos dos años han sido diferentes, así como las de manejo ecológicos y convencional, estando localizadas en términos municipales distintos. Estudios previos indican que las proporciones de *Ps. viburni* parecen variar en función de la zona geográfica (datos no mostrados), por lo que sería interesante ampliar los estudios sobre esta especie en los próximos años.

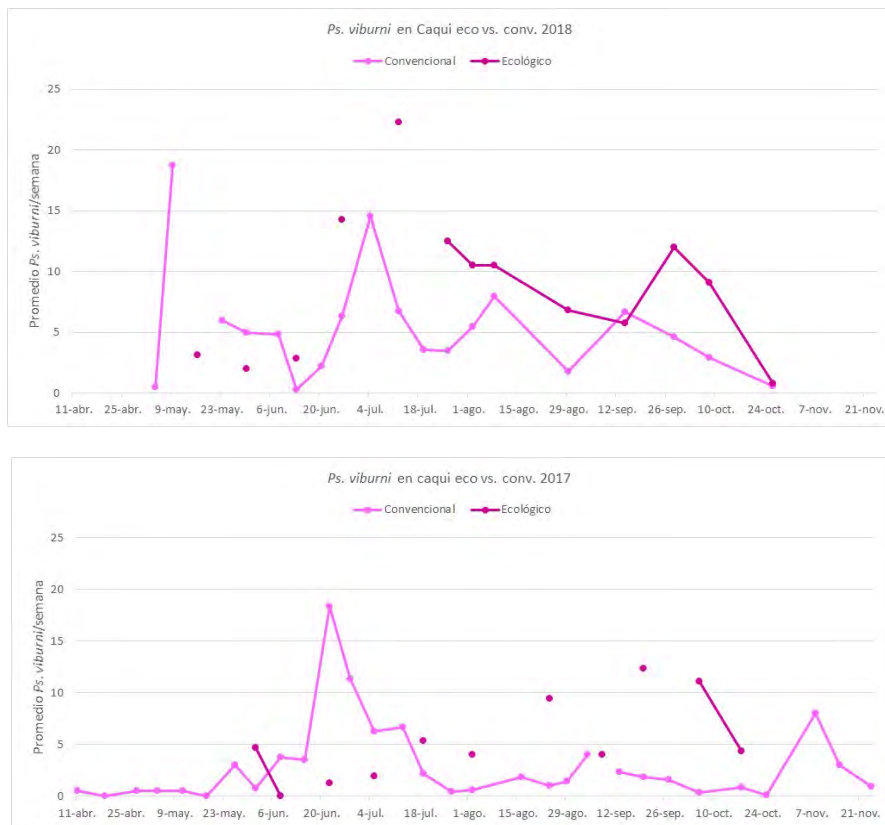


Figura 1.36: Dinámica poblacional de las capturas de machos de *Ps. viburni* en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en La Alcudia y Carcaixent (Valencia) del 31 de mayo al 18 de octubre de 2017 y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 11 de abril al 15 de noviembre de 2017. En 2018, 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en Carlet (Valencia) del 16 de mayo al 26 de octubre y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 4 de mayo al 26 de octubre.

Al comparar la presencia de este cotonet *Ps. viburni* con el himenóptero parasitoide *Anagyrus* sp. (Encyrtidae), se observa que sus dinámicas poblacionales están asociadas (Figura 1.37).

Esta especie de *Anagyrus* sp. ha sido identificada por el experto José María Soler Feliu como *Anagyrus borrianensis*, aunque está pendiente de publicación.

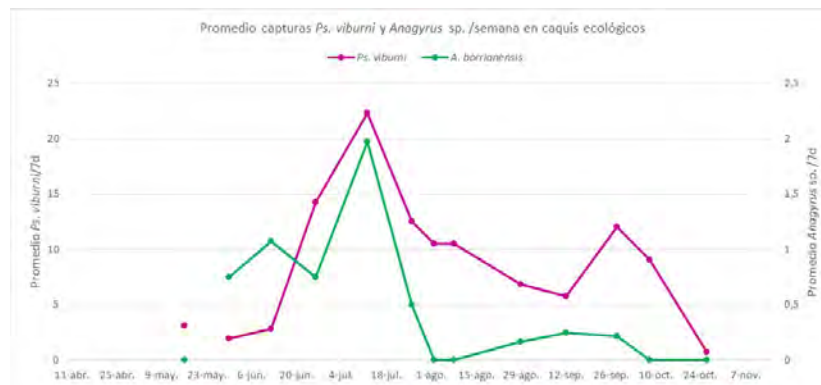


Figura 1.37: Dinámica poblacional de las capturas de machos de *Ps. viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) y de *Anagyrus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en Carlet (Valencia) del 16 de mayo al 26 de octubre de 2018 y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 4 de mayo al 26 de octubre de 2018.

Tal y como se observa en la Figura 1.38, existe una alta correlación plaga-hospedante entre la presencia de *Ps. viburni* y de *Anagyrus* sp. ($R^2=0,69$).

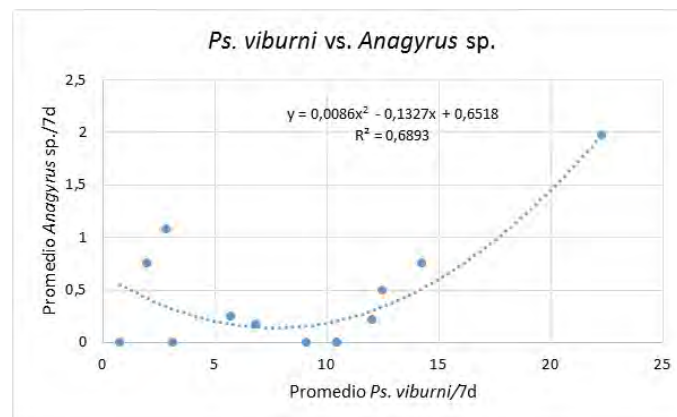


Figura 1.38: Correlación entre las capturas de machos de *Ps. viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) y de *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae) en trampas delta con feromona específica de *Ps. viburni* 2 parcelas de manejo ecológico ubicadas en Carlet (Valencia) del 16 de mayo al 26 de octubre de 2018 y de 4 parcelas de manejo convencional ubicadas en La Ribera Alta (Valencia) del 4 de mayo al 26 de octubre de 2018.

1.3.2.2.1. Control biológico del cotonet en caqui

Se han realizado sueltas del coccinélido depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant para el control del cotonet en frutos de caqui.

En el mes de agosto se detectó un alto nivel de infestación de cotonet en una parcela localizada en Alginet (Valencia). En dos filas de árboles (con unos 18 árboles por fila), se

realizaron dos sueltas de 600 y 500 *Cr. montrouzieri* (250 y 300 individuos por fila) el 21 y el 28 de septiembre de 2018.

Tras las sueltas, durante las semanas siguientes se observó una ligera disminución de los niveles, manteniéndose más o menos constantes los niveles de infestación, aunque no se consiguió un control ni una reducción eficaz de la plaga.

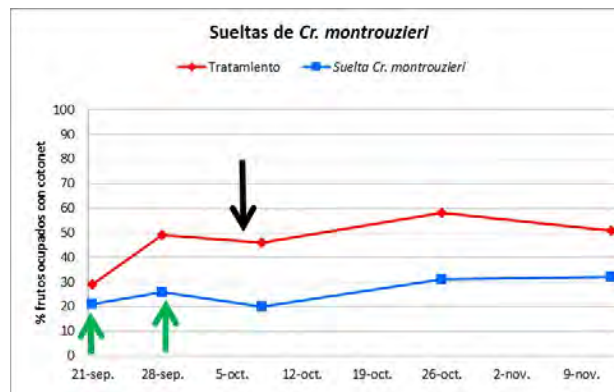


Figura 1.39: Comparación del porcentaje de frutos ocupados con cotonet en una parcela donde se ha realizado en una zona un tratamiento convencional para cotonet y en otra zona (2 líneas de árboles con unos 18 árboles/fila) donde se han llevado a cabo 2 sueltas de *Cr. montrouzieri* el 21 y 28 de septiembre de 2018 (600 y 500 individuos (250 y 300 indiv. /por fila), respectivamente). Las flechas verdes indican la suelta de coccinélidos y la negra el tratamiento estándar.

Sería interesante ampliar estos ensayos para conocer de forma más precisa el nivel de efectividad de estos enemigos naturales.

1.3.2.2. Entomofauna auxiliar asociada.

Durante estos dos años de estudio se ha realizado el seguimiento de los artrópodos presentes en 4 parcelas ecológicas, 2 parcelas en 2017 y otras 2 en 2018.

Tabla 1.6: Órdenes de artrópodos identificados en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcludia (Valencia).

Orden	Total Artrópodos		
	ECO	ECO	Total
	2017	2018	
Hemiptera	7.045	10.479	17.524
Hymenoptera	2.252	699	2.951
Diptera	335	764	1.099
Neuroptera	666	164	830
Thysanoptera	324	351	675
Psocoptera	197	62	259
Coleoptera	100	18	118
Arachnida	28	11	39
Lepidoptera	4	1	5
Ephemeroptera	0	1	1
Isoptera	0	1	1
Total	10.951	12.551	23.502

En los muestreos de caquis ecológicos cultivados se han identificado un total 23.502 artrópodos repartidos entre 11 órdenes diferentes, distribuidos entre las clases Arachnida e Insecta, perteneciendo la gran mayoría a esta última. Del total de artrópodos, 10.951 individuos de 9 órdenes distintos se encontraron durante 2017 y 12.551 artrópodos, repartidos en 11 órdenes, durante 2018 (Tabla 1.6).

Del total de órdenes estudiados el Hemiptera fue el más abundante con el 59% y 82% de las capturas, respectivamente años 2017 y 2018, representando más del 90% de las capturas de este orden las moscas blancas, plaga muy importante en caqui. El segundo orden en importancia fue el Hymenoptera, siendo su abundancia muy variable de un año a otro, con el 23% y 6% de las capturas en 2017 y 2018 respectivamente. Prácticamente la totalidad de las capturas de este orden fueron parasitoides, en tercer lugar tenemos durante 2017 a los Thysanoptera 5% y los Diptera 6% en 2018 (Figura 1.40 y Tabla 1.7).

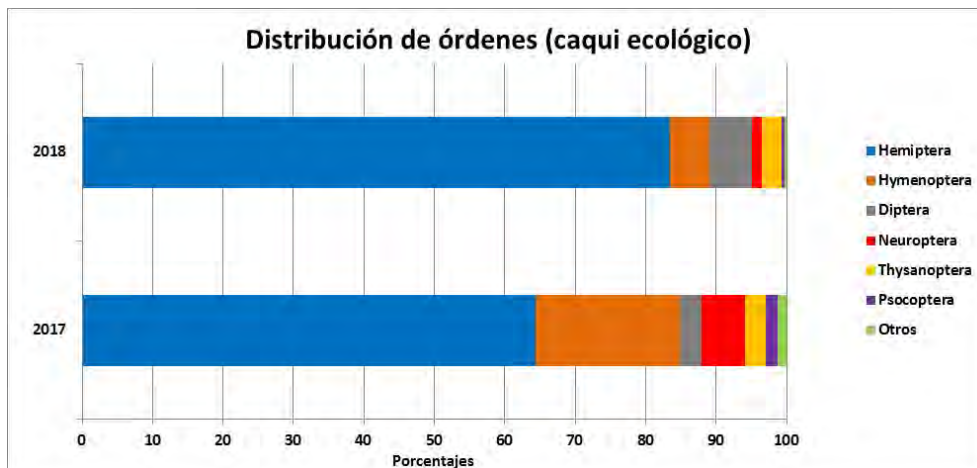


Figura 1.40: Porcentajes de los órdenes de artrópodos identificados en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcudia (Valencia).

Del total de órdenes estudiados El orden de los Hemiptera fue el más abundante con el 59% y 82% de las capturas, respectivamente años 2017 y 2018, representando más del 90% de las capturas de este orden las moscas blancas, plaga muy importante en caqui, seguidamente tenemos al orden Hymenoptera con el 23% y 6% de las capturas, años 2017 y 2018 respectivamente, representando casi todas las capturas de este orden los parasitoides, en tercer lugar tenemos durante 2017 a los Thysanoptera 5% y los Diptera 6% en 2018 (Figura 1.40 y Tabla 1.7).

Si observamos lo que ocurre según su nicho alimenticio, observamos que los fitófagos son los más números 67% y 86% (años 2017 y 2018 respectivamente), seguidamente tenemos a los parasitoides 16% y 5% (años 2017 y 2018 respectivamente), los depredadores ocupan el tercer lugar en 2017 con el 8% de las capturas, sin embargo en 2018 los depredadores ocupan el último lugar 2% de las capturas, por último, encontramos a los catalogados como otro nicho alimenticio, con 7% y 5% (años 2017 y 2018 respectivamente) (Figura 1.41).

Tabla 1.7: Órdenes de artrópodos identificados (artrópodos/trampa y semana y sus porcentajes) en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcudia (Valencia).

Órdenes	Artrópodos/trampa y semana		%	
	2017	2018	2017	2018
Hemiptera	82,12	201,25	59,05	82,94
Hymenoptera	32,32	14,76	23,24	6,08
Thysanoptera	7,21	6,83	5,18	2,81
Neuroptera	6,33	3,03	4,55	1,25
Diptera	5,93	14,87	4,26	6,13
Psocoptera	3,02	1,29	2,17	0,53
Coleoptera	1,57	0,31	1,13	0,13
Araneae	0,52	0,21	0,38	0,08
Lepidoptera	0,07	0,04	0,05	0,02
Ephemeroptera	0,00	0,04	0,00	0,02
Isoptera	0,00	0,01	0,00	0,01
Total	139,07	242,64		

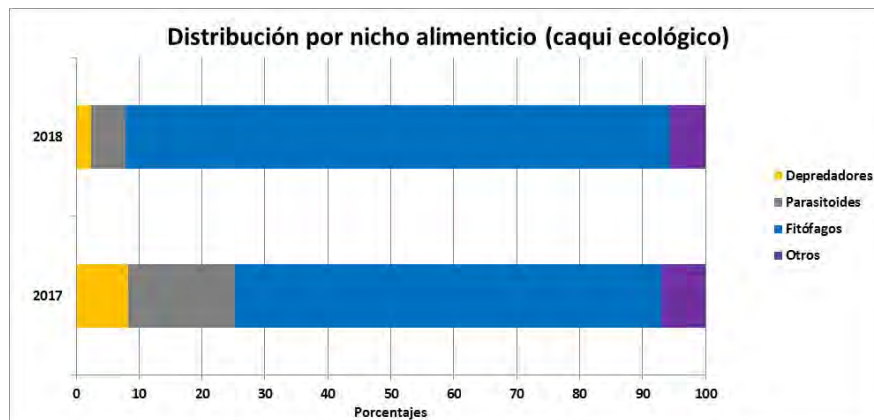


Figura 1.41: Porcentajes de los artrópodos, según nicho alimenticio, en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcudia (Valencia).

También se han identificado los artrópodos depredadores y parasitoides, estando los depredadores distribuidos en 6 órdenes en 2017 y 5 órdenes en 2018, representando los Neuroptera el 59% y 54% de los depredadores durante 2017 y 2018 respectivamente, siendo en su gran mayoría el coniopterígido *Semidalis aleyrodiformis* (Stephens), en segundo lugar en abundancia tenemos a los Diptera 27% y 37% de los depredadores durante 2017 y 2018

respectivamente, destacando las familias Cecidomyiidae e Hybotidae, en tercer lugar en abundancia de depredadores tenemos a los Coleoptera 7% y 3% de las capturas durante 2017 y 2018 respectivamente, siendo en su gran mayoría la familia Coccinellidae, destacar que durante 2018 las capturas de esta familia fueron muy escasas, por último, en cuarto lugar tenemos al orden Araneae 4% y 3% durante 2017 y 2018 respectivamente, destacar que durante los muestreos en campo, se observaron muchas telas de araña entre los árboles (Tabla 1.8).

Tabla 1.8: Órdenes de depredadores identificados (artrópodos/trampa y semana así como sus porcentajes) en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcudia (Valencia).

Órdenes	Familias	Artrópodos/trampa y semana		%	
		2017	2018	2017	2018
Neuroptera	Chrysopidae	0,00	0,02	0,00	0,30
	Coniopterygidae	6,28	3,01	59,41	54,54
	Hemerobiidae	0,05	0,00	0,45	0,00
Coleoptera	Coccinellidae	0,64	0,15	6,04	2,75
	Staphylinidae	0,10	0,04	0,93	0,65
Diptera	Syrphidae	0,02	0,00	0,15	0,00
	Cecidomyiidae	2,23	1,42	21,14	25,75
	Hybotidae	0,65	0,65	6,12	11,76
Hemiptera	Anthocoridae	0,04	0,03	0,37	0,54
Araneae		0,52	0,21	4,94	3,71
	Otros				
Hymenoptera	vespoideos	0,05	0,00	0,47	0,00

Los parasitoides pertenecen todos al orden Hymenoptera, distribuido en 14 familias, destacando entre ellas la Aphelinidae 22% y 23% durante 2017 y 2018 respectivamente, destacamos dentro de esta familia al género *Encarsia* spp. (parasitoide de moscas blancas y algunos coccidos Diaspididae) y a la especie *Cales noacki* Howard (parasitoide de la mosca blanca *Aleurotryxus floccosus* (Maskell)), en segundo lugar tenemos a la familia Mymaridae 19% y 23% años 2017 y 2018 respectivamente, siendo muy importante en esta familia los género *Alaptus* spp. (parasitoide de huevos de Psocoptera) y *Camptoptera* spp. (parasitoide de moscas blancas y Thysanoptera), seguidamente tenemos a la familia Encyrtidae 19% y 21% de las capturas durante 2017 y 2018 respectivamente, destacamos dentro de ella a los género *Metaphycus* spp. (parasitoides de cochinillas del género Coccus) y *Syrphophagus* spp. (catalogado como hiperparasitoide o parasitoide de pulgones y psilas),

en cuatro lugar destacamos la familia Scelionidae 12% y 10% años 2017 y 2018 respectivamente (catalogados como parasitoides de arañas y algunos insectos) (Tabla 1.9).

Tabla 1.9: Órdenes de parasitoides identificados (artrópodos/trampa y semana y sus porcentajes) en los muestreos de caquis ecológicos con trampas amarillas pegajosas (35 trampas en 2017 y 26 en 2018) de abril a octubre de ambos años, en parcelas de Carlet, Carcaixent y Alcudia (Valencia).

Órdenes	Familias	Trampa y 7d		Porcentajes	
		2017	2018	2017	2018
Hymenoptera	Aphelinidae	6,43	3,32	22,84	23,19
	Mymaridae	5,56	3,40	19,75	23,72
	Encyrtidae	5,41	3,13	19,19	21,86
	Scelionidae	3,46	1,52	12,28	10,57
	Ceraphronidae	2,60	0,78	9,24	5,47
	Otros himenópteros	0,86	0,32	3,04	2,25
	Otros Ichneumonidae	0,72	0,09	2,57	0,59
	Eulophidae	0,60	0,37	2,12	2,58
	Braconidae	0,58	0,57	2,06	3,98
	Otros platigastroidea	0,56	0,04	1,98	0,27
	Megaspilidae	0,47	0,04	1,68	0,25
	Otros calcidoideos	0,26	0,12	0,92	0,81
	Cynipidae	0,17	0,04	0,61	0,31
	Pteromalidae	0,16	0,17	0,57	1,17
	Trichogrammatidae	0,15	0,24	0,55	1,69
	<i>Apantelini</i> spp.	0,13	0,00	0,45	0,00
	Otros ichneumonoidea	0,03	0,10	0,11	0,69
	Alysinae	0,01	0,00	0,04	0,00
	Bethylidae	0,00	0,04	0,00	0,31
	Chrysidae	0,00	0,04	0,00	0,25
Total		28,16	14,33		

1.3.3. Cítricos



1.3.1. Influencia de la cubierta vegetal.

Dentro de las prácticas de manejo de la infraestructura ecológica, tales como el mantenimiento de setos, zonas sin cultivar, zonas de vegetación natural o bandas con vegetación, el uso de cubiertas vegetales resulta una medida de interés para aumentar la fertilidad del suelo a nivel físico y químico (Domínguez-Gento *et al.*, 2011), disminuir el riesgo de erosión, mejorar la gestión hídrica (Gómez *et al.* 2011) y mejorar el control de plagas al aumentar la diversidad y número de enemigos naturales (Altieri, 1999; Hartwig y Ammon, 2002; Dominguez-Gento *et al.*, 2005; Vercher *et al.*, 2008). Las cubiertas vegetales promueven la diversidad florística y permiten la conservación de los enemigos naturales al proporcionar fuentes de alimento complementarias (néctar o polen), presas o huéspedes secundarios, atracción hacia especies vegetales específicas, formación de microclimas y refugios aptos como protección a perturbaciones ambientales (Bugg y Pickett, 1998; Boller *et al.*, 2004; Bianchi *et al.*, 2006; Jonsson *et al.*, 2008).

Aunque existen estudios que avalan la eficacia de las cubiertas vegetales en control biológico en citricultura y que la postulan como una técnica de interés agroecológico (Bugg y Waddington, 1994; Vercher *et al.*, 2012), se carece de información suficiente en cuanto a

la entomofauna auxiliar específica asociada a los diferentes tipos de cubiertas vegetales. Tampoco se conoce con detalle cómo las distintas composiciones de especies vegetales pueden ayudar a promover o conservar la presencia de entomofauna útil en el agroecosistema.

Los objetivos principales de este estudio serán, por tanto, (1) conocer la entomofauna auxiliar asociada a tres cubiertas vegetales en una parcela de cítricos ecológicos y (2) comparar la abundancia de artrópodos de interés para el control de plagas de cítricos entre distintas cubiertas vegetales. Se ha realizado un ensayo de diferentes tipos de cubiertas vegetales T1, T2 y T3 con las siguientes características:

T1. Cubierta vegetal espontánea.

T2. *Lolium perenne* L. 50% + *Trifolium repens* L. 50%

T3. *Bromus inermis* Leyss. 15% + *Dactylis glomerata* L. 10% + *Lolium rigidum* Gaud. 10% + *Onobrychis viciifolia* Scop. 15% + *Vicia sativa* L. 15% + *Medicago sativa* L. 35%

Este ensayo se llevó a cabo en una parcela de unas 3,7 hg del Centro Experimental del IVIA de Carcaixent (Valencia) (Figura 1.1). Los muestreos de las diferentes cubiertas se realizaron con la colocación quincenal de trampas amarillas pegajosas en cada una de las repeticiones mediante estacas, de abril a septiembre de 2018. En total se recogieron 154 trampas amarillas, 52 trampas de la cubierta T1, 52 trampas de la T2 y 50 trampas de la T3. Se realizaron cuatro repeticiones de cada una de las tesis ensayadas, distribuidas en cuatro bloques al azar, tal y como se muestra en la Figura 1.42.

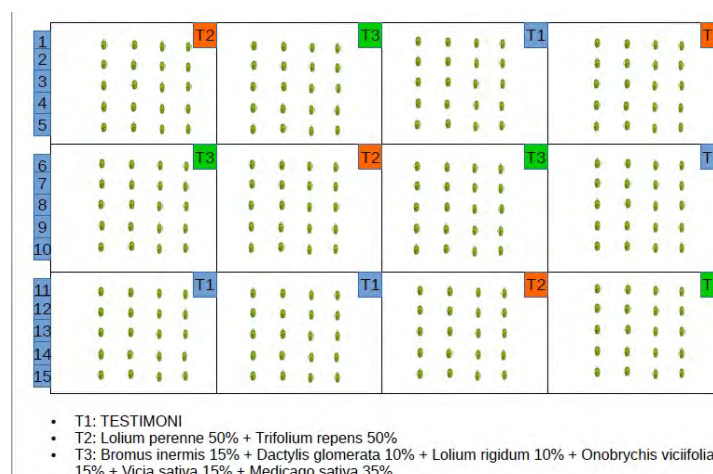


Figura 1.42: Diseño experimental para el estudio de tres tipos de cubiertas vegetales de cítricos (T1, T2 y T3) desde finales de abril hasta mediados de septiembre de 2017, en una parcela de ensayos del Centro Experimental del IVIA de Carcaixent (Valencia).

Las cubiertas, inicialmente sembradas en 2016 han ido evolucionando con resultado diferente según la tesis, de tal manera que la cubierta T2 tiene una composición actualmente muy distinta a la sembrada, mientras que la tesis T3, mantiene una parte de la cubierta original mayoritariamente compuesta de *M. sativa* L. (alfalfa). Esta variación también se ha dado a lo largo del periodo de estudio, siendo distinta la composición a lo largo de la primavera y el verano (Tabla 1.10).

Tabla 1.9: Vegetación representativa en los inventarios mensuales realizados en 10m2 alrededor de las trampas localizadas en las repeticiones de cada tesis, desde principios de abril a principios de septiembre de 2018. Los índices de abundancia-dominancia “+,1,2,3,4,5” junto a las especies representan un 5-15%, 15-25%, 25-50%, 50-75% y 75-100% de cobertura respectivamente). Inventarios realizados en en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) de una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia).

Fecha	T1	T2	T3
8-Abril 2018	<i>Calendula arvensis</i> (1) <i>Diplotaxis eruroides</i> (1) <i>Lamarckia aurea</i> (1) <i>Sisymbrium irio</i> (1)	<i>Sisymbrium irio</i> (2) <i>Calendula arvensis</i> (1) <i>Capsella bursa-pastoris</i> (1) <i>Diplotaxis eruroides</i> (1) <i>Lamium amplexicaule</i> (1)	<i>Medicago sativa</i> (5) <i>Capsella bursa-pastoris</i> (1) <i>Diplotaxis eruroides</i> (1) <i>Hordeum murinum</i> (1)
7-May 2018	<i>Amaranthus retroflexus</i> (1) <i>Bromus spp</i> (1) <i>Calendula arvensis</i> (1) <i>Diplotaxis eruroides</i> (1) <i>Hordeum murinum</i> (1) <i>Lamarckia aurea</i> (1)	<i>Bromus sp.</i> (1) <i>Sisymbrium irio</i> (1)	<i>Medicago sativa</i> (5) <i>Amaranthus retroflexus</i> (1) <i>Bromus spp.</i> (1)
4-Jun 2018	<i>Convolvulus arvensis</i> (1) <i>Bromus spp</i> (1)	<i>Medicago sativa</i> (1) <i>Conyza sp</i> (+) <i>Convolvulus arvensis</i> (+) <i>Sisymbrium irio</i> (+)	<i>Medicago sativa</i> (5)
9-Jul 2018	<i>Convolvulus arvensis</i> (1) <i>Plantago sp</i> (1) <i>Cyperus rotundus</i> (+) <i>Portulaca oleracea</i> (+)	<i>Convolvulus arvensis</i> (1) <i>Medicago sativa</i> (1) <i>Portulaca oleracea</i> (1) <i>Cyperus rotundus</i> (+) <i>Lolium spp</i> (+)	<i>Medicago sativa</i> (5) <i>Convolvulus arvensis</i> (1) <i>Plantago sp</i> (1)
6-Ago 2018	<i>Convolvulus arvensis</i> (1)	<i>Convolvulus arvensis</i> (1)	<i>Medicago sativa</i> (4)



	<i>Portulaca oleracea</i> (1) <i>Tribulus terrestris</i> (1) <i>Cyperus rotundus</i> (+)	<i>Medicago sativa</i> (1) <i>Portulaca oleracea</i> (1) <i>Tribulus terrestris</i> (1)	
4-Sep 2018	<i>Chenopodium album</i> (1) <i>Tribulus terrestris</i> (1) <i>Cyperus rotundus</i> (+)	<i>Portulaca oleracea</i> (1) <i>Medicago sativa</i> (1) <i>Cyperus rotundus</i> (+)	<i>Medicago sativa</i> (4) <i>Tribulus terrestris</i> (1)

Por otra parte, la cubierta T3 se mantuvo con *M. sativa* como especie dominante durante toda la duración del ensayo, desapareciendo prácticamente el resto de especies sembradas. Durante los meses de verano las cubiertas mostraron agostamiento, lo que limitó la diversidad de especies y la superficie ocupada por vegetación viva disminuyó (Tabla 1.11).

La cubierta T3 destaca por haberse mantenido verde durante todo el verano, principalmente junto al borde de la línea de riego, aunque a finales de agosto se secó, quedando con menos de un 50% de cobertura. Sin embargo, a principios de septiembre se observa cómo brotó de nuevo (Tabla 11).

Tabla 1.10: Parámetros de agostamiento según el porcentaje de cobertura viva, riqueza de especies (s), nivel de floración y altura de las cubiertas entre abril y septiembre de 2018 en una parcela de cítricos ubicada en Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia).

Fecha	Tesis	Agostamiento	% Cobert.viva	Riqueza (s)	Nivel de floración	Altura
8 Abr'18	T1	Verde	<90%	25	Alto	<20 cm
	T2	Verde	<90%	26	Medio	<20 cm
	T3	Verde	<90%	23	Bajo	>40 cm
7 May '18	T1	Verde	80%	20	Bajo	<20 cm
	T2	Verde	70%	21	Medio	20-40 cm
	T3	Verde	<90%	18	Medio	>40 cm
4 Jun'18	T1	Agostada	60%	26	Medio	<20 cm
	T2	Agostada	30%	22	Bajo	<20 cm
	T3	Verde	80%	20	Medio	>40 cm
9-Jul '18	T1	Agostada	50%	18	Medio	<20 cm
	T2	Agostada	40%	18	Bajo	<20 cm
	T3	Verde	80%	17	Medio	>40 cm
6 Ago'18	T1	Agostada	40%	10	Bajo	<20 cm
	T2	Agostada	30%	11	Bajo	<20 cm
	T3	Verde	60%	10	Bajo	>40 cm
4 Sep'18	T1	Agostada	30%	11	Bajo	<20 cm
	T2	Agostada	30%	10	Bajo	<20 cm
	T3	Agostada	50%	10	Bajo	>40 cm

En cuanto a la entomofauna encontrada, en total se han identificado 73.130 artrópodos de la clase Insecta y Arachnida, correspondiendo la gran mayoría a la primera (Tabla 12) Los insectos más abundantes pertenecieron a los órdenes Thysanoptera y

Hemiptera (principalmente a las familias Aphididae, Aleyrodidae y en menor medida Cicadellidae), que representaron el 70% de las capturas. Cabe destacar que la cubierta T3 ha albergado significativamente mayor cantidad de artrópodos que la T2 y esta última más que T1 ($F=10,98$ $gl=2$, 151; $p=0,0000$).

Tabla 1.11: Número total de artrópodos capturados en los muestreos realizados en las cubiertas vegetales de una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia) entre abril y septiembre de 2018. La categoría “otros” agrupa a la clase Arachnida y los órdenes de insectos Coleoptera, Neuroptera y Psocoptera.

Órdenes	T1		T2		T3		TOTAL	
	Artrópodos	%	Artrópodos	%	Artrópodos	%		%
Hemiptera	7.457	38,4	7.546	32,2	11.100	36,6	26.103	35,7
Thysanoptera	5.664	29,2	7.830	33,5	11.020	36,4	24.514	33,5
Hymenoptera	2.481	12,8	3.868	16,5	3.798	12,5	10.147	13,9
Diptera	2.624	13,5	2.839	12,1	3.277	10,8	8.740	12,0
Otros	1.194	6,2	1.319	5,6	1.113	3,7	3.626	5,0
Total	19.420		23.402		30.308		73.130	

Con respecto a la distribución de los artrópodos por tipo de alimentación, es decir, enemigos naturales, fitófagos y otro tipo de alimentación (saprófagos, etc.) (Figura 1.43), se ha observado una abundancia significativamente mayor de fitófagos en la cubierta T3 ($F=14,66$ $gl=2$, 151; $p=0,0001$). Aunque la cantidad de depredadores ha sido similar en las tres tesis, los parasitoides fueron significativamente más abundantes en las cubiertas T2 y T3 ($F=6,08$, $gl=2$, 151, $p=0,0029$). No se observan diferencias significativas entre los diferentes órdenes de depredadores (Figura 1.44), a excepción de los hemípteros depredadores, que fueron más abundantes en la cubierta T3 ($F=3,16$, $gl=2$, 151, $p=0,0451$), pertenecientes todos ellos a las familias Anthocoridae, Myridae, Lygaeidae y Nabidae. Los tisanópteros depredadores capturados pertenecieron exclusivamente a la familia Aeolothripidae.

Los dípteros depredadores pertenecieron mayoritariamente a la familia Cecidomidae (79%) y al género *Platypalpus* (Hybotidae) (19%). Se observó presencia del género *Coenosia* y algunos sírfidos en la cubierta T3. Los neurópteros fueron escasos en los tres tipos de cubiertas, perteneciendo el 72% de ellos a la familia Coniopterygidae, de

los cuales el 53% fueron *Semidalis aleyrodiformis* Stephens, seguido de *Conwentzia psociformis* Curtis con un 37%.

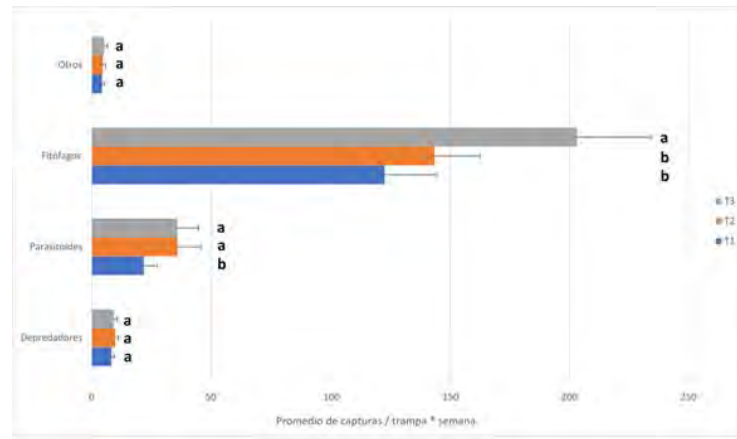


Figura 1.43: Promedio de artrópodos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, agrupados según su tipo de alimentación en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Entre los coccinélidos depredadores capturados, el 54% perteneció a la familia Coccinellidae mientras que el 46% restante fueron de la familia Staphylinidae. Las principales especies de coccinélidos identificadas fueron: *Scymnus* spp (38%), *Propylea quatuordecimpunctata* L. (16%), *Coccinella septempunctata* L. (10%), *Rodolia cardinalis* Mulsant (4%), *Clithrosetus arcuatus* (Rossi) (3%), *Stethorus punctillum* Weise, *Rhyzobius lophantae* Blaisdell, *Adonia variegata* Goeze, *Chilocorus bipustulatus* L. Cabe destacar que los principales coccinélidos capturados fueron depredadores de áfidos.

Con respecto a los parasitoides capturados, pertenecieron en su totalidad al orden Hymenoptera (Figura 45), de los cuales la superfamilia Chalcidoidea fue la más importante, con un 68% de las capturas, seguida de las superfamilias Platygastroidea (27%), Ceraphronoidea (4%) e Ichneumonoidea (0,7 %). Las superfamilias Chrysidoidea y Cynipoidea fueron anecdóticas.

Prácticamente la totalidad de los Platygastroidea correspondieron a individuos de la familia Scelionidae. En cuanto a la abundancia de Ceraphronoidea, compuesta por las familias Ceraphronidae (37%) y Megaspillidae (18%). En cuanto a los ichneumonoideos, los Aphidiinae (Braconidae) fueron muy escasos y aparecieron principalmente a finales de Julio tras el pico de población de los pulgones.

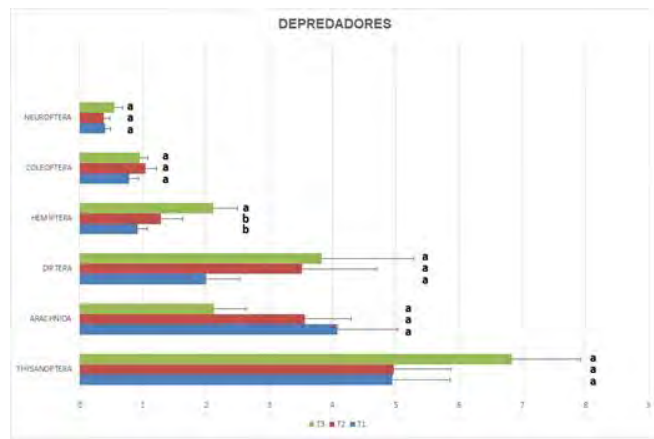


Figura 1.44: Promedio de artrópodos depredadores capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

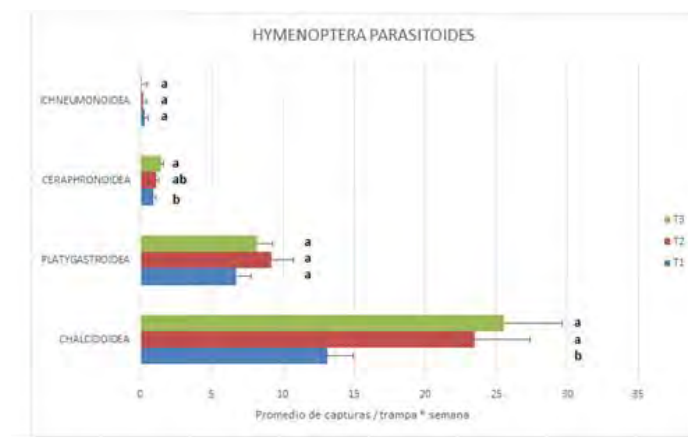


Figura 1.45: Promedio de himenópteros parasitoides (agrupados por superfamilias) capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En cuanto al principal grupo de parasitoides, los calcidoideos, el promedio de capturas por semana fue significativamente mayor en la T3 y T2 que en la T1 ($F=5.81$, $gl=2,151$, $p=0,0037$). Las principales familias encontradas fueron Encyrtidae (40%), Trichogrammatidae, (29%), Eulophidae (11%), Pteromalidae (10%), Mymaridae (7%) y Aphelinidae (2%), variando su abundancia en función de la cubierta vegetal estudiada. En la cubierta T3 se capturaron significativamente más encírtidos ($F=7.23$, $gl=2,151$, $p=0,0010$) y mimáridos ($F=7.00$, $gl=2,151$, $p=0,012$) que en T1; en las cubiertas T3 y T2

fueron significativamente mayores los eulófidos ($F=3.13$, $gl=2,151$, $p=0.0464$) y los pteromálicos ($F=3,13$, $gl=2,151$, $p=0,0291$) (Figura 1.46).

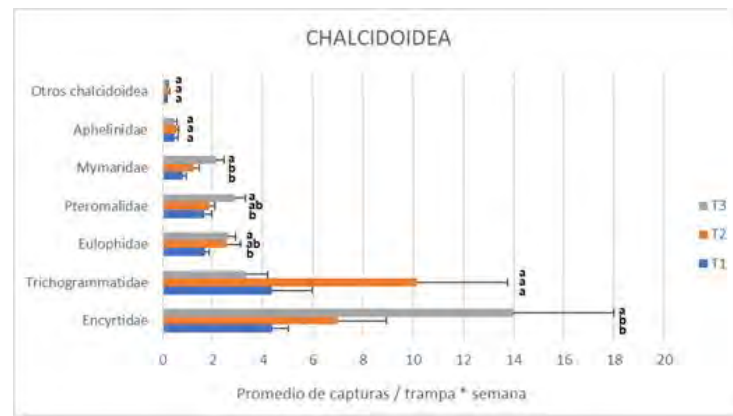


Figura 1.46: Promedio de calcidoideos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Dentro de la familia Encyrtidae (Figura 47) fue frecuente *Syrphophagus aphidivorus* Mayr (71%), siendo su presencia significativamente más importante en la cubierta T3 ($F=5.98$, $gl=2,151$, $p=0.032$) que en las otras dos. También fueron significativamente más abundantes el grupo de “otros afelínidos” en la cubierta T3 que en las otras dos ($F=4.08$, $gl=2,151$, $p=0.0187$) Las tres cubiertas presentaron niveles similares de *Metaphycus* spp. ($F=0.38$, $gl=2,151$, $p=0.6859$).

Los eulófidos (Figura 1.48) fueron representados mayoritariamente por las especies *Ceranisus menes* Walker y *Ceranisus lepidotus* Graham (35% el género *Ceranisus*), seguidos de *Baryscapus* sp. (13%), *Citrostichus phyllocnistoides* Narayan (4%), *Cirrospilus* sp. (2%), *Diglyphus* sp. (1%), *Pnigalio* sp. (1%). En la cubierta T3 fueron significativamente más abundantes las capturas de *C. phyllocnistoides* ($F=4.04$ $gl=2,151$, $p=0.0196$) y de *Baryscapus* sp ($F=3.57$, $gl=2,151$, $p=0.0307$) que en las otras cubiertas.

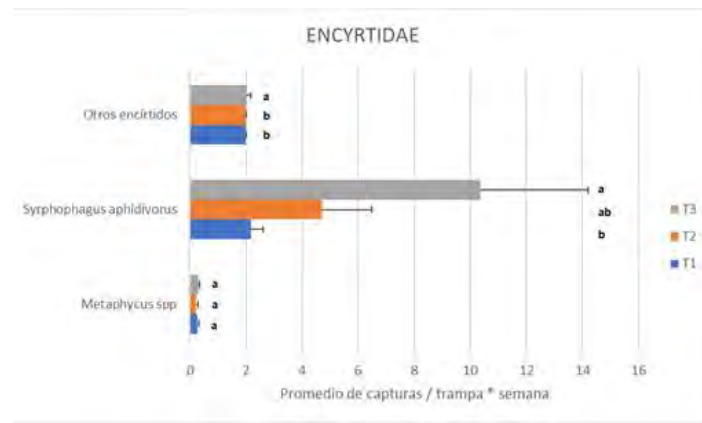


Figura 1.47: Promedio de encítidos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Entre los mimáridos (Figura 1.49) *Gonatocerus* sp (68%) fue el género significativamente más abundante en la cubierta T3 que en las otras ($F=4.67$ gl=2,151, $p=0.0108$). Otros mimáridos capturados fueron, *Anagrus atomus* L. (3%), *Alaptus* spp. (3%), *Polynema* spp. (2%) y *Stethynium triclavatum* Enoch (1%), *Anaphes* spp. (1%).

Dentro de los afelínidos (Figura 50) encontramos presencia de los géneros *Aphelinus* spp. (39%), *Aphytis* spp. (12%), *Encarsia* spp. (12%), *Centrodera* spp. (3%) y de la especie *Cales noacki* Howard (2%, no presente en la cubierta T1). En la cubierta T1 se encontraron significativamente más individuos de la familia Aphelinidae sin identificar en las otras tesis ($F=3.85$, gl=2,151, $p=0.6859$).

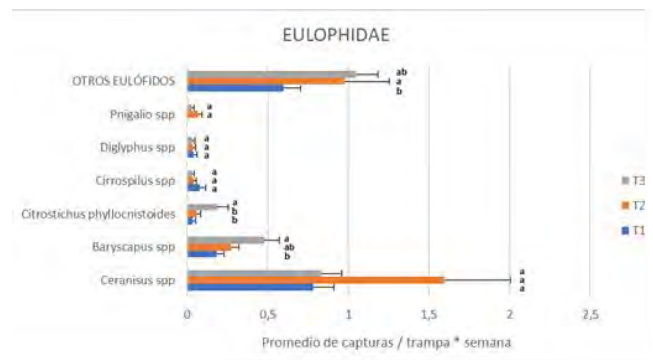


Figura 1.48: Promedio de eulófidos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una

parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

El hecho de que las coberturas T1 y T2 albergaran menos insectos que la cobertura dominada por alfalfa en la T3 puede estar relacionado con su mayor agostamiento durante el verano. Esto postula a *Medicago sativa* como una interesante cubierta perenne adaptada al estrés hídrico.

Se ha observado que la mayoría de los enemigos naturales capturados están relacionados con los insectos fitófagos presentes en las cubiertas. Éste fue el caso de los parasitoides *Syrphophagus aphidivorus*, *Baryscapus* spp, *Aphelinus* spp o braconidos aphidiinos y depredadores frente a la abundancia de áfidos (Michelena *et al.*, 1994; Muller *et al.* 1999; Bañol *et al.*, 2012; Gómez-Marco *et al.*, 2012). Similarmente, los eulófidos *C. menes* y *C. lepidotus* se hallaron principalmente en coincidencia con la abundancia de trips (Loomans y Van Lenteren, 1995). También se observaron algunos pocos parasitoides de aleyrodidos, que fueron abundantes a final del verano, como *Encarsia* spp. (Soto *et al.*, 2001).

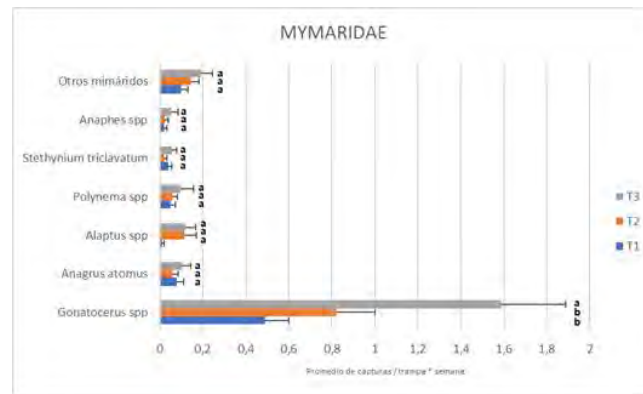


Figura 1.49: Promedio de mimáridos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

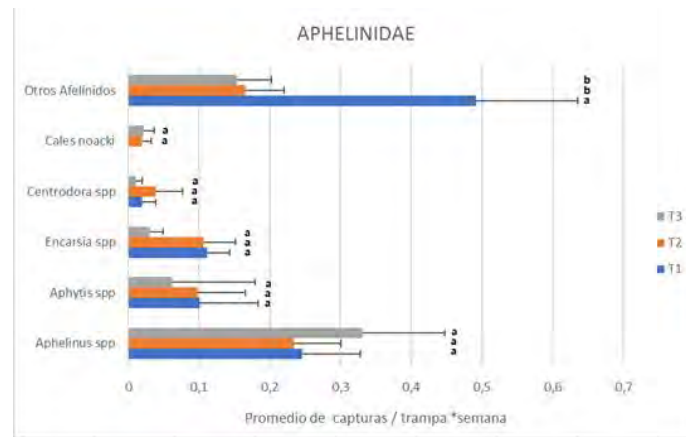


Figura 1.50: Promedio de afelínidos capturados por trampa amarilla pegajosa y semana, en tres tipo de cubiertas vegetales una espontánea (T1) y otras dos sembradas (T2 y T3) en una parcela de cítricos ubicada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia). Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los mimáridos parasitoides de huevos de cicadélidos *Anagrus atomus* y *Gonatocerus* spp. (Baquero y Jordana, 2002) fueron más abundantes dónde se observó mayor cantidad de estos fitófagos, que en este caso fue la cubierta T3. La mayor presencia de parasitoides de minadores (como *Phyllocnistis citrella* Stainton), en la cubierta T3, tales como *C. phyllocnistoides* o *Cirrospilus* sp. podría implicar que esta cubierta podría estar actuando como reservorio de estos enemigos naturales (Vercher *et al.*, 1995; Schauff *et al.*, 1998).

La presencia de *Metaphycus* spp. y *Aphytis* spp. en todas las cubiertas, aunque escasa, resulta de especial interés, ya que parasitan hemípteros de las familias Coccidae y Diaspididae, respectivamente (Soler *et al.* 2002, Sorribas *et al.* 2008). Estas plagas son de gran relevancia en cítricos, pero no afectan a las especies vegetales inventariadas en las cubiertas, por lo que podría representar que las cubiertas actúan como refugio para estos importantes parasitoides.

Las cubiertas vegetales sembradas, en las condiciones mediterráneas, van variando de composición con el tiempo, hacia una cubierta de especies mixtas sembradas y espontáneas. De entre todas las especies sembradas, la que mostró mayor arraigo y presencia fue *Medicago sativa*. Del resto de especies sembradas en 2016, su presencia en 2018 era anecdótica o estacional. Los resultados muestran que las cubiertas albergaron diferentes proporciones de fitófagos y enemigos naturales durante la primavera y el verano,

y respondieron de manera diferente al estrés hídrico. Se constató una gran diversidad de artrópodos y sobretodo de enemigos naturales en todas las cubiertas vegetales. Este estudio confirma que la variación en la composición vegetal de las infraestructuras ecológicas influye en la composición y abundancia de la entomofauna auxiliar. Así, la cubierta T3, dominada por *M. sativa*, presentó mayor número de parasitoides calcidoideos de interés para el control de fitófagos.

Estos resultados fueron publicados en las Actas del XIII Congreso de la SEAE de Logroño (14 al 17 de noviembre de 2018) con el siguiente título:

Ramírez-Ferrer, G.; González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Rubio, A.; García, A.; Cuenca, F.; Domínguez-Gento, A. y Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de cubierta en la diversidad y abundancia de la entomofauna auxiliar en cítricos ecológicos. Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

1.3.3.2. *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae).

Se ha realizado un ensayo para estudiar la gestión de *D. aberiae* en cítricos ecológicos, planteándose cinco tesis: T0, T1, T2, T3 y azúcar (Figura 51). En cada tesis se realizaron tres repeticiones (3 plots) de 3 por 5 árboles cada uno, en los que se llevaron a cabo sueltas y los tratamientos correspondientes de la tesis. Los muestreos se realizaron en los 3 árboles centrales de cada plot, es decir:



Las tesis fueron las siguientes:

- T0: Seltas del año anterior en la que se realizó tratamientos estándar (5 filas árboles),
- Azúcar: Dentro de T0 había un bloque de 4 x 3 árboles, donde se esparció azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, desde el 2 de marzo hasta el 11 de mayo, reponiendo cada 15 días,

- T1: tratamiento estándar (11 filas de unos 30 árboles: total 330 árboles), basado fundamentalmente en la aplicación de aceites (Neem, aceite parafínico y de naranja).
- T2: Suelas de *Cr. montrouzieri* (5 filas de unos 30 árboles: total 150 árboles) y
- T3: Suelas de *Cr. montrouzieri* e interferencia de hormigas (5 filas de unos 30 árboles: total 150 árboles).



Figura 51: Detalle de la distribución de tesis en la parcela de cítricos de la variedad Marisol y de manejo ecológico, ubicada en Sagunto (Valencia). Patrón citrange carrizo y edad de plantación 15 años. Parcela con alta incidencia de *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae). Azúcar, dentro de T0 hay un bloque de 4x3 árboles, esparcir azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, T0 (Suelas del año anterior en la que se harán tratamientos estándar), T1 (tratamiento estándar), T2 (Suelas de *Cr. montrouzieri*) y T3 (Suelas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas con cebos).

Las sueltas de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) comenzaron cuando aparecieron las primeras hembras de cotonet con ovisaco, con una dosis de 3-10 *Cr. montrouzieri*/árbol:

- 16 de marzo de 2018 (500 individuos de *Cr. montrouzieri*) entre T2 y T3.
- 29 de marzo de 2018 (1.000 individuos de *Cr. montrouzieri*) entre T2 y T3.
- 12 de abril de 2018 (1.500 individuos de *Cr. montrouzieri*) entre T2 y T3.

Las sueltas se realizaron conjuntamente entre el equipo de la Sección de Protección de los Vegetales de Almassora (Castellón) y la Universitat Politècnica de València, siendo los ejemplares de *Cr. montrouzieri* proporcionados por la Sección de Protección de los Vegetales.

En cuanto al control de hormigas, este se llevó a cabo con cebos, siguiendo las indicaciones de Alfonso Lucas Espadas (Consejería de Agricultura) de Murcia, y con la siguiente formulación:

- 5 kg de harina
- 1 kg de azúcar
- 300 g de levadura de sobre
- 3 l de agua

Las hormigas toman la mezcla y se la llevan al hormiguero, el cual se hincha y mata a las hormigas. No consigue eliminar el hormiguero, pero lo ralentiza (comunicación personal con Alfonso Lucas Espadas).

Se necesitaron 9 kg de mezcla, lo que supuso unos 200 g de cebo por árbol, en un total de 45 árboles. La pasta se preparó en campo y se colocó directamente en la base del árbol y en cada uno de los 15 árboles del plot.

El cebo para hormigas tuvo una duración de unos 10-12 días y se colocó en función de las sueltas de *Cr. montrouzieri*. Es decir, una semana antes de la suelta de los coccinélidos se colocaron los cebos y quincenalmente, durante el mes y medio de las sueltas, se respuso el cebo.

En la tesis T3 de sueltas de coccinélidos y control de hormigas, las fechas de suelta y colocación del cebo fueron las siguientes:

CEBO HORMIGAS	SUELTA <i>Cr. montrouzieri</i>
8 de marzo	16 de marzo
23 de marzo	29 de marzo
6 de abril	12 de abril
19 de abril	

Los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación.

1.3.3.2.1. Ecología. Comparación de metodologías de muestreo

La presencia de *D. aberiae* en el tronco del árbol se observó entre finales de marzo y finales de agosto, aumentando a principios de abril y alcanzándose un máximo poblacional a finales de junio. En cuanto a la presencia en frutos, esta ya fue observada en las primeras visitas a la parcela a finales de febrero de 2018. Los niveles de infestación

fueron bajos y comenzaron a aumentar a mediados de abril (cuajado del fruto), alcanzándose un máximo a mediados-finales de junio y descendiendo los niveles posteriormente (Figura 52).

Si comparamos la presencia de cotonet en la base del tronco y los niveles de infestación en frutos, se observa que las dinámicas del cotonet son similares en los seguimientos realizados con ambas metodologías (Figura 52). Si comparamos la presencia de cotonet en la base del tronco y los niveles de infestación en frutos, se observa que las dinámicas del cotonet son similares en los seguimientos realizados con ambas metodologías (Figura 1.52). Existe una relación estadísticamente significativa entre el cotonet encontrado al día en cartones y el porcentaje de frutos con cotonet ($R^2=0,887$; $F=47.13$; $g.l=1.7$; $P=0.005$), de manera que este modelo explica el 88,71% de la variabilidad, lo que indica una relación relativamente fuerte entre las variables (Figura 53). Esto significa que para los seguimientos en campo de *D. aberiae*, cualquiera de las metodologías es válida.

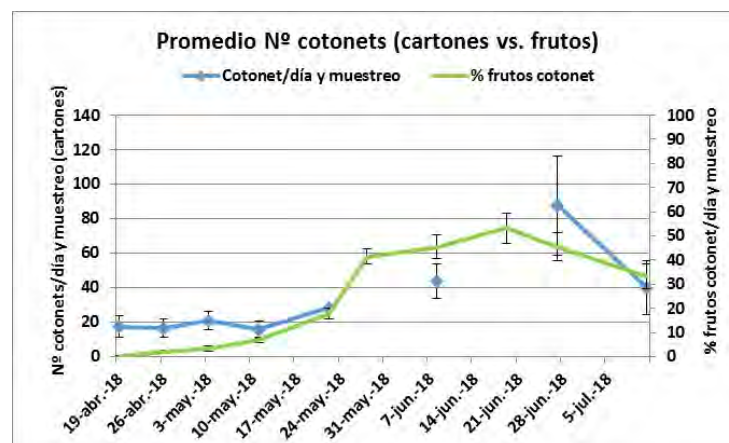


Figura 1.52. Número promedio de Nº de cotonets *Delottococcus aberiae* por día y muestreo en frutos y cartones. Observados en 20 frutos del árbol central por cada tesis y repetición, lo que hace un total de 5400 frutos y en cartones corrugados colocados en la base del árbol central de cada tesis, lo que hace un total de 171 cartones. Desde el 19 de abril al 11 de julio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

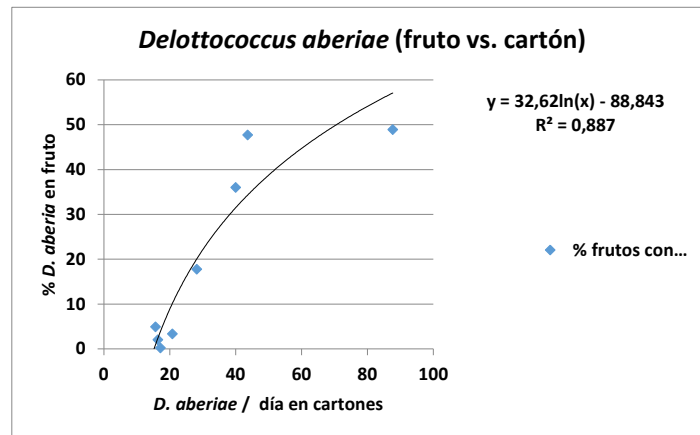


Figura 1.53. Ecuación de ajuste de los métodos de muestreo (observación de cotonets en frutos y en cartones corrugados). Tiene un ajuste $R^2=88.7\%$ y ($F=47.13$; $g.l=1.7$; $P=0.005$). En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia) desde el 11 de abril al 26 de julio de 2018.

1.3.3.2.2. Resultados del ensayo.

1.3.3.2.2.1. Efectividad estrategias control *D. aberiae*.

De las diferentes tesis planteadas en este estudio, se observa que la tesis donde se ha realizado el control de hormigas (T3) tuvo significativamente un menor porcentaje de frutos infestados con cotonet que las demás ($F=6,42$; $g.l=4, 39$; $P=0.0010$) (Figura 1.54, Figura 1.55 y Figura 1.56). De igual manera, entre las tesis con liberación de *Cr. montrouzieri* (T2 y T3) la que tuvo significativamente menor porcentaje de frutos con cotonet, fue la tesis T3.

Esto parece indicar que, el control de hormigas tiene una influencia mayor que las liberaciones de los depredadores. En principio se planteó el estudio porque se conoce la interferencia de las hormigas en la capacidad depredadora de los coccinélidos, evitando que estos puedan ejercer correctamente su acción de control de la plaga. Sin embargo, la sorpresa ha sido que en la T3 prácticamente no se han encontrado depredadores, a pesar de haber realizado sueltas en varias ocasiones. Para comprobar esto, se analizaron los niveles de *Cr. montrouzieri* en cada tesis. Si las hormigas interfieren al *Cr. montrouzieri*, entonces la T3 debería tener más niveles que la T2. Los resultados se mostrarán más adelante

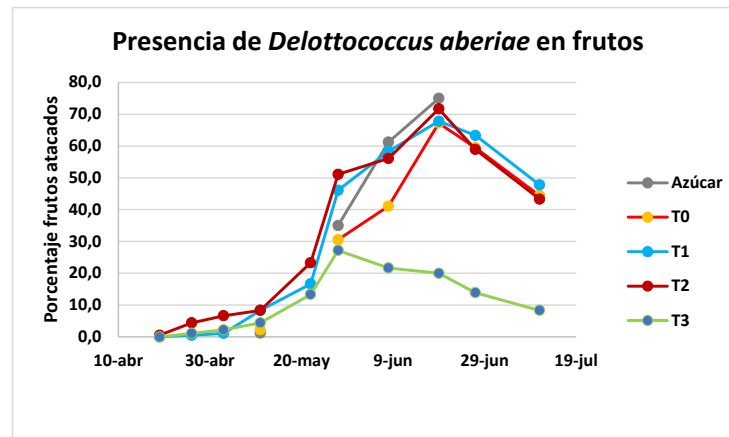


Figura 1.54. Porcentaje de frutos con *Delottococcus aberiae*, observados en 20 frutos del árbol central por cada tesis y repetición, lo que hace un total de 180 frutos por tesis. Desde el 19 de abril al 11 de julio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Azúcar, dentro de T0 hay un bloque de 4x3 árboles, esparcir azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, T0 (Sueltas del año anterior en la que se harán tratamientos estándar), T1 (tratamiento estándar), T2 (Sueltas de *Cr. montrouzieri*) y T3 (Sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas con cebos).

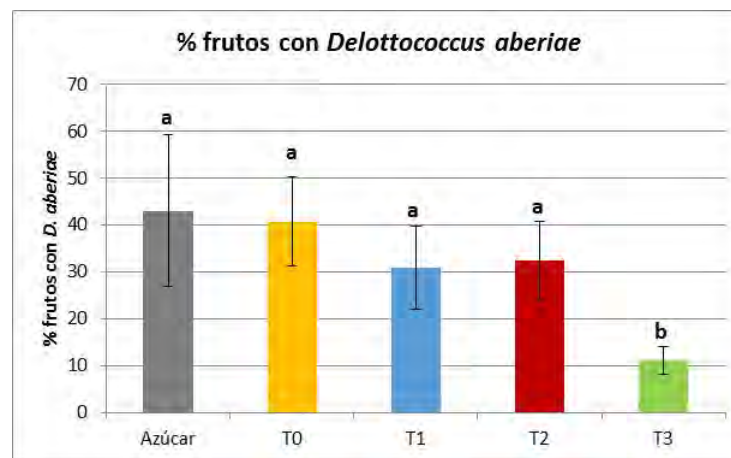


Figura 1.55: Porcentaje de frutos con *Delottococcus aberiae*, observados en 20 frutos del árbol central por cada tesis y repetición, lo que hace un total de 180 frutos por tesis. Desde el 19 de abril al 11 de julio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Letra distinta indica diferencias estadísticas significativas ($F=6,42$; $g.l=4, 39$; $P=0.0010$). Donde T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, Azúcar= zona de 4x3 árboles dentro de T0 en la que se reparte azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas

Si atendemos a la actividad de las hormigas que suben y bajan del tronco de los árboles, observamos que, las tesis donde se realizó gestión de hormigas (T3 y Azúcar)

mostraron una presencia significativamente menor de hormigas que el resto de tesis ($F=21,13$; $g.l=4$, 621; $P=0,0000$) (Figura 56). Esto puede deberse a que, al suministra alimento a las hormigas en la base del árbol, se evita de alguna manera que las hormigas suban al árbol.

De forma paralela, si estudiamos lo que ocurre en la base del árbol, únicamente el cebo para hormigas (T3) tiene efecto significativo reduciendo la población de las mismas ($F=25,44$; $g.l=4$, 621; $P=0,0000$) (Figura 1.57).

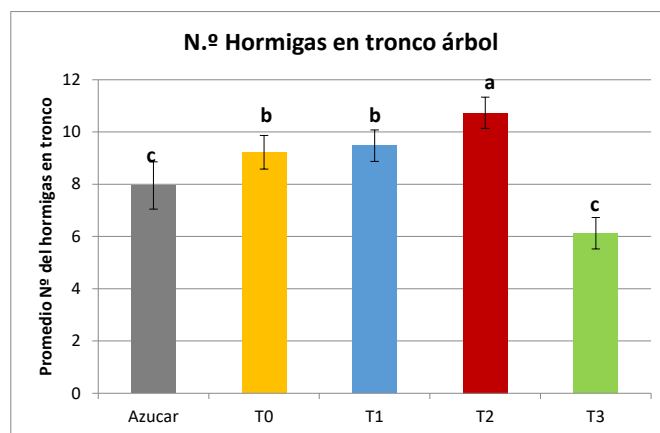


Figura 1.56. Promedio de número de hormigas en tronco del árbol, contando el número de hormigas que suben o bajan en el tronco del árbol durante 30 segundos por cada cara del tronco, en cada uno de los tres árboles centrales de cada repetición. Desde el 2 de marzo al 19 de junio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Letra distinta indica diferencias estadísticas significativas ($F=21,13$; $g.l=4$, 621; $P=0,0000$). T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, Azúcar= zona de 4x3 árboles dentro de T0 en la que se reparte azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

Únicamente eliminando las hormigas con un cebo se consiguieron reducir los niveles de hormigas en la base del árbol. El cebo y el aporte de azúcar redujeron los niveles de hormigas en el tronco del árbol.

Si estudiamos lo que ocurre con las sueltas de adultos de *Cr. montrouzieri* realizadas en marzo y abril, se observa que los primeros individuos empiezan a aparecer en mayo, un mes después de la liberación, siendo máximas las poblaciones en julio y disminuyendo en agosto (Figura 1.58).

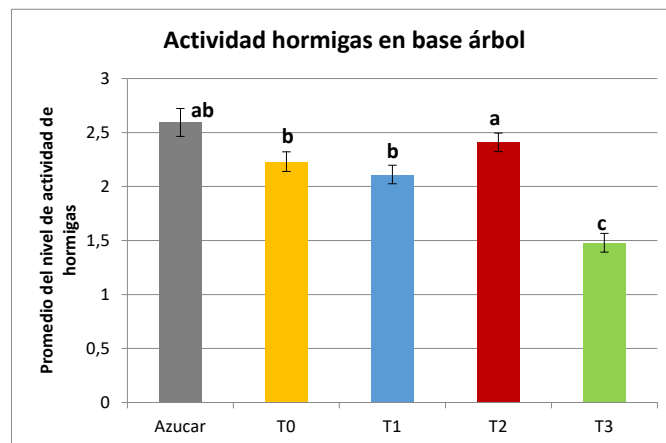


Figura 1.57. Promedio del nivel de actividad de hormigas en la base del árbol, valorando la actividad de las hormigas con el nivel (0= no actividad; 1=1 a 5 hormigas; 2=6 a 15 hormigas; 3= más de 15 hormigas), en cada uno de los tres árboles centrales de cada repetición. Desde el 2 de marzo al 27 de junio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Letra distinta indica diferencias estadísticas significativas ($F=25,44$; $g.l=4$, 621; $P=0,0000$). T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, Azúcar= zona de 4x3 árboles dentro de T0 en la que se reparte azúcar en la base del árbol a razón de 1kg cada 4 árboles, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

A pesar de haberse realizado las sueltas en las tesis T2 y T3, los niveles poblacionales más elevados se dieron en las tesis T1 y T2, coincidiendo con las tesis con mayores niveles de infestación de cotonet (Figura 1.59). Esto parece indicar que, independientemente de la zona de suelta, los coccinélidos migran a las zonas con más alimento.

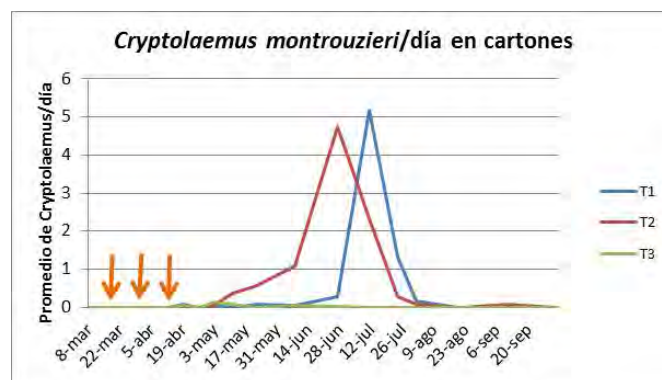


Figura 1.58: Niveles medios de *Cr. montrouzieri*, en cartones corrugados, colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Las fechas indican las liberaciones de *Cr. montrouzieri* (16 y 29 de marzo y 12 de abril de 2018). T1 (tratamiento estándar), T2 (Sueitas de *Cr. montrouzieri*) y T3 (Sueitas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas con

cebos). T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas

Si evaluamos el efecto de los diferentes tratamientos llevados a cabo en las tesis:

- 26 de abril: Aceite de Neem en T0,
- 16 de mayo: Aceite parafínico + Neem en T0, T1 y T2,
- 5 de junio: Aceite vegetal + Aceite de naranja en todas las tesis
- 19 de julio: Aceite + Neem en todas las tesis.

Observamos que es bastante complicado estudiar el efecto concreto de cada uno de los tratamientos, debido al gran número de los mismos y a su aplicación en diferentes Tesis. Sin embargo, lo que sí se deduce al analizar la dinámica poblacional del cotonet de les Valls en las diferentes tesis es que, tras los tratamientos, no se detecta ninguna reducción poblacional del cotonet en árbol (Figura 1.59). Esto significa que los tratamientos no están teniendo ninguna efectividad sobre los niveles de plaga.

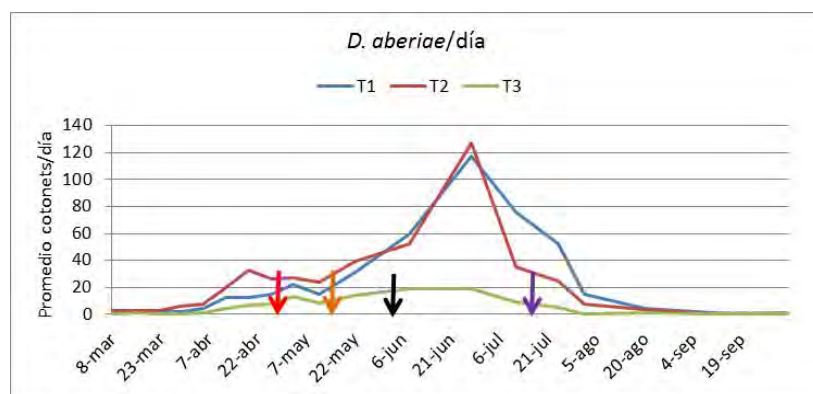


Figura 1.59: Niveles medios de *Delottococcus aberiae* en cartones corrugados, colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Las flechas indican los tratamientos realizados: Flecha roja tratamiento con (aceite de Neem), flecha naranja tratamiento con (aceite parafínico + Neem), flecha negra tratamiento con (Extracto de aceites vegetales + Aceite de naranja) y flecha morada tratamiento con (aceite + Neem) en todas las tesis. T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

1.3.3.2.2.2. Eficacia de las sueltas de coccinélidos.

Debido a los altos niveles de cotonet de la parcela y los bajos niveles de coccinélidos depredadores encontrados, se ha realizado un análisis de la eficacia de los coccinélidos presentes, estudiando los niveles de infestación de cotonet necesarios en la parcela para que los coccinélidos comiencen a aparecer.

Al estudiar lo que ocurre con el coccinélido *Cr. montrouzieri* (Figura 60) se observa que, existe una relación densidad dependiente entre el número de *Cr. montrouzieri* y el de cotonet encontrado por árbol (muestreos con cartones). La densidad dependencia puede observarse tanto en la dinámica poblacional presa-depredador como en la correlación entre ambos. Esto indica que, los niveles de *Cr. montrouzieri* evolucionan en función de los niveles de plaga, de tal manera que, a mayor nivel de cotonet, mayor nivel de *Cr. montrouzieri* encontramos. Sin embargo, se encuentra que son necesarios niveles elevados de cotonet para que éste empiece a ser visible en los árboles.

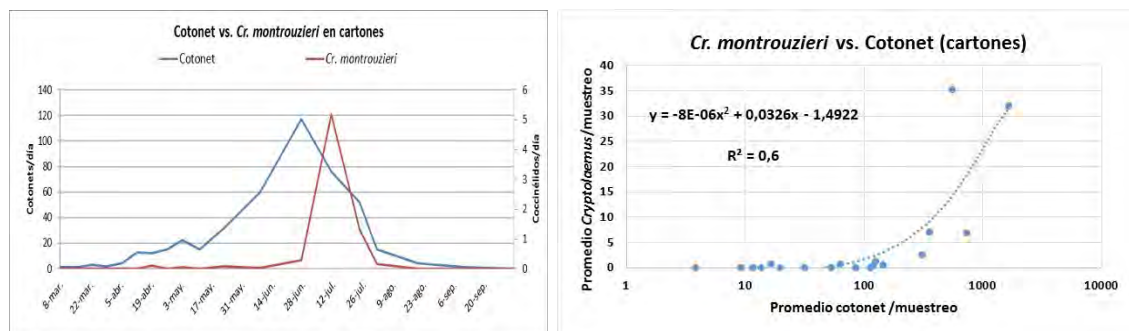


Figura 60: Izquierda, dinámica poblacional de *Delottococcus aberiae* y *Cr. montrouzieri*. Derecha, relación de los niveles de *D. aberiae* y *Cr. montrouzieri*. En cartones corrugados colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Prácticamente hasta que no hay 100 cotonets por cartón no se ven cantidades apreciables de coccinélidos. Según la correlación (Figura 61), para que aparezca un *Cr. montrouzieri* es necesario un nivel medio de 35 cotonets por cartón.

Si trasladamos número de cartones a su correlación con porcentaje de frutos ocupados (Figura 62), se constata que son necesarios niveles de frutos mínimos de un 12% con cotonet para que aparezca el primer *Cr. montrouzieri*. Niveles inferiores son insuficientes para atraer/mantener a este coccinélido.

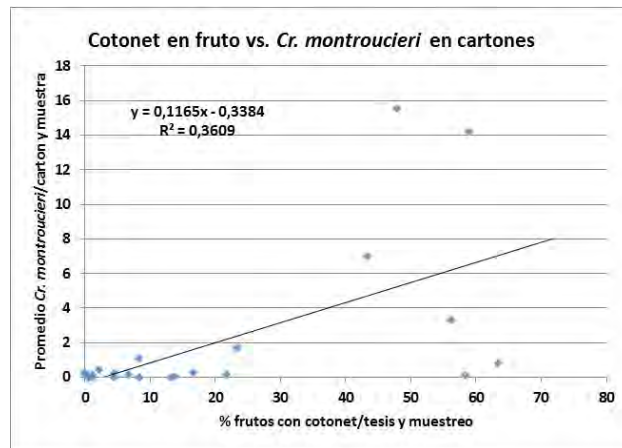


Figura 61: Relación de los niveles de *Delottococcus aberiae* en frutos y *Cr. montrouzieri* en cartones. Se observaron 20 frutos del árbol central de cada tesis y repetición (un total de 180 frutos por tesis) en cartones corrugados en la base del árbol. Del 19 de abril al 11 de julio de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Un aspecto llamativo del ensayo fue la aparición en niveles muy elevados del coccinélido *Scymnus* sp. (*Sc. subvillosus* Goeze y *Sc. interruptus* Goeze). A pesar de que no se ha llevado a cabo la separación de las dos especies, la proporción de *Sc. subvillosus* fue superior. Estas especies son citadas como depredadores de pulgones (García-Marí, 2009), por lo que realizó un ensayo para ver si se alimentaban de cotonets. Para ello se pusieron a evolucionar cotonets y *Scymnus*, y aunque estos completaban su ciclo sobre el cotonet, no eran muy voraces, si no que mas bien parecía que se alimentasen de esta presa sin mostrar una clara preferencia hacia ellas. Se dan detalles de esta experiencia en el apartado 3.2.3.1. Depredadores. Evolucionarios. Complementariamente se ha realizado un estudio para ver la correlación entre presa-depredador.

En la Figura 62 podemos observar que no existe relación densidad dependiente entre *Scymnus* sp y cotonet, no hay correlación entre ambos. Puntualmente vemos que a niveles intermedios de cotonet aparecen valores muy altos de *Scymnus* sp., estando más relacionado con la época de año que con los niveles de plaga. Por tanto, creemos que *Scymnus* sp. aparece en mayo, coincidiendo con los pulgones, y aunque deprede ocasionalmente cotonets, no es su base alimenticia.

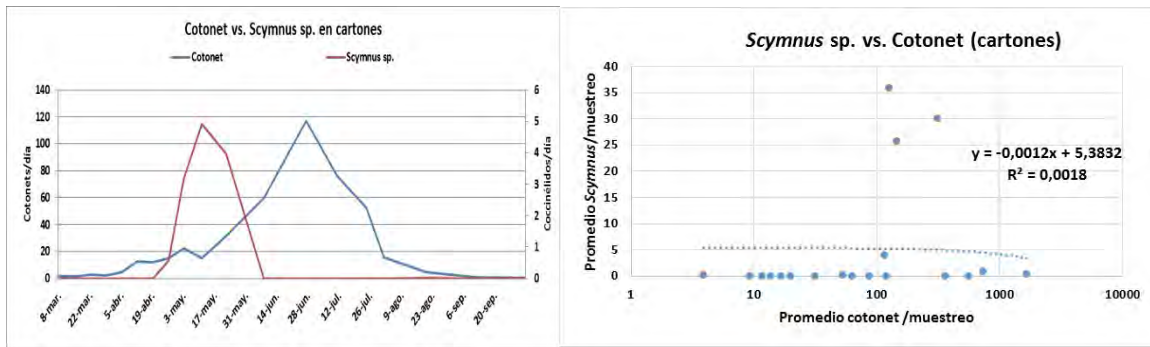


Figura 62: Izquierda, dinámica poblacional de *Delottococcus aberiae* y *Scymnus* sp. Derecha, relación de los niveles de *Delottococcus aberiae* y *Scymnus* sp. En cartonets corrugados colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

1.3.3.2.2.3. Valoración de los daños de *D. aberiae*.

Al evaluar el número de frutos enanos causados por el ataque del cotonet y el de frutos normales en cada una de las tesis estudiadas (Figura 63) se observa que, el porcentaje de frutos normales supera el 70% en todos los casos, no encontrándose diferencias significativas entre las tesis ($F=0,89$; $g.l=3, 35$; $P=0,4577$). Por otro lado, en cuanto a frutos pequeños, la presencia de estos fue significativamente inferior en la tesis con control de hormigas y suelta de *Cr. montrouzieri* (T3) (próximo al 5% de los frutos en $0,25 \text{ m}^2$) y el número de frutos enanos fue significativamente mayor en la zona con suelta de *Cr. montrouzieri* (T2), con alrededor de un 27% de los frutos por $0,25 \text{ m}^2$ ($F=6,38$; $g.l=3, 35$; $P=0,0016$) (Figura 1.63).

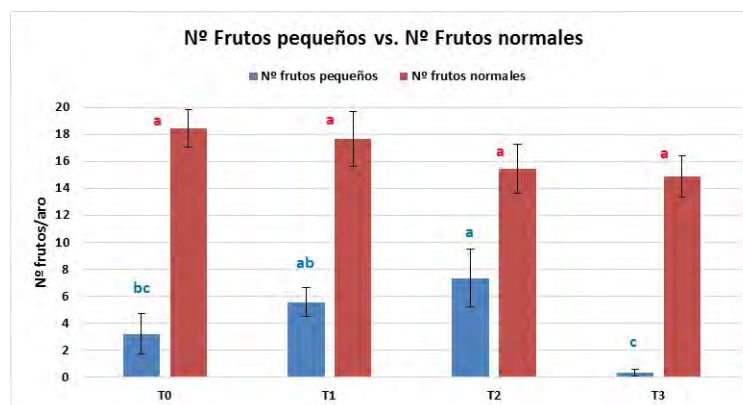


Figura 1.63. Porcentaje de frutos enanos y normales en un muestreo de frutos realizado el 3 de octubre de 2018 con aro (superficie de $0,25 \text{ m}^2$), en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Muestreo de los 3 árboles de cada tesis lanzando el aro una vez por

árbol. T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

Si paralelamente estudiamos el número de frutos comerciales por parcela, teniendo en cuenta que de la escala de nivel de daño del 0 (sin daño) al 4 (aberraciones) se considera fruto comercial a los frutos con nivel de daño 0 y 1, también se observan niveles de frutos comerciales similares.

De manera que todas las tesis mostraron un nivel similar de porcentaje de frutos comerciales ($F=5,45$; $g.l=3, 11$; $P=0,0246$), más de un 80% de la cosecha. La tesis con suelta de *Cryptolaemus* (T2), que tuvo elevados niveles de infestación de cotonet junto con T1 (tratamiento estándar), mostró un menor número de frutos comerciales que las tesis de tratamiento estándar y sueltas en 2017 (T0) y la tesis de sueltas y cebo para hormigas T3 (Figura 1.64).

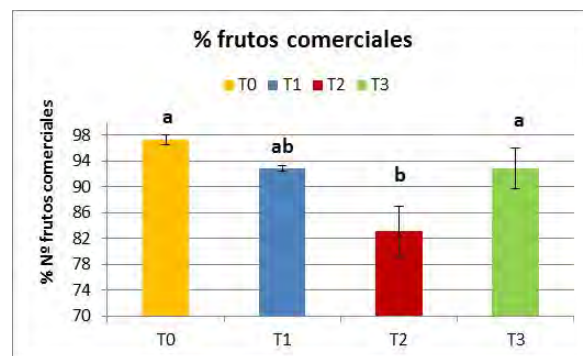


Figura 1.64. Porcentaje de frutos comerciales en evaluación de daños en fruto, realizado el 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). La evaluación consistió en observar 25 frutos/árbol según la escala de daños. Letra distinta indica diferencias estadísticas significativas ($F=5,45$; $g.l=3, 11$; $P=0,0246$). T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

Si evaluamos la cantidad de frutos sanos encontrados, entendiéndose por sanos, con tamaño normal y comercial (nivel de daño 0 y 1), podremos tener una visión más completa del daño que ocasiona *D. aberiae* (Figura 1.65). Se observa, al comparar todas las tesis ensayadas que, hay significativamente un mayor número de frutos sanos en las parcelas T3 (suelta de *Cr. montrouzieri* e interferencia de hormigas) y T0 (suelta en 2017 y tratamiento estándar en 2018) que en las tesis T1 (tratamiento estándar 2018) y T2 (suelta de *Cr. montrouzieri*) ($F=11,42$; $g.l=3, 11$; $P=0,0031$).

Este estudio de las diferentes gestiones de la plaga nos muestra que, la gestión de las hormigas tiene un efecto significativo sobre la disminución de los niveles de cotonet en fruto. Sin embargo, independientemente de la gestión realizada sobre el cotonet, y a pesar de los altísimos niveles de infestación en frutos, el porcentaje de frutos comerciales obtenido es similar en todas las gestiones, siendo superior al 80% de los frutos.

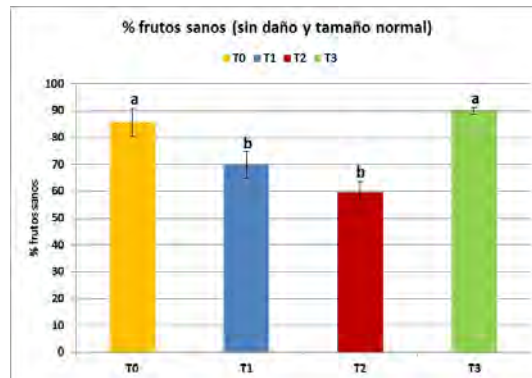


Figura 1.65. Porcentaje de frutos sanos, con tamaño normal y comercial (nivel de daño 0 y 1), previos a la cosecha (3 de octubre de 2018), en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). Se observaron 25 frutos/árbol según la escala de daños y se lanzó el aro (superficie de 0,25 m²) al azar 1 vez por árbol, muestreando 3 árboles centrales de cada tesis. Letra distinta indica diferencias estadísticas significativas (F=11,42; g.l=3, 11; P=0,0031). T0= sueltas del año anterior y tratamientos estándar, T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas.

Si comparamos el nivel de cotonet en cartones y los porcentajes de frutos enanos, se observa que existe una correlación muy alta ($R^2=0,75$), de manera que podemos afirmar que a mayor cantidad de cotonets en cartones, existe una mayor abundancia de frutos con tamaño anormal (frutos pequeños) (Figura 1.66).

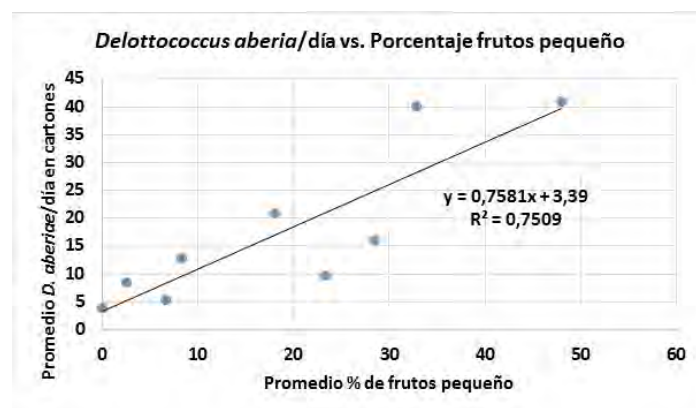


Figura 1.66. Porcentaje de frutos pequeños y promedio de *Delottococcus aberiae* por día en cartones. En un muestreo de frutos realizado el 3 de octubre de 2018 con aro (superficie de 0,25 m²) y en cartones corrugados colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Se puede determinar en qué momento el fruto pequeño tiene mayor sensibilidad a la plaga estableciendo correlaciones entre niveles de daño para cada fecha. Por una parte analizaremos el porcentaje de frutos enanos y por otra parte el grado de deformación de los frutos de tamaño normal. Con respecto a la correlación de porcentaje de frutos comerciales y niveles de cotonet en fruto, se constata que para la fecha de 3 de mayo (fecha de máxima sensibilidad) la correlación es muy alta ($R^2=0.92$) (Figura 1.67).

Si hacemos esta misma correlación con el porcentaje de frutos enanos, ésta no se da, Los niveles de esa fecha no se correlacionan con el porcentaje de frutos enanos. Habrá que buscar la época de máxima sensibilidad para la aparición de frutos enanos.

Hemos probado todas las combinaciones posibles y lo que encontramos es que, si sumamos los niveles de cotonet en frutos a lo largo del periodo de máxima sensibilidad (19 de abril al 25 de mayo), este nivel está correlacionado con el porcentaje de frutos enanos ($R^2=0.59$). A medida que aumenta el nivel de cotonets en frutos, aumenta el nivel de frutos enanos (Figura 1.68).

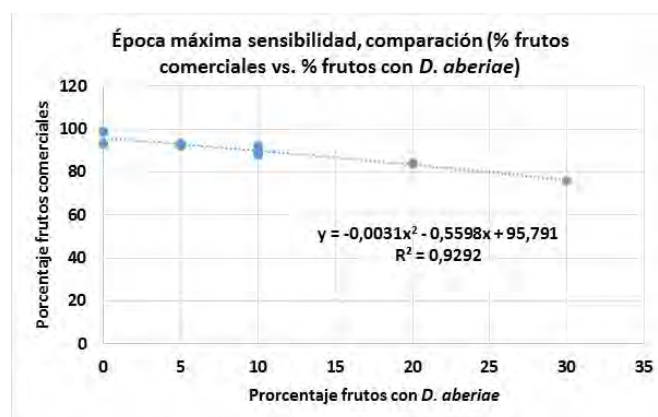


Figura 1.67. Porcentaje de frutos comerciales y porcentaje de frutos con *D. aberiae*. En un muestreo de frutos realizado el 3 de octubre de 2018 con aro (superficie de 0,25 m²) y la evaluación de frutos consistió en observar 25 frutos del árbol central por cada tesis y repetición, lo que hace un total de 180 frutos por tesis realizado el 3 de mayo, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Está muy claro que se una fecha concreta lo que te hace deformar o no los frutos, pero el hecho de que el fruto se haga enano o no, el periodo de sensibilidad es mayor (cerca de un mes).

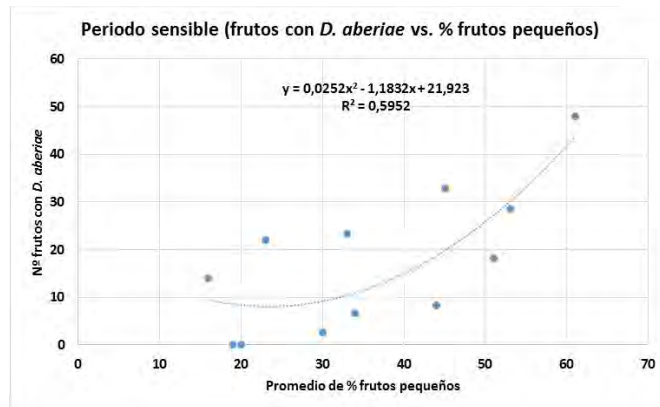


Figura 1.68. Porcentaje de frutos pequeños y número de frutos con *Delottococcus aberiae*. En un muestreo de frutos realizado el 3 de octubre de 2018 con aro (superficie de 0,25 m²) y la evaluación de frutos consistió en observar 25 frutos del árbol central por cada tesis y repetición, lo que hace un total de 180 frutos por tesis, periodo del 19 de abril al 25 de mayo de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

1.3.3.2.3. Enemigos naturales.

3.3.2.3.1. Depredadores. Evolucionarios

En los cartones corrugados, además de presencia de parasitoides, se encontró un elevado número de depredadores. Entre los depredadores más numerosos destacaron los coccinélidos del género *Scymnus* spp. y *Cr. montrouzieri*, la familia Chrysopidae (Neuroptera) (Beltrá y Soto, 2012; Nicholls, 2008) y los ácaros Cunaxidae (Skvarla *et al.*, 2014), todos ellos citados como depredadores generalistas. También se encontraron otros coleópteros coccinélidos, aunque con escasa abundancia, como son *Propylaea quatuordecimpunctata* L. y *Nephus* sp. y las familias Syrphidae (Diptera) y Anthocoridae (Hemiptera), así como arañas (Clase Arachnida) (Figura 69).

La diferenciación entre el género *Scymnus* y *Cr. montrouzieri* no pudo hacerse en estado larvario fácilmente, por lo que los coccinélidos encontrados en cartones se tuvieron que aislar en placas Petri para su posterior identificación. Los ejemplares de coccinélidos se separaron junto con cotonet, para permitir su alimentación hasta su desarrollo a adultos (Figura 1.70).

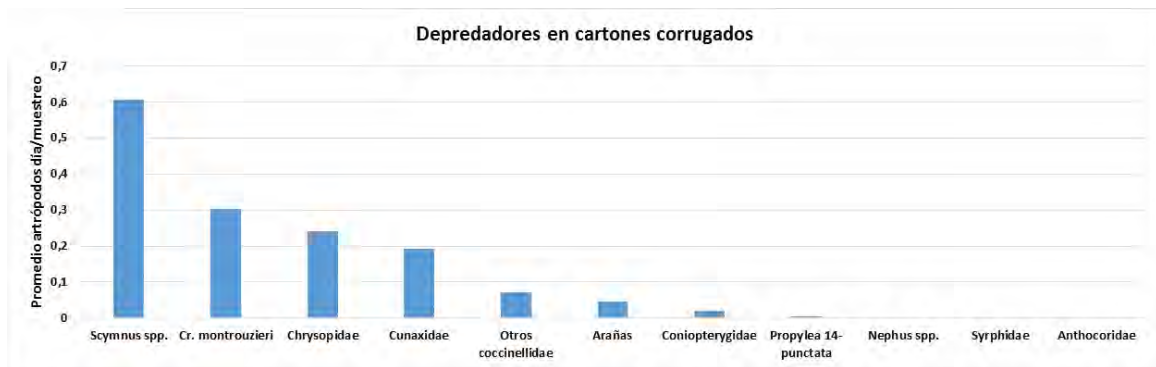


Figura 1.69. Depredadores capturados en 171 cartones corrugados, colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

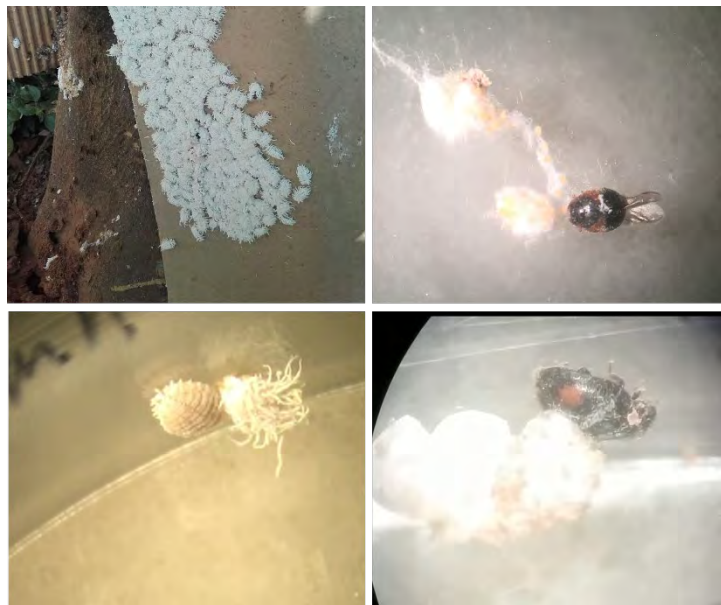


Figura 1.70. Izquierda superior, detalle de los coccinélidos agregados al cotonet en cartones corrugados. Derecha superior, adulto de *Scymnus* spp., alimentándose de cotonet. Izquierda inferior, detalle de larva de coccinélidos alimentándose de cotonet. Derecha inferior, adulto de *Nephus* spp., alimentándose de cotonet, en placas de Petri.

En total se pusieron a evolucionar 1.652 larvas de coccinélidos, de las cuales 872 fueron *Scymnus* sp. y 780 fueron *Cr. montrouzieri*. A pesar de encontrar un número similar de las dos especies de coccinélidos, las capturas de *Scymnus* sp. en promedio por árbol y muestreo mostraron que éstas fueron casi el doble que las de *Cr. montrouzieri*, ya que la presencia de *Scymnus* sp. está muy concentrada en el tiempo (mes de mayo), siendo sus poblaciones muy abundantes (Figura 1.71 y Figura 1.72). Además de estas dos especies, se encontró presencia de otro coccinélido, el género *Nephus* sp. citado como depredador de

cotonet, concretamente del pseudococcido *Dysmicoccus grassi* (Leonardi) (Beltrá y Soto, 2012).

El género *Scymnus* tiene entre sus principales plagas en cítricos a los cóccidos diaspídeos (Raimundo Cardoso y Alves Gomes, 1986) y a los áfidos (Jacas y Urbaneja, 2010; Michelena y Sanchis, 1997), aunque también está citado como depredador de *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink (Beltrá y Soto, 2012).

Durante el desarrollo de los evolucionarios se ha observado que las larvas de los coccinélidos *Scymnus* sp. y *Nephus* sp. parece que se alimenten de cotonet, ya que se les ha visto sobre el cotonet y finalizando su desarrollo hasta adultos en las placas Petri. Es la primera vez que se citan estos géneros sobre cotonet de les Valls.

En esta experiencia se vio que: las larvas de estos coccinélidos parecía que se alimentaban del cotonet, (2) y tras identificarlos se vió que se trataba de dos género de coccinélidos diferentes, *Scymnus* spp. y *Nephus* spp. Sería interesante continuar con los estudios de estas especies para comprobar si esa agregación de coccinélidos en los cartones corrugados estuviera depredando al cotonet.

En cuanto a la variación poblacional de los *Scymnus* sp. encontrados en los cartones a lo largo del ciclo de cultivo, se observa que sus poblaciones se concentran durante el mes de mayo, (Figura 1.71).

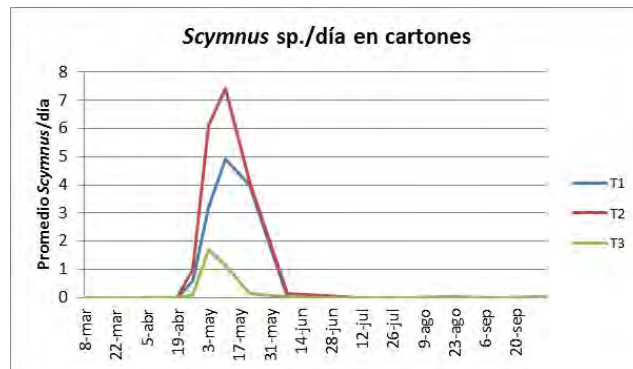


Figura 1.71. Niveles medios de *Scymnus* sp., en cartones corrugados, colocados en la base del árbol central de cada tesis, desde el 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Asociados a estos coccinélidos *Scymnus* sp. y *Nephus* sp. en los evolucionarios se encontraron parasitoides de la familia Encyrtidae (Hymenoptera): *Homalotylus flaminus* (Dalman) (Tabla 13) (Trjapitzin y Ruíz-Cancino, 2012).

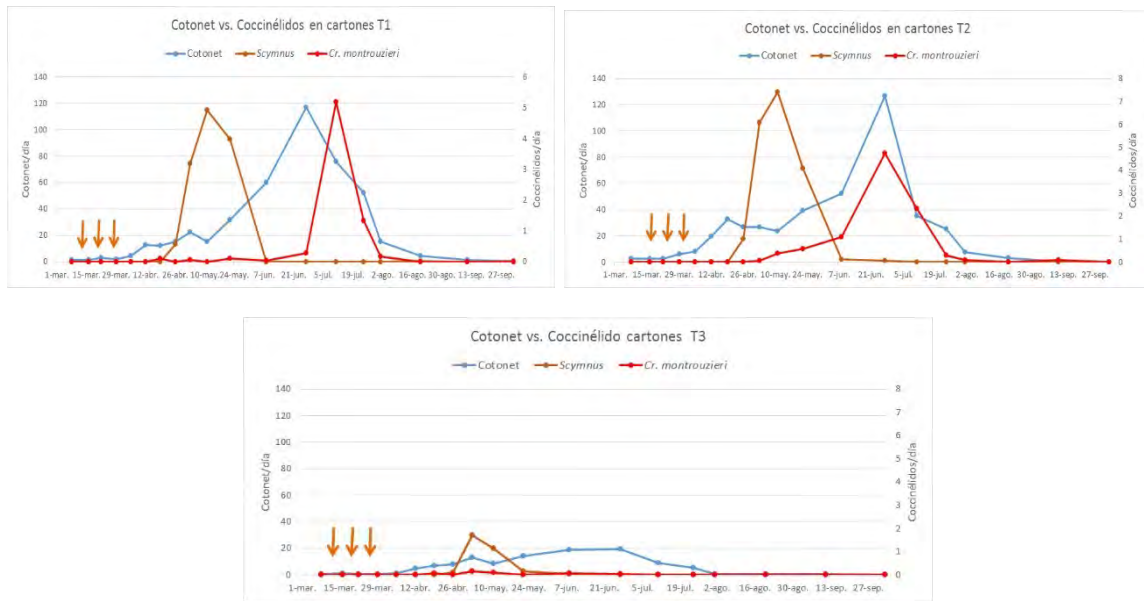


Figura 1.72. Comparación del promedio de capturas de los coleópteros coccinélidos *Scymnus sp.* y *Cr. montrouzieri* con las capturas de *Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae) en cartones corrugados colocados en la base del árbol del 2 de marzo al 3 de octubre de 2018, en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia). T1= tratamiento estándar, T2= sueltas de *Cr. montrouzieri*, T3= sueltas de *Cr. montrouzieri* y control de hormigas. Las flechas naranjas indican las tres sueltas de *Cr. montrouzieri*.

Tabla 1.12. Listado de especies de los parasitoides encontrados en ejemplares del género *Scymnus sp.* y *Nephus sp.* por cada muestreo, repetición y tesis colocados en placas de Petri para ver si estaban parasitados, desde el 3 de mayo hasta el 3 de octubre de 2018. En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Fecha	Tesis	Repetición	Especie	Función	Nº individuos
11-may-18	1	3	<i>Homalotylus flaminus</i>	parasitoide	5
27-jun-18	2	2	<i>Homalotylus flaminus</i>	parasitoide	1
	3	1	<i>Homalotylus sp.</i>	parasitoide	1

1.3.3.2.3.2. Parasitoides. Evolucionarios

Durante los conteos de cotonet de les Valls sobre los cartones corrugados se observó presencia de parasitoides y de depredadores, por lo que fueron aislados para su identificación y posterior estudio de su función.

Algunas de estas especies de parasitoides fueron identificadas con la ayuda del experto José María Soler Feliu.

Se encontraron parasitoides himenópteros de crisopas (Neuroptera: Chrysopidae) (*Helorus* spp. (Heloridae), *Oomyzus sempronius* (Erdoes) (Eulophidae) e *Isodromus flaviscutum* Hoffer & Trjapitzin (Encyrtidae)) y depredadores generalistas como las familias Hemerobiidae (Neuroptera), hiperparasitoides como el género *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) y ejemplares de otras familias como Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) y Bethylidae (Hymenoptera) (Tabla 14).

Tabla 1.13: Listado de especies, familias o géneros de los parasitoides y depredadores encontrado en cartones corrugados con *Delottococcus aberiae* colocados en la base del tronco del árbol central de cada tesis y repetición, desde el 2 de marzo hasta el 3 de octubre de 2018. En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Fecha	Tesis	Repetición	Especie	Función	Nº individuos
12-abr-18	3	3	Braconidae		3
5-jun-18	3	1	<i>Helorus</i> sp.	parasitoide	1
	3	1	<i>Oomyzus sempronius</i>	parasitoide	8
27-jun-18	3	1	<i>Isodromus flaviscutum</i>	parasitoide	4
24-jul-18	1	2	Hemerobiidae	depredador	1
	1	3	Hemerobiidae	depredador	1
	2	1	<i>Pachyneuron</i> sp.	parasitoide	1
1-ago-18	2	3	Braconidae		1
20-ago-18	2	1	Pteromalidae	parasitoide	1
11-sep-18	2	1	Bethylidae		2
	1	1	Bethylidae		1
3-oct-18	1	1	Bethylidae		1

A raíz de observar esta presencia de parasitoides en los cartones, para conocer los posibles parasitoides del cotonet de les Valls, una vez se recogieron los cartones en campo, se decidió proceder a crear evolucionarios de los mismos para identificar dichas especies de parasitoides.

Se recogieron cerca de 1.600 ejemplares de *Delottococcus aberiae*, obtenidos de los muestreos con cartones corrugados realizados desde el 2 de marzo hasta el 3 de octubre de 2018, y se colocaron en 171 placas de Petri para dejar que continuaran su ciclo y así poder recoger los parasitoides (Figura 1.73).

Figura 1.73. Placas de Petri para la obtención de los parasitoides de cotonet y para evolucionar hasta adulto los ejemplares de cochinélido. Colocados en cámara con fotoperiodo de 12h, temperatura de 23°C, desde el 2 de marzo al 3 octubre de 2018

A pesar de que se colocaron cotonets en evolucionarios desde principios de marzo, no se obtuvieron parasitoides hasta finales de julio, concretamente el 24 de julio (Tabla 15). Esto nos muestra que, teniendo en cuenta que los máximos poblacionales de cotonet los encontramos a finales de julio, los parasitoides que aparecen llegan tarde para un posible control de la plaga (Figura 1.74).

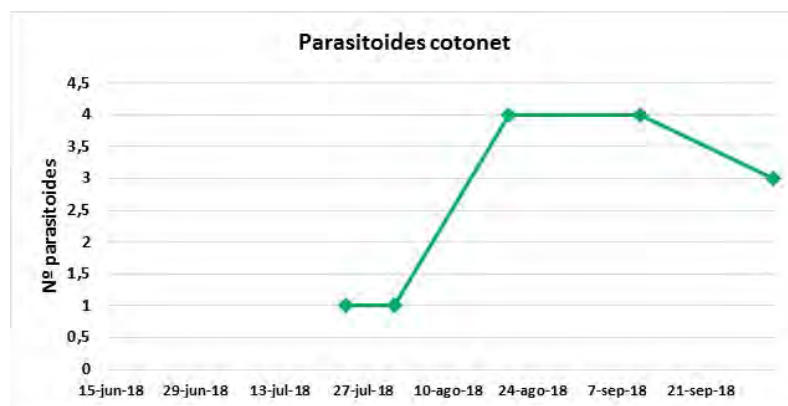


Figura 1.74: Número de parasitoides encontrados sobre 1.600 individuos de *Delottococcus aberiae* recogidos en cartones corrugados colocados en una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia) de 2 de marzo a 3 de octubre de 2018.

Se han identificado un total de 3 especies de parasitoides diferentes, *Anagyrus pseudococci* (Girault), *Anagyrus* sp. near *pseudococci* (Girault) y *Prochyloneurus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae). También aparecieron dípteros Cecidomyiidae.

Anagyrus pseudococci y los depredadores de la familia Cecidomyiidae están citados como parasitoides de pseudococcidos (Beltrá y Soto, 2010), *Anagyrus* sp. near *pseudococci* está citado como parasitoide de *Planococcus ficus* (Signoret) (Mansour *et al.* 2011), *Prochyloneurus* sp. está citado como parasitoide de *Delottococcus confusus* (Beltrá *et al.* 2015).

Tabla 14: Listado de especies, familias o géneros de los parasitoides y depredadores encontrado en ejemplares de *Delottococcus aberiae* por cada muestreo, repetición y tesis colocados en placas de Petri para ver si estaban parasitados, desde el 3 de mayo hasta el 3 de octubre de 2018. En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Fecha	Tesis	Repetición	Especie	Función	Nº individuos
24-jul-18	1	3	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
1-ago-18	1	3	Cecidomyiidae	depredador	1
	2	1	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
20-ago-18	1	2	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
	1	3	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
	2	1	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
	2	2	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
11-sep-18	1	2	<i>Anagyrus pseudococci</i> Type1	parasitoide	1
	2	2	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	2
	2	3	Cecidomyiidae	depredador	1
	3	3	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
3-oct-18	2	1	<i>Anagyrus pseudococci</i>	parasitoide	1
	3	3	<i>Anagyrus</i> sp. near <i>pseudococci</i>	parasitoide	1
	3	3	<i>Prochyloneurus</i> sp.	parasitoide	1

1.3.3.2.3.3. Entomofauna auxiliar asociada al cultivo

Se identificaron un total de 4.218 artrópodos, distribuidos en 9 órdenes de clase Insecta más los arácnidos (Clase Arachnida).

Del total de artrópodos, los enemigos naturales supusieron el 54% del total de las capturas, siendo los parasitoides y los depredadores un 46% y un 8% de las capturas respectivamente.

Los parasitoides, todos del orden Hymenoptera, estuvieron representados por 17 familias, destacando la Aphelinidae con el 56% de los parasitoides, destacando las especies como *Cales noacki* How y el género *Eretmocerus* spp (ambos parasitoides de moscas blancas) y el género *Aphelinus* spp. (parasitoides de pulgones), la familia Encyrtidae supuso el 23% de los parasitoides, destacan los géneros *Metaphycus* spp. (parasitoides de coccidos del género *Coccus* spp.) y *Syrphophagus* spp. (descrito como hiperparasitoide)

(Hymenoptera: Chalcidoidea), destacamos también la familia Scelionidae 6% (Hymenoptera: Platygastroidea) y por último ha destacado la familia Braconidae 6% de los parasitoides, con los géneros *Trioxis* spp. y *Lysiphlebus* spp.(parasitoides de pulgones) (Hymenoptera: Ichneumonoidea) (Tabla 16).

Tabla 15. Listado de los parasitoides del orden Hymenoptera y sus familias más importantes, encontrados en trampas amarillas pegajosas, como promedio de artrópodos por semana, desde el 26 de abril hasta el 3 de octubre de 2018. En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Orden	Familia	Artrópodos/7d
Hymenoptera	Aphelinidae	426,0
	Encyrtidae	162,6
	Braconidae	58,5
	Scelionidae	47,1
	Mymaridae	16,8
	Megaspilidae	8,9
	Otros chalcidoidea	7,3
	Otros Hymenoptera	6,3
	Otros Ichneumonoidea	4,0
	Eulophidae	3,2
	Trichogrammatidae	2,3
	Pteromalidae	2,0
	Ceraphronidae	1,9
	Bethylidae	1,3
	Cynipidae	1,2
	Ichneumonidae	1,2
Chalcididae	1,0	

Tabla 16. Listado de órdenes y familias de los depredadores encontrados en trampas amarillas pegajosas, como promedio de artrópodos por semana, desde el 26 de abril hasta el 3 de octubre de 2018. En una parcela de cítricos ecológicos de Sagunto (Valencia).

Orden	Familia	Artrópodos/7d
Neuroptera	Coniopterigydae	96,1
	Chrysopidae	3,0
	Hemerobiidae	1,1
Coleoptera	Coccinellidae	18,1
Diptera	Cecidomyiidae	11,5
	Hybotidae	1,0
Hemiptera	Reduviidae	1,8
Arachnida		11,9

Los depredadores se distribuyeron en cuatro órdenes de insectos y los arácnidos, distribuidos en 7 familias. Los órdenes más importantes fueron el Neuroptera 68% de los depredadores y destacando la especie de coniopterigido *Semidalis aleyrodiformis* Stephens (49%), orden Coleoptera con los coccinélidos del género (*Scymnus* spp. y la especie *Propylaea quattuordecimpunctata* L) y el orden Diptera (familia Cecidomyiidae) (Tabla 17).

3.4. Comparación de frutales en función de la entomofauna auxiliar.

Los cítricos (*Citrus* spp.) han sido el cultivo por excelencia en la zona mediterránea, pero en los últimos años han surgido otros cultivos como el caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) y el granado (*Punica granatum* L) que están reemplazando al cultivo tradicional del cítrico en muchas zonas.



Figura 1.75: Detalle de tres de las parcelas de manejo ecológico muestreadas de caquis (arriba a la izquierda), granado (arriba a la derecha) y cítrico (abajo), todas ellas localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia.

Tras los seguimientos realizados en cada uno de estos tres cultivos durante 2017 (Figura 1.75) con trampas amarillas pegajosas, se ha llevado a cabo una comparación de la entomofauna auxiliar presente en ellos para hacer una puesta en valor de estos cultivos.

Se han identificado un total de 35.809 artrópodos pertenecientes a 11 órdenes distintos de la clase Insecta y Arachnida, siendo la más importante la primera. Del total de capturas, 10.951 artrópodos fueron encontrados en caqui, 4.989 artrópodos en granado y 19.869 en cítricos. Esto representa, teniendo en cuenta el número de trampas total por cultivo, 166 artrópodos por trampa y semana en caqui, 165 en granado y 160 en cítrico (Tabla 1.18).

Tabla 1.17. Clasificación de los órdenes de artrópodos más abundantes y sus porcentajes, encontrados en trampas amarillas pegajosas, respecto de un total de 35.809 artrópodos. Representados como (artrópodos/trampa y semana) en cultivos ecológicos desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017, en dos parcelas de caquis, dos de granados y una parcela de cítricos, localizadas al sudeste de la provincia de Valencia).

	Artrópodos/trampa y semana			%		
	Caqui	Granado	Cítrico	Caqui	Granado	Cítrico
Hemiptera	106,9	88,7	72,1	64,6	53,7	45,0
Hymenoptera	33,1	49,7	48,3	20,0	30,1	30,1
Neuroptera	9,0	2,2	18,7	5,4	1,3	11,6
Thysanoptera	5,8	6,0	3,2	3,5	3,7	2,0
Diptera	5,5	12,3	4,4	3,3	7,4	2,7
Psocoptera	3,3	3,4	9,1	2,0	2,1	5,6
Coleoptera	1,6	2,5	3,7	1,0	1,5	2,3
Araneae	0,4	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3
Lepidoptera	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2
Ephemeroptera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Blattodea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Si estudiamos los órdenes encontrados en cada uno de los cultivos, se observa que el orden Hemiptera y el Hymenoptera son los más importantes en todos ellos, con un 65% y 20% en caqui, un 54% y un 30% en granado y un 45% y un 30% en cítrico, respectivamente (Tabla 1.18).

En tercer lugar de importancia, destaca en cítricos y caquis el orden Neuroptera, con un 12% y 5%, respectivamente, mientras que en granado encontramos el orden Diptera con un 7% (Tabla 1.18).

El orden Hemiptera está representado fundamentalmente por moscas blancas (Aleyrodidae), que durante los últimos años ha incrementado su presencia en los cultivos

de la zona. También se observa presencia de cicadélidos en granado y de cóccidos diaspídidos en cítricos (Tabla 1.18).

El orden Hymenoptera, segundo grupo más numeroso en todos los cultivos, engloba casi en su totalidad a enemigos naturales parasitoides.

En función del nicho alimenticio, se observa que en los tres cultivos los más abundantes son los fitófagos, en caqui el 69%, en granado 58% y en cítrico 48% de las capturas. En cuanto a los enemigos naturales (EN), encontramos que en caqui el 16% son parasitoides y un 8% depredadores, en el cultivo del granado el 30% son parasitoides y sólo el 8% depredadores y por último, en el cultivo del cítrico el 30% son parasitoides y algo más de la mitad son depredadores (un 16%) (Figura 1.76).

Los enemigos naturales están respresentados por los órdenes depredadores Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Diptera, Coleoptera y la clase Arachanida y por los parasitoides del orden Hymenoptera. Podemos observar que son más numerosos en cítricos y granados (73 y 62 artrópodos/trampa y semana, respectivamente) que en caqui (40 artrópodos/trampa y semana) (Figura 1.76).

Si estudiamos lo que ocurre con cada grupo de enemigos naturales, vemos que los depredadores son más numerosos en cítricos (25 artrópodos/trampa y semana) que en granado y caqui (13 artrópodos/trampa y semana en los dos cultivos) (Figura 1.76).

El orden Neuroptera representa el 11% de las capturas en cítricos, el 5% en caqui y sólo el 1% en granado, destacando en cítricos los coniopterígid *Semidalis aleyrodiformis* Stephens y *Conwentzia psociformis* (Curtis), siendo la más destacada en caqui y granado *S. aleyrodiformis* (Tabla 1.19). Vercher *et al.* (2017a) ya observaron en estudios previos que el orden Neuroptera era característico también de las infraestructuras ecológicas asociadas al cultivo de los cítricos.

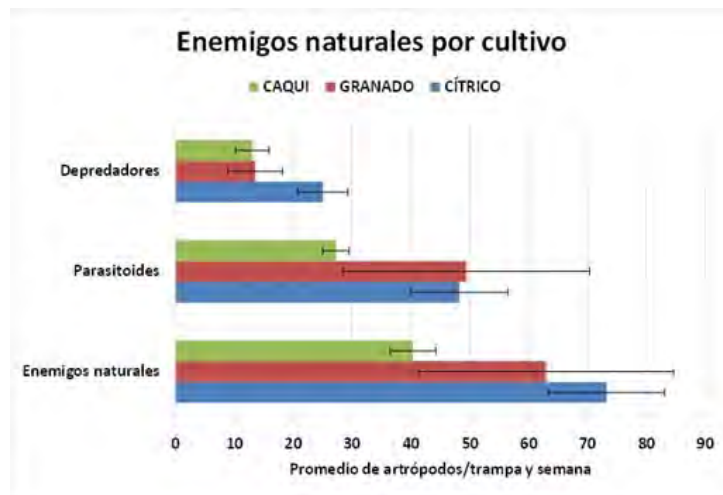


Figura 1.76: Número de enemigos naturales, parasitoides y depredadores por cultivo, como (promedio de artrópodos/trampa y 7 días). Encontrado en trampas amarillas pegajosas desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017, en dos parcelas de caquis, dos de granados y una parcela de cítricos, todas ellas de cultivos ecológicos, localizadas al sudeste de la provincia de Valencia.

Las capturas de depredadores dentro del orden Hemiptera han sido muy bajas en los tres tipos de cultivo, sólo obteniéndose alguna captura esporádica de depredadores de las familias Miridae, Anthocoridae o Lygaeidae (Tabla 1.19).

Las capturas de depredadores dentro del orden Coleoptera han pertenecido casi exclusivamente a la familia Coccinellidae. A pesar de que las capturas han sido bajas, representado el 2% en cítricos y escasas en caqui y granado, han estado representadas por un gran número de especies en los tres cultivos, destacando en cítricos *Rodolia cardinalis* (Mulsant), *Delphastus catalinae* (Horn), *Stethorus punctillum* (Weise), *Scymnus interruptus* (Goeze) y *Scymnus subvillosus* (Goeze), destacando en granado *Sc. interruptus*, *Sc. subvillosus*, *St. punctillum* y *Propylaea quatuordecimpunctata* L., por último, destacamos en caqui *Sc. interruptus*, *Sc. subvillosus*, *R. cardinalis*, *Pr. quatuordecimpunctata* y *D. catalinae* (Tabla 1.19).

En cuanto al orden Diptera, este está representado por las familias Cecidomyiidae y por el género *Platypalpus* (Hybotidae) fundamentalmente. De manera que los cecidómidos representan en un 5% en granados, un 2% en cítricos y 1% en caquis (Tabla 19).

Tabla 1.18. Abundancia relativa de órdenes y familias de depredadores, respecto de un total de 35.809 artrópodos, Cálculos realizados como (artrópodos/trampa y semana) encontrados en trampas amarillas pegajosas, en cultivos ecológicos de finales de abril a finales de octubre de 2017, en dos parcelas de caquis, dos de granados y una parcela de cítricos, localizadas al sudeste de la provincia de Valencia.

	Artrópodos/trampa y semana			% Caqui	% Granado	% Cítrico
	Caqui	Granado	Cítrico			
Neuroptera						
Chrysopidae	0,00	0,03	0,02	0,0	0,0	0,0
Coniopterygidae	8,90	2,18	18,64	5,4	1,3	11,6
Hemeroibiidae	0,07	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hemiptera						
Anthocoridae	0,02	0,10	0,05	0,0	0,1	0,0
Miridae	0,05	0,00	0,21	0,0	0,0	0,1
Lygaeidae	0,04	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0
Coleoptera						
Coccinellidae	0,70	1,30	3,38	0,4	0,8	2,1
Diptera						
Cecidomyiidae	1,92	9,26	2,37	1,2	5,6	1,5
Hybotidae (<i>Platypalpus</i> sp.)	0,90	0,37	0,08	0,5	0,2	0,0
Araneae	0,40	0,24	0,47	0,2	0,1	0,3

Si además de estudiar la abundancia de depredadores en cada uno de los cultivos, analizamos la diversidad de especies encontradas (s), observamos que esta es mayor en el cítrico (24 especies) y en el caqui (22 especies) que en el granado (18 especies) (Figura 1.77).

En cuanto a los parasitoides, al igual que ocurría con los depredadores, el caqui es el que menor número alberga (27 artrópodos/trampa y semana), comparado con el granado y el cítrico (49 y 48 artrópodos/trampa y semana) (Figura 76). Estos datos son similares a los encontrado por Vecher *et al.* (2017b), donde mostraron que el cultivo del caqui alberga una baja entomofauna auxiliar.

Dentro del orden Hymenoptera, la superfamilia más importante de parasitoides fue la Chalcidoidea en todos los cultivos, con un 27% de las capturas en cítricos, un 20% en granado y un 10% en caqui.

En cuanto a importancia de familias de calcidoideos, en los cítricos los parasitoides mas numerosos han sido los Encyrtidae, encontramos a las especies del género *Metaphycus* sp. (parasitoides de coccidos del género *Coccus*), la segunda familia en importancia son los Aphelinidae con especies como *Cales noacki* Howard (parasitoides de *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) y *Aphytis* sp. (parasitoides de coccidos Diaspididae) (Tabla 1.20).

En cuanto a las familias más importantes encontradas en el cultivo del granado, destacan la familia Encyrtidae con los géneros *Metaphycus* sp. y *Syrphophagus* sp., (parasitoides del género *Coccus* e hiperparasitoides, respectivamente), entre los Aphelinidae encontramos a la especie *C. noacki* y especies del género *Aphelinus* sp. (parasitoides de pulgones) y especies del género *Aphytis* sp., entre los Mymaridae destacan los género *Alaptus* sp. y *Gonatocerus* sp. (parasitoides de huevos de Psocoptera y huevos de Cicadellidae, respectivamente, García-Marí 2012; Tabla 1.20).

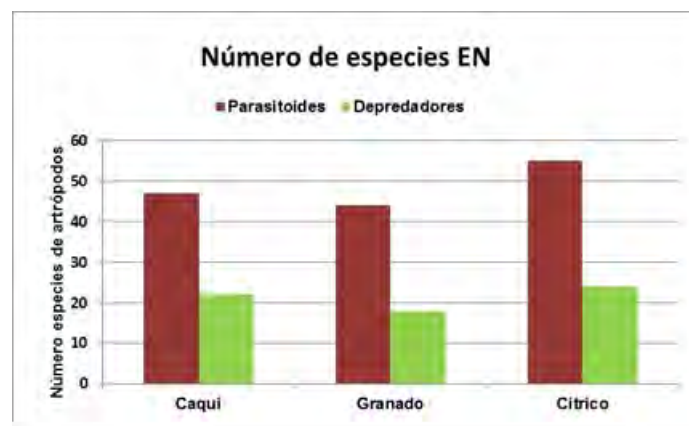


Figura 1.77: Número total de especies de parasitoides y depredadores por cada cultivo, encontrados en trampas amarillas pegajosas desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017, en dos parcelas de caquis, dos de granados y una parcela de cítricos, todas ellas de cultivos ecológicos, localizadas al sudeste de la provincia de Valencia.

Para el cultivo del caqui destacan las familias Aphelinidae con especies como *Encarsia* sp. (parasitoides de moscas blancas y de coccidos diapididae; García-Marí 2012), entre los Encyrtidae destacan especies del género *Metaphycus* sp. y entre los Mymaridae especies del género *Alaptus* sp. (Tabla 20).

Tras los calcidoideos, en cítricos aparece en segundo lugar en importancia la superfamilia Ichneumonoidea (1%), representada fundamentalmente por la familia Braconidae, y seguida de la superfamilia Platygastroidea (0.9%), destacando en ella la familia Scelionidae. En cuanto al cultivo del caqui, encontramos tras los calcidoideos la superfamilia Platygastroidea (2%), siendo también los Scelionidae los más importantes. Le siguen en abundancia Ceraphronoidea (1,8%) e Ichneumonoidea. Por último, en el cultivo del granado, además de los Chalcidoidea encontramos las superfamilias Ceraphronoidea (1%) y Platygastroidea (0,9%) (Tabla 22).

Tabla 1.19. Listado de los parasitoides del orden Hymenoptera y las superfamilias y familias más importantes, con sus porcentajes encontrados en trampas amarillas pegajosas, respecto de un total de 35.809 artrópodos. Representados como (artrópodos/trampa y semana) en cultivos ecológicos desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017, en dos parcelas de caquis, dos de granados y una parcela de cítricos, localizadas al sudeste de la provincia de Valencia.

	Artrópodos/trampa y semana			%		
	Caqui	Granado	Cítrico	Caqui	Granado	Cítrico
Hymenoptera						
Superfamilia Chalcidoidea	17,52	33,08	43,63	10,6	20,0	27,2
Afelinidae	7,38	5,97	16,14	4,5	3,6	10,1
Eulophidae	0,51	0,82	0,88	0,3	0,5	0,5
Encyrtidae	4,88	21,84	24,88	2,9	13,2	15,5
Mymaridae	4,11	2,82	1,46	2,5	1,7	0,9
Trichogrammatidae	0,20	0,40	0,04	0,1	0,2	0,0
Pteromalidae	0,19	0,46	0,05	0,1	0,3	0,0
Agaonidae	0,00	0,06	0,04	0,0	0,0	0,0
Superfamilia Ichneumonoidea	1,44	1,00	1,62	0,9	0,6	1,0
Ichneumonidae	0,58	0,31	0,23	0,3	0,2	0,1
Braconidae	0,82	0,66	1,19	0,5	0,4	0,7
Superfamilia Vespoidea	0,03	0,03	0,01	0,0	0,0	0,0
Superfamilia Chrysoidea	0,00	0,09	0,06	0,0	0,1	0,0
Bethyidae	0,00	0,09	0,01	0,0	0,1	0,0
Chrysididae	0,00	0,00	0,05	0,0	0,0	0,0
Superfamilia Platygastroidea	4,21	1,50	1,49	2,5	0,9	0,9
Scelionidae	3,77	1,25	1,43	2,3	0,8	0,9
Superfamilia Ceraphronoidea	2,94	1,64	0,66	1,8	1,0	0,4
Ceraphronidae	2,47	1,49	0,43	1,5	0,9	0,3
Megaspilidae	0,47	0,15	0,23	0,3	0,1	0,1
Superfamilia Cynipoidea	0,21	0,21	0,16	0,1	0,1	0,1

Al igual que ocurría con la diversidad de especies de depredadores en los diferentes cultivos, encontramos una mayor diversidad de especies de parasitoides en el cultivo del cítrico (55 especies), que en el cultivo del caqui y del granado (47 y 44 especies, respectivamente) (Figura 1.76).

Los resultados indican que en general, el cultivo del cítrico alberga una mayor entomofauna auxiliar, seguido del granado y por último del caqui. Estas diferencias pueden ser en parte debidas a que, al ser el caqui un cultivo caduco, ofrece un hábitat más inestable a los enemigos naturales. El cítrico es un árbol grande con mucho follaje y puede que presente un hábitat más favorable a los enemigos naturales que el granado, cuyo porte e índice foliar, en parcelas comerciales, es mucho menor. En cuanto a la distribución de enemigos naturales en los tres cultivos, los himenópteros parasitoides fueron los más abundantes, con diferencia.

Entre los parasitoides han abundado los himenópteros calcidoideos, destacando en cítricos las familias Encyrtidae y Aphelinidae, (principalmente el género *Metaphycus* sp. y la especie *Cales noacki*). En el cultivo del granado destacan las familias Encyrtidae, Aphelinidae y Mymaridae (principalmente los géneros *Metaphycus* sp. y *Syrphophagus* sp.). Asimismo las familias de parasitoides que más han destacado en el cultivo del caqui son Aphelinidae, Encyrtidae y Mymaridae, concretamente el género *Aphelinus* sp.

Los depredadores fueron muy escasos en caqui, y muy abundantes en cítrico, destacando los neurópteros *S. aleyrodiformis* y *C. psociformis* y la familia de los coccinélidos.

Estos resultados fueron publicados en las Actas del XIII Congreso de la SEAE de Logroño (14 al 17 de noviembre de 2018) con el siguiente título:

Sánchez-Domingo, A.; González-Cavero, S.; Domínguez-Gento, A. y Vercher, R. 2018. Entomofauna auxiliar asociada a los cultivos de caqui (*Diospyros kaki* Thunb.), granado (*Punica granatum* L) y cítricos (*Citrus* spp.) con manejo ecológico. Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

1.3.5. Influencia del tipo de manejo, ecológico y convencional.

Existen numerosos estudios en los que se compara el efecto de los sistemas de cultivo ecológico y convencional en la entomofauna auxiliar beneficiosa (Suckling *et al.*, 1999; Rundlöf *et al.*, 2001; Bengtsson *et al.*, 2005; Simon *et al.*, 2007; Vercher *et al.*, 2010), pero pocos de ellos se refieren al cultivo del caqui. Estudios previos indican que, aunque los resultados varían en función de los grupos estudiados, en general, la abundancia de artrópodos auxiliares es generalmente superior en el sistema ecológico frente al convencional (Winqvist *et al.*, 2012; Vercher *et al.*, 2010). Esta mayor presencia de entomofauna auxiliar ayuda a mejorar la regulación natural de las poblaciones de plagas.

Para conocer la influencia del tipo de manejo (convencional o ecológico) en la entomofauna auxiliar del cultivo, durante dos campañas se llevaron a cabo seguimientos quincenales con trampas amarillas pegajosas en ocho parcelas cultivadas con manejo ecológico (cuatro parcelas) y convencional (cuatro parcelas) localizadas en la zona de La Ribera, al sudeste de la provincia de Valencia, todas ellas con condiciones ambientales similares.

Se han identificado un total de 29.912 artrópodos en los dos años de muestreo, 23.083 artrópodos en las parcelas ecológicas (10.951 artrópodos en 2017 y 12.132 en 2018) y 6.829 artrópodos en la parcela convencional (2.612 artrópodos en 2017 y 4.217 en 2018). Esto supone, 202 artrópodos por trampa y semana en promedio en manejo ecológico frente a 154 en convencional. Se han encontrado artrópodos pertenecientes a 10 órdenes distintos en manejo ecológico y a 11 órdenes en manejo convencional, distribuidos entre las clases Arachnida e Insecta, perteneciendo la gran mayoría a esta última (Tabla 1.21 y Figura 1.78). En el grupo indicado como Otros se encuentran los órdenes Coleoptera, Araneae, Lepidoptera, Ephemeroptera y Collembola.

El orden más abundante en manejo ecológico ha sido el Hemiptera con alrededor de un 75% de las capturas. Esto se debe a la gran presencia de moscas blancas (Aleyrodidae) durante los últimos años en el cultivo del caqui, ya que casi la totalidad de los hemípteros pertenecen a esta familia. El segundo orden en importancia ha sido el Hymenoptera, representado fundamentalmente por enemigos naturales parasitoides (Tabla 21 y Figura 78).

En manejo convencional el orden Hemiptera ha alcanzado un 41,5% de las capturas, siendo el segundo orden en importancia por detrás del Diptera, con un 46%. La gran mayoría de los dípteros han sido mosquitos quironómidos (Tabla 21 y Figura 78).

Si estudiamos las capturas en función de su nicho alimenticio, se observa que en manejo ecológico el 78% de las capturas son fitófagos, frente al 45% en manejo convencional ($F= 14,10$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0003$). Los enemigos naturales suponen un 16% y un 8% en manejo ecológico y convencional, respectivamente, siendo tres veces más numerosos en manejo ecológico que en convencional ($F= 27,00$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0000$). Esta baja presencia de enemigos naturales en el cultivo del caqui en manejo convencional ya había sido demostrada por Vercher *et al.* (2017b) en estudios llevados a cabo en la misma zona entre 2014 y 2016.

En ambos casos los parasitoides son los enemigos naturales más importantes, con un 11% en ecológico y 7% en convencional ($F= 14,92$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0002$). Los depredadores, seis veces más abundantes en ecológico que en convencional, suponen un 5% en ecológico y apenas un 1% en convencional ($F= 26,67$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0000$). Destacan los individuos con otro tipo de nicho alimenticio, como los saprófagos, que mientras en manejo ecológico ocupan un 6% de las capturas, en manejo convencional

alcanzan el 47%, siete veces más numerosos en este último que en manejo convencional ($F= 10,16$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0019$) (Figura 1.79).

Tabla 1.20. Clasificación de los órdenes de artrópodos (promedio 7 días y trampa) capturados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y una de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018.

Órdenes	Promedio / trampa y semana		
	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL	TOTAL
HEMIPTERA	150,9	50,5	110,9
DIPTERA	9,7	85,3	39,8
HYMENOPTERA	21,7	10,4	17,2
THYSANOPTERA	6,4	4,3	5,6
NEUROPTERA	6,1	0,5	3,9
PSOCOPTERA	2,4	1,7	2,1
OTROS	5,1	1,0	3,5
Total	202,4	153,7	183,0

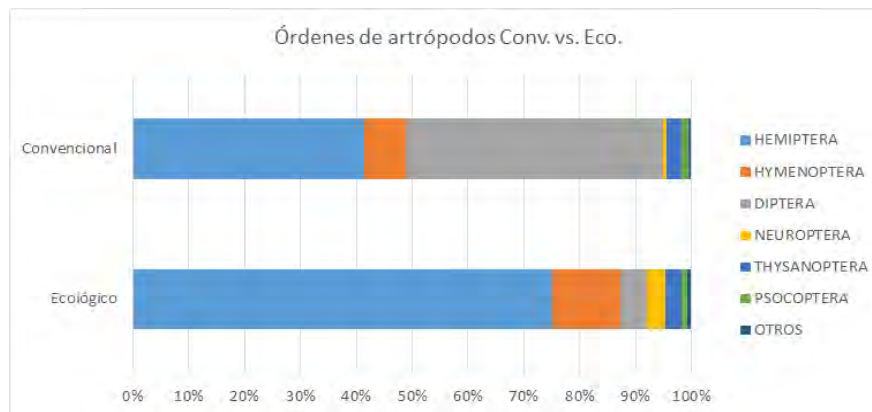


Figura 1.78: Distribución de los artrópodos capturados en función de su nicho alimenticio en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018.

Los parasitoides estuvieron representados en su totalidad por himenópteros y la superfamilia Chalcidoidea fue la más numerosa en ambos manejos, aunque significativamente más abundante en manejo ecológico que convencional ($F= 11,06$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0013$). Las superfamilias Platygastroidea e Ichneumonoidea también mostraron

una presencia relevante, aunque sin diferencias significativas en cuanto a manejo ($F= 1,46$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,2294$ y $F= 1,15$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,2860$, respectivamente). Por último, la superfamilia Ceraphronoidea, aunque no muy abundante en cuanto capturas, fue significativamente mayor en manejo ecológico que en manejo convencional ($F= 20,89$; $g.l.= 1,96$; $P= 0,0000$) (Figura 1.80).

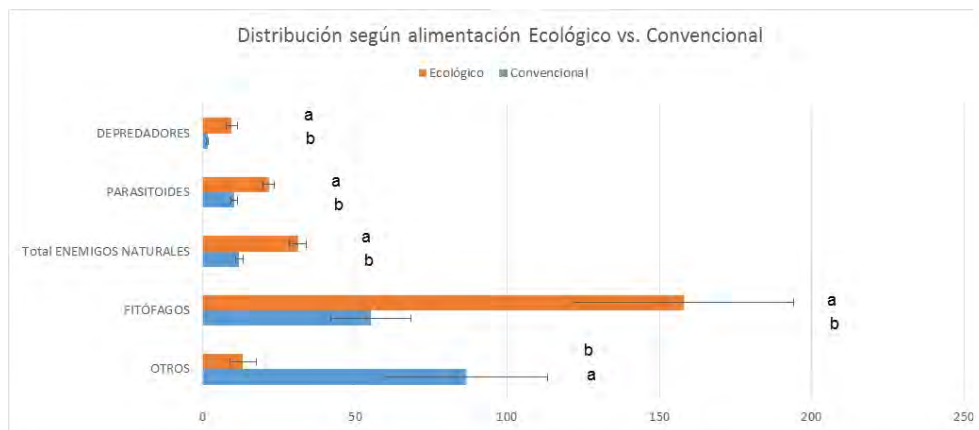


Figura 1.79: Abundancia total de los artrópodos capturados en función de su nicho alimenticio en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018. Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

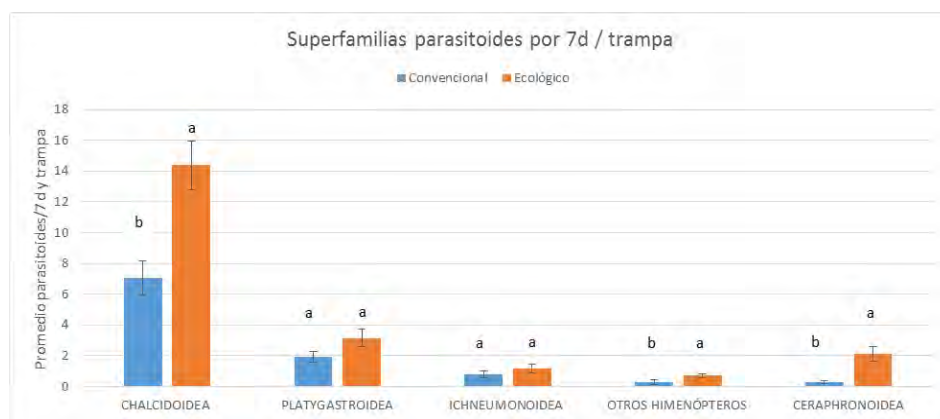


Figura 1.80: Abundancia relativa de las superfamilias de himenópteros parasitoides capturados en los muestreos realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018. Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Al estudiar en mayor profundidad las capturas del grupo más importante de himenópteros, dentro de la superfamilia Chalcidoidea se encontraron individuos pertenecientes a seis familias diferentes, destacando Aphelinidae, Encyrtidae y Mymaridae. Más del 90% de los afelínidos encontrados fueron parasitoides de moscas blancas, muy numerosas en el cultivo. Los encírtidos más importantes fueron los *Metaphycus* sp., parasitoides de cóccidos (Hemiptera). Sin embargo, los parasitoides de pseudocóccidos, plaga común en el caqui, fueron poco numerosos. Los mimáridos fueron abundantes, pero la especie más importante (*Alaptus* sp.) es parasitoide de psocópteros, que no son insectos plaga. En estas dos últimas familias se encontró una presencia significativamente mayor en manejo ecológico que en manejo convencional ($F= 10,22$; g.l.= 1,96; $P= 0,0019$ y $F= 19,75$; g.l.= 1,96; $P= 0,0000$, respectivamente). Aunque la abundancia de las familias Pteromalidae y Trichogrammatidae fue menor, su presencia también fue significativamente más importante en ecológico que en convencional ($F= 5,40$; g.l.= 1,96; $P= 0,0222$ y $F= 4,81$; g.l.= 1,96; $P= 0,0306$, respectivamente) (Figura 1.81).

Dentro de las cuatro familias más importantes de parasitoides encontradas destaca que, independientemente de la abundancia relativa de cada una de ellas en cada tipo de manejo, el número de especies encontradas es diferente (riqueza). De manera que, la diversidad de especies encontrada dentro de cada una de las familias, es mayor en todos los casos en manejo ecológico que en convencional (Tabla 1.22).

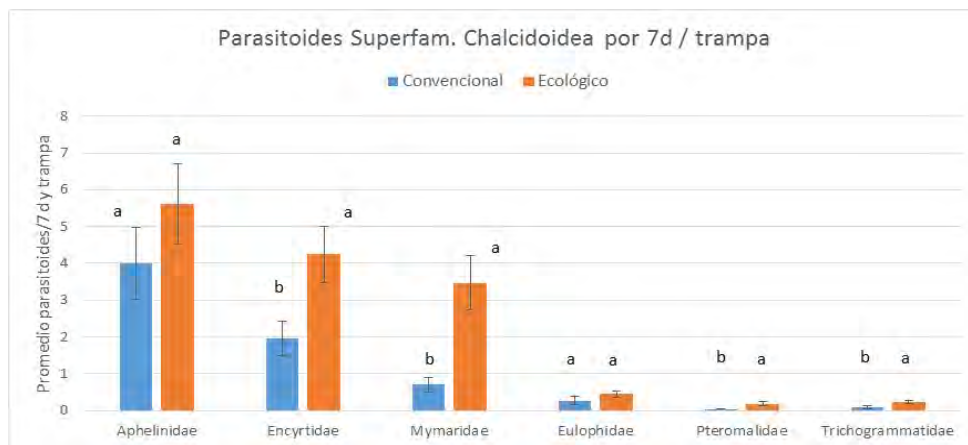


Figura 1.81: Abundancia relativa de las familias de himenópteros parasitoides de la superfamilia Chalcidoidea capturados en los muestreos realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y una de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018. Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En cuanto a los grupos de depredadores encontrados en el cultivo del caqui, una vez más aparecen diferencias en función del manejo realizado. De manera que, tanto los neurópteros ($F= 9,55$; g.l.= 1,96; $P= 0,0026$), como los dípteros ($F= 26,53$; g.l.= 1,96; $P= 0,0000$) y coleópteros ($F= 11,73$; g.l.= 1,96; $P= 0,0009$) fueron significativamente más numerosos en manejo ecológico que en manejo convencional (Figura 1.82).

Dentro de los neurópteros, el grupo mayoritario en ambos manejos, la especie más abundante fue *Semidalis aleyrodiformis* Stephens (Coniopterygidae), depredador generalista que se estaría alimentando probablemente de moscas blancas.

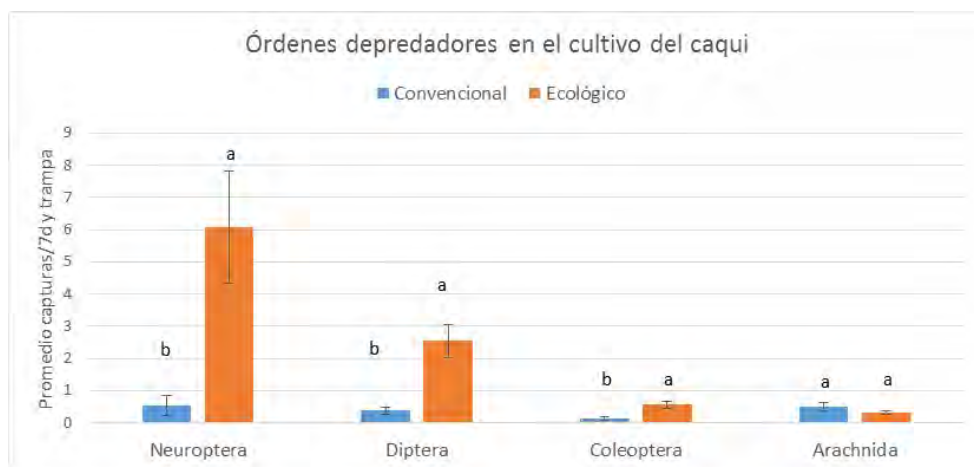


Figura 82: Abundancia de órdenes depredadores encontrados en los muestreos realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018. Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tabla 1.21. Número de especies encontradas (riqueza (s)) en las familias de Chalcidoidea capturadas en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018.

s	Convencional	Ecológico
Aphelinidae	6	7
Encyrtidae	5	11
Mymaridae	5	7
Eulophidae	5	6

El promedio de individuos de mosca blanca encontrados por hoja ha sido similar en los dos tipos de manejo (2,9 individuos en convencional frente a 2,3 individuos en ecológico, $F= 0,01$; g.l.= 1,1180; $P= 0,9279$) (Figura 1.83). Por lo que a pesar de encontrar significativamente un mayor número de adultos de moscas blancas en el cultivo del caqui ecológico ($F= 17,15$; g.l.= 1,96; $P= 0,0001$), la plaga predominante, los niveles de mosca blanca en hoja son similares en ambos tipos de manejo (Figura 1.83). Los enemigos naturales en ecológico, donde fueron más abundantes, podrían estar contribuyendo a la gestión de la plaga.

Las parcelas de manejo ecológico presentaron el doble de artrópodos que las de convencional, así como una mayor diversidad de especies. Si analizamos el nicho ecológico, se observa que en manejo ecológico hay un mayor número de insectos plaga y más enemigos naturales, que son tres veces más abundantes en manejo ecológico que en convencional. En ambos casos los parasitoides son los enemigos naturales más importantes y los depredadores aparecen seis veces más en ecológico que en convencional. Destacan, tanto en ecológico como en convencional, la especie neuróptera *S. aleyrodiformis*, probablemente alimentándose de moscas blancas, pues en estudios anteriores a la aparición de la plaga, no estaban presentes.

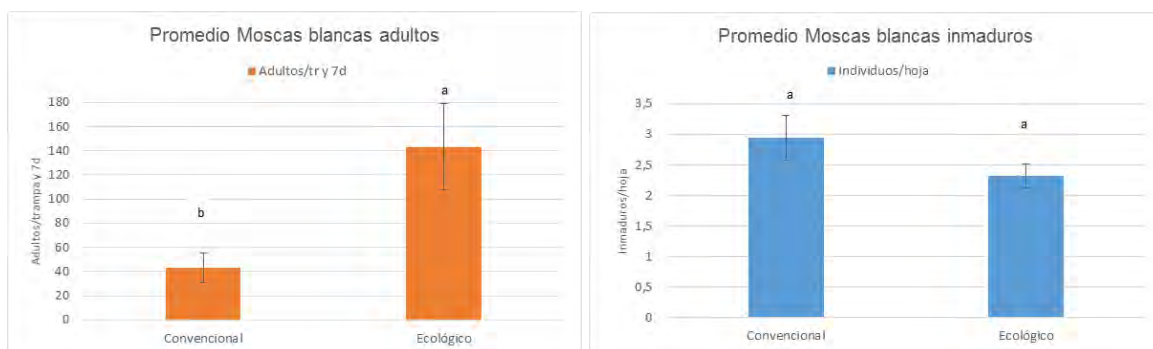


Figura 1.83: Promedio de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) encontradas como adultos en trampas amarillas (por muestreo y semana) (izqda.) y en hojas (total de individuos por muestreo y hoja) (drcha.) en los muestreos realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y dos de manejo convencional (37 trampas amarillas), localizadas en la zona de La Ribera, sudeste de la provincia de Valencia, durante la campaña 2017 y 2018. Barras de error estándar con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los parasitoides estuvieron representados en su totalidad por himenópteros y la superfamilia Chalcidoidea fue la más numerosa en ambos manejos, aunque significativamente más abundante en manejo ecológico que convencional.

Más del 90% de los afelínidos encontrados son parasitoides de moscas blancas. Los encírtidos más importantes son los *Metaphycus* sp. (parasitoides de cóccidos) y los parasitoides de pseudocóccidos, plaga común en el caqui, son poco numerosos. Los mimáridos son abundantes, pero las especies encontradas no son parasitoides de plagas importantes.

A pesar de encontrar un mayor número de adultos de mosca blanca en manejo ecológico, cuando se evalúa el daño en las hojas, los niveles de la plaga, son similares en ambos tipos de manejo. Es decir, aunque aparecen más adultos de plaga, cuando analizamos el daño en hojas, vemos que los niveles son similares en ambos manejos. Ello puede ser debido a que los enemigos naturales en ecológico, donde fueron más abundantes, podrían estar contribuyendo a la gestión de la plaga.

Estos resultados fueron publicados en las Actas del XIII Congreso de la SEAE de Logroño (14 al 17 de noviembre de 2018) con el siguiente título:

González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de manejo, ecológico o convencional, en la entomofauna auxiliar asociada al cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb.). Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

3.6. Infraestructuras ecológicas y cultivos.

Existen muchos estudios sobre el efecto de las infraestructuras ecológicas sobre la entomofauna auxiliar presente en los cultivos (Altieri *et al.*, 2010; Vercher *et al.*, 2016) y es conocido que, la presencia de estas infraestructuras puede afectar al control biológico de plagas del cultivo adyacente.

Durante estos dos años de trabajos se ha realizado el seguimiento de varias parcelas de granados y caquis ecológicos con diversas infraestructuras ecológicas, por lo que resulta de gran interés estudiar el efecto que hayan podido tener sobre la entomofauna auxiliar de los cultivos.

Para evaluar la presencia de estas infraestructuras se asignaron valores en función de la abundancia, distancia al cultivo estudiado, obteniéndose un valor máximo de infraestructuras de 8 puntos (Figura 1.84).

Distancia a infraestruct + cercana		niveles	seto perimetral	niveles	bosque cercano
niveles	gestión	total (3-4)	1	vecino	1
Menos 25m	1	parcial (1-2)	0,5	menos 500 m	0,5
De 25 a 50m	0,5	no	0	mas 500m	0
Más de 50+	0				

niveles	cubierta	niveles	otros árboles en la parcela	niveles	fuentes de agua
permanente	1	varios	1	al lado	1
arada	0,5	algunos	0,5	cerca	0,5
sin cubierta	0	nada	0	lejos	0

niveles	cubierta basal	niveles	cultivos vecinos
permanente	1	muy heterogeneo	1
arada	0,5	algun otro cultivo	0,5
sin cubierta	0	homogeneo	0

Figura 1.84: Valores asignados a las diferentes infraestructuras ecológicas presentes en las proximidades y en el cultivo, en función de la abundancia y distancia al cultivo estudiado.

Si analizamos el efecto de las infraestructuras en los dos cultivos estudiados durante 2017 y 2018, se observa claramente cómo a mayor número de infraestructuras ecológicas presentes en el cultivo, existe un mayor número de enemigos naturales en el mismo (Figura 1.85). De la misma forma, si estudiamos por separado la abundancia de parasitoides y de depredadores (Figura 1.86) en ambos cultivos, encontramos que también se cumple esta correlación, sobretodo en el caso de los parasitoides. La presencia de los depredadores no parece estar tan relacionada con la presencia de las infraestructuras ecológicas como los parasitoides, quizás debido a que el número de depredadores en estos cultivos fue muy bajo.

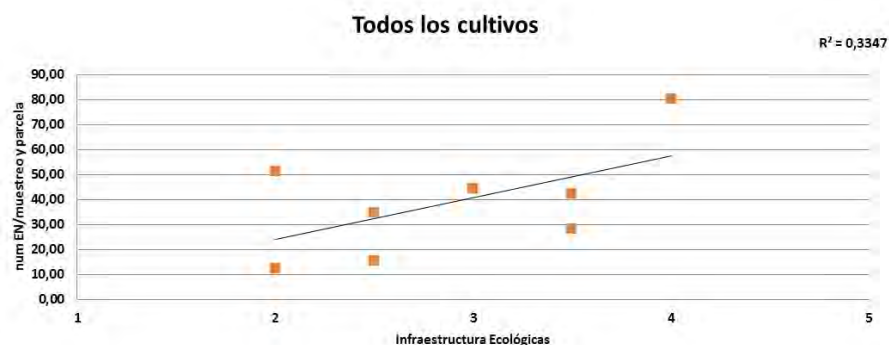


Figura 1.85: Correlación entre las infraestructuras ecológicas y el número de enemigos naturales (EN) por muestreo y parcela. Muestréos realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y en tres parcelas de granados ecológicos (42 trampas amarillas), desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017 y 2018. Parcelas

localizadas en los términos municipales de Alzira, Picassent, Carcaixent, Alcudia y Carlet (Valencia)

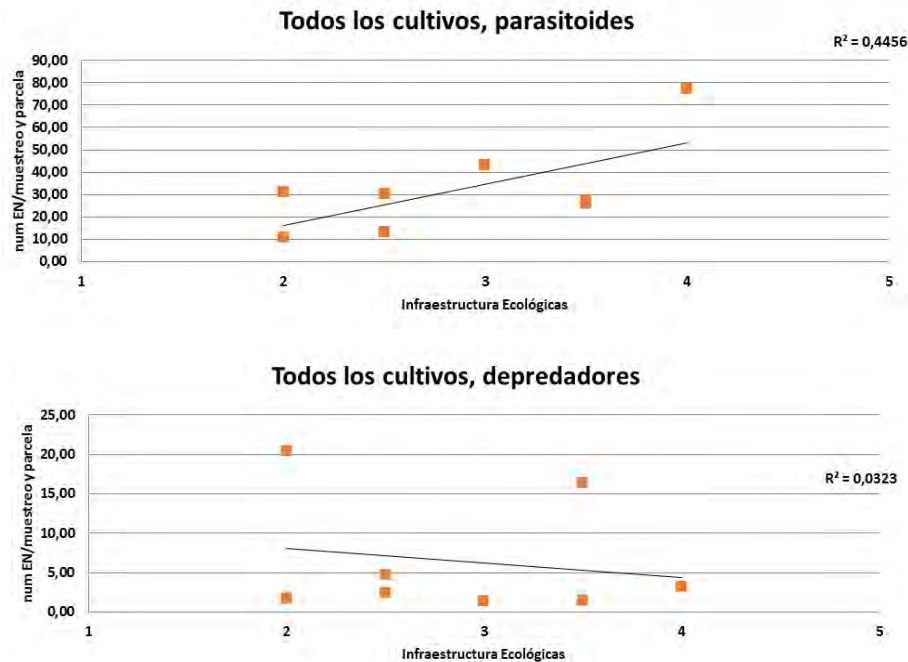


Figura 1.86: Correlación entre las infraestructuras ecológicas y los parasitoides y depredadores por muestreo y parcela. Muestras realizadas en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) y en tres parcelas de granados ecológicos (42 trampas amarillas), desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017 y 2018. Parcelas localizadas en los términos municipales de Alzira, Picassent, Carcaixent, Alcudia y Carlet (Valencia)

Al analizar lo que ocurre en cada uno de los cultivos por separado, en el caso del caqui, se observa que esta relación es mucho más intensa en depredadores que en parasitoides, $R^2=0,92$ y $R^2=0,35$, respectivamente (Figura 1.87).

En cuanto al efecto de las diversas infraestructuras ecológicas sobre la entomofauna auxiliar del cultivo del granado, se observa de manera contraria a lo que ocurriría en el cultivo del caqui que, no se observa una mayor presencia de depredadores a mayor abundancia de infraestructuras (Figura 1.88). Sí se constata una relación directa entre el número de infraestructuras ecológicas adyacentes y la presencia de parasitoides en el cultivo ($R^2=0,70$).

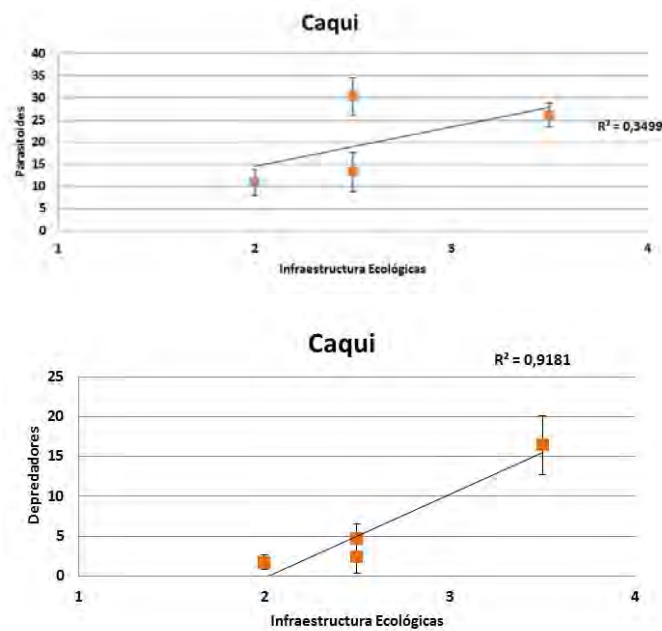


Figura 1.87: Correlación entre las infraestructuras ecológicas y los parasitoides y depredadores por muestreo y parcela. Muestrros realizados en cuatro parcelas de caquis de manejo ecológico (59 trampas amarillas) desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017 y 2018. Parcelas localizadas en los términos municipales de Carcaixent y Carlet (Valencia).

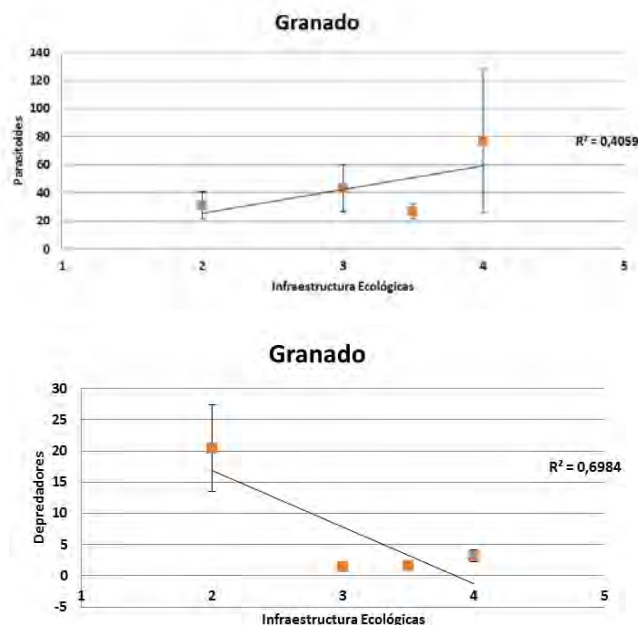


Figura 1.88: Correlación entre las infraestructuras ecológicas y los parasitoides y depredadores por muestreo y parcela. Muestrros realizados en tres parcelas de granados ecológicos (42 trampas amarillas), desde finales de abril hasta finales de octubre de 2017 y

2018. Parcelas localizadas en los términos municipales de Alzira, Picassent y Carcaixent (Valencia)

Podemos concluir que, en los cultivos estudiados, la presencia de los enemigos naturales se ha visto potenciada por la presencia de infraestructuras ecológicas en las proximidades de los mismos, por lo que el dotar a los cultivos de diversidad de infraestructuras favorece el posible control biológico de plagas.

1.3.3.7. Divulgación de los resultados.

Se han presentado tres publicaciones al congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE):

González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de manejo, ecológico o convencional, en la entomofauna auxiliar asociada al cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb.). Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

Ramírez-Ferrer, G.; González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Rubio, A.; García, A.; Cuenca, F.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de cubierta en la diversidad y abundancia de la entomofauna auxiliar en cítricos ecológicos. Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

Sánchez-Domingo, A.; González-Cavero, S.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Entomofauna auxiliar asociada a los cultivos de caqui (*Diospyros kaki* Thunb.), granado (*Punica granatum* L) y cítricos (*Citrus* spp.) con manejo ecológico. Actas del XIII Congreso de la SEAE. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.

Se han realizado tres charlas de divulgación de transferencias de tecnología:

- Jornada de sobre cubiertas en viña. Fontanars del Alforins.
- Jornada de cubiertas en cítricos. Villarreal.
- Jornada sobre el granado. Sede FECOAV.

Se ha llevado a cabo la divulgación de resultados a través de docencia a los estudiantes de Grado y Máster de Ingenieros Agrónomos y máster internacional Máster

Erasmus Mundus de Plant Health (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, UPV).

Se han realizado reuniones participativas con los participantes de la contraparte del Proyecto (Sanidad Vegetal Almassora y Servicio de Producción Ecológica de Valencia y de Castellón) (las actas de las reuniones están disponibles en la Unidad de Ecología y pueden ser solicitadas por cualquiera de los participantes).

1.4. Conclusiones

1.4.1 Granado

1. Se ha llevado a cabo el seguimiento de pulgones en varias parcelas ecológicas durante dos años, en La Ribera y L'Horta Sud. En ninguna de las parcelas el pulgón ha causado daños en los frutos, en oposición a lo que ocurren en las parcelas convencionales, donde esta plaga aparece en verano en frutos, causando pérdidas de cosecha y obligando a tratamientos continuados.

2. Este año 2018 la gran presencia de depredadores coccinélidos ha impedido obtener resultados de los ensayos realizados sobre pulgón en primavera, ya que tras el tratamiento la parcela se llenó de depredadores y el pulgón desapareció rápidamente tanto en los testigos como en los 3 productos ensayados.

3. El ensayo sobre la influencia del tipo de gestión de la cubierta en el control biológico de las plagas debe ser continuado un año más. Parece que hay mucho menos cotonets (y más parasitoides) en las parcelas con cubierta permanente (cubierta segada) que en las parcelas con cubierta parcial (se siegan y se aran dos veces al año). Sin embargo, con la polilla pasa lo contrario. Hay que continuar con los estudios para descartar que estas diferencias sean debidas a diferencias microclimáticas de la propia parcela.

4. Se han estudiado los enemigos naturales más presentes en el cultivo, asociándolos a las plagas de las que se alimentan. Se constata una mayor presencia de parasitoides que de depredadores, que son poco numerosos si los comparamos con los que aparecen en los cítricos.

1.4.2 Caqui

1. Se ha estudiado la dinámica poblacional de la mosca blanca y se ha establecido los momentos adecuados para hacer tratamientos. Para controlar esta plaga es clave el momento

de tratamiento, pues tratamientos alejados de este periodo son claramente inefectivos. Se debe tratar prioritariamente la primera generación, ya que es la que causa el mayor daño.

2. La mosca blanca *Paraleiodes minei* aparece cada año más pronto, lo que augura que en poco tiempo puede convertirse en un problema importante. De esta plaga se conoce muy poco y no hay parasitoides identificados.

3. De los productos ensayados, el mejor (especialmente en los primeros estadíos) ha resultado ser el aceite parafínico, pero cuando los niveles poblaciones de plaga son altos, no se consigue evitar la aparición de negrilla.

4. Las sueltas del fitoseido depredador *Amblyseius swirskii* han resultado ineficientes incluso en parcelas con niveles bajos de plaga.

5. Las sueltas de *Cryptolaemus montrouzieri* en parcelas con altos niveles de cotonet, no han disminuido los niveles de plaga, pero si han evitado que estas aumentaran. Se confirma que solo cuando hay niveles elevado de cotonets en la parcela, el depredar permanece en esta. Por lo que desafortunadamente, este depredador no es eficaz para controlar la plaga a niveles de umbral económico de daño.

6. Se confirma que las parcelas ecológicas tienen menos niveles de *P. citri* que las convencionales. Creemos que el hecho de que tengan cubiertas vegetales y un suelo con más materia orgánica contribuye a mantener esta plaga a niveles bajos.

7. Se han estudiado los enemigos naturales más presentes en el cultivo, asociándolos a las plagas de las que se alimentan. Se constata una baja diversidad de parasitoides y un escaso número de depredadores, siendo las arañas los más abundantes, seguidos de coniopterígid (que están alimentándose de la mosca blanca). Entre los parasitoides son muy comunes los *Metaphycus* spp, parasitoides de caparretas, que no suelen ser plaga importante, seguramente por el buen control que ejercen estos parasitoides.

1.4.3 Citricos

Ensayo cubiertas

1. Las cubiertas vegetales sembradas, en las condiciones mediterráneas, van variando de composición con el tiempo, hacia una cubierta de especies mixtas sembradas y espontáneas. De entre todas las especies sembradas, la que mostró mayor arraigo y presencia fue *Medicago sativa*. Del resto de especies sembradas en 2016, su presencia en 2018 era anecdótica o estacional.

2. Los resultados muestran que las cubiertas albergaron diferentes proporciones de fitófagos y enemigos naturales durante la primavera y el verano, y respondieron de manera diferente al estrés hídrico. Este estudio confirma que la variación en la composición vegetal de las infraestructuras ecológicas influye en la composición y abundancia de la entomofauna auxiliar. Así, la cubierta T3, dominada por *M. sativa*, presentó mayor número de parasitoides calcidoideos de interés para el control de fitófagos. Estas conclusiones aún son parciales, debido a la gran cantidad de datos y de análisis necesarios para obtener conclusiones.

Delottococcus aberiae:

3. Se han llevado ensayos sobre la eficacia de las suelta tempranas de *Cr. montrouzieri* para el control de esta plaga. Estas sueltas tempranas no son eficaces ya que el coccinélido aumenta su población en junio-julio (a pesar de soltarse en marzo), cuando la plaga ya ha hecho el daño sobre los frutos.

4. Se realizó un ensayo para determinar si las hormigas interfería la eficacia del depredador. Los resultados han sido sorprendentes, pues han mostrado que más eficaz que soltar *Cr. montrouzieri* resulta el interferir la actividad de las hormigas. Esta metodología está basada en dejar masa de pan en la base del tronco. Las hormigas toman la mezcla y se la llevan al hormiguero, allí fermenta y contamina el hormiguero. No es una metodología para eliminar las hormigas, sino para interferirlas y hacerlas menos abundantes en el árbol.

5. Los tratamientos repetitivos que ha realizado el productor en la T1 y parcialmente en la T2 no han tenido buena eficacia. Se han alcanzado pérdidas de cosecha comercial de un 30%.

6. *Cr. montrouzieri* sí tiene una relación densidad dependiente con la plaga, pero solo permanecen los árboles, si los niveles de cotonet son altos. Hemos calculado que solo empieza a aparecer en el árbol cuando hay mínimo un 12% de frutos atacados, lo que se considera el umbral en el que empieza a hacer daño. Esto implica que el depredador no es eficaz para disminuir los daños en cosecha. Se deben buscar alternativas a este depredador o buscar maneras de poder aumentar su eficacia.

7. Un aspecto llamativo del ensayo fue la aparición en niveles muy elevados del coccinélido *Scymnus* sp. (*Sc. subvillosus* y *Sc. interruptus*) durante una el mes de mayo. Se ha constatado que, aunque depreda al cotonet, no muestra una relación densidad dependiente con la presa, por lo que no resulta eficaz para controlar la plaga.

8. Se han encontrado varios depredadores y parasitoides alimentándose de esta plaga. Entre los depredadores destacan los coccinélidos, los crisópidos y los cunáxidos. Los parasitoides han sido escasos y aparecen a partir de mediados de julio, cuando la plaga ya ha hecho el daño en frutos. Las especies encontradas son Se han identificado *Anagyrus pseudococci*, *Anagyrus* sp. near *pseudococci* y *Prochyloneurus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae). También aparecieron dípteros Cecidomyiidae.

9. Se ha correlacionado el nivel de cotonets en fruto con los niveles de daño en cosecha final. También se ha determinado los periodos de máxima sensibilidad del fruto tanto para la deformación de frutos, como para que los frutos se queden enanos.

1.4.4 Comparación frutales en función de la entomofauna auxiliar

1. Los resultados indican que en general, el cultivo del cítrico alberga una mayor entomofauna auxiliar, seguido del granado y por último del caqui. Estas diferencias pueden ser en parte debidas a que, al ser el caqui un cultivo caduco, ofrece un hábitat más inestable a los enemigos naturales. El cítrico es un árbol grande con mucho follaje y puede que presente un hábitat más favorable a los enemigos naturales que el granado, cuyo porte e índice foliar, en parcelas comerciales, es mucho menor. En cuanto a la distribución de enemigos naturales en los tres cultivos, los himenópteros parasitoides fueron los más abundantes, con diferencia.

2. Entre los parasitoides han abundado los himenópteros calcidoideos, destacando en cítricos las familias Encyrtidae y Aphelinidae, (principalmente el género *Metaphycus* sp. y la especie *Cales noacki*). En el cultivo del granado destacan las familias Encyrtidae, Aphelinidae y Mymaridae (principalmente los géneros *Metaphycus* sp. y *Syrphophagus* sp.). Asimismo las familias de parasitoides que más han destacado en el cultivo del caqui son Aphelinidae, Encyrtidae y Mymaridae, concretamente el género *Aphelinus* sp.

3. Los depredadores fueron muy escasos en caqui, y muy abundantes en cítrico, destacando los neurópteros *S. aleyrodiformis* y *C. psociformis* y la familia de los coccinélidos.

1.4.5 Influencia del tipo de manejo, ecológico y convencional

1. Las parcelas de manejo ecológico presentaron el doble de artrópodos que las de convencional, así como una mayor diversidad de especies. Si analizamos el nicho

ecológico, se observa que en manejo ecológico hay un mayor número de insectos plaga y más enemigos naturales, que son tres veces más abundantes en manejo ecológico que en convencional. En ambos casos los parasitoides son los enemigos naturales más importantes y los depredadores aparecen seis veces más en ecológico que en convencional. Destacan, tanto en ecológico como en convencional, la especie neuróptera *S. aleyrodiformis*, probablemente alimentándose de moscas blancas, pues en estudios anteriores a la aparición de la plaga, no estaban presentes.

2. A pesar de encontrar un mayor número de adultos de mosca blanca en manejo ecológico, cuando se evalúa el daño en las hojas, los niveles de la plaga, son similares en ambos tipos de manejo. Es decir, aunque aparecen más adultos de plaga, cuando analizamos el daño en hojas, vemos que los niveles son similares en ambos manejos. Ello puede ser debido a que los enemigos naturales en ecológico, donde fueron más abundantes, podrían estar contribuyendo a la gestión de la plaga.

1.4.6 Infraestructuras ecológicas y cultivos

1. Se han usado los datos de los dos años de estudio para buscar una correlación entre la existencia de infraestructuras ecológicas en las parcelas con la abundancia de entomofauna auxiliar. Aparece una clara correlación entre ambos parámetros. Este hecho es muy importante, pues por primera vez mostramos, con datos muy claros, que la presencia de los enemigos naturales se ha visto potenciada por la presencia de infraestructuras ecológicas en las proximidades de los mismos, por lo que el dotar a los cultivos de diversidad de infraestructuras favorece el posible control biológico de plagas.

2. Estos resultados muestran que el cultivo más necesitado de infraestructuras es el caqui, y como en este cultivo al aumentar el índice de infraestructuras, se aumenta notablemente la presencia de parasitoides y depredadores en el cultivo. En el caso del granado, a mayor infraestructuras, se mejora sustancialmente la presencia de parasitoides, pero casi no tiene efecto en la presencia de depredadores.

1.5. Bibliografía

- Alonso-Muñoz, A., García-Marí, F. & Rodríguez-Reina, J.M. 2004. Las plagas del caqui. Bases para su protección integrada en España. Nutri-Fitos. Protección del cultivo: 27-48.
- Altieri M A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. In Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes (pp. 19-31).

- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Wilson, H., & Miles, A. 2010. Habitat management in vineyards. A growers manual for enhancing natural enemies.
- Aspöck, H.; Aspöck, U. & Hölzel, H. 1980a. Die Neuropteren Europas. Goecke & Evers. Krefeld. Vol I.
- Aspöck, H.; Aspöck, U. & Hölzel, H. 1980b. Die Neuropteren Europas. Goecke & Evers. Krefeld. Vol II.
- Balachowsky, A.S. 1966. "Entomologie appliquée à l'agriculture (Tome II). Lépidoptères (Deuxième Volume). Masson et Ceie éditeurs, 120. Paris: 1211-1213.
- Bañol C, Hidalgo N P, i Pascual, J. P., & Villar, J. P. 2012. Abundancia estacional y efecto de los parasitoides sobre los pulgones de un cultivo ecológico de cítricos. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 38(2), 335-348.
- Baquero, E., & Jordana, R. 2002. The genus *Gonatocerus* Nees (Hymenoptera Chalcidoidea Mymaridae) in corn fields of Navarra, North Spain. Redia, 85(2002), 1-19.
- Bartual, J., Loyoza, A., García, J., & Valdés, G. 2012. Efficacy and residues of selected insecticides for control of cotton aphid (*Aphis gossypii*) and citrus mealybug (*Planococcus citri*) in pomegranate. Options Mediterranean, Series A, 103, 108–111.
- Bellini, E., Giordani, E. & Nin, S. 2008. Evolution of persimmon cultivation and use in Italy. Adv. Hort. Sci. 22: 233-238.
- Bellows, T.S., Meisenbacher, C. & Headrick, D.H. 1998. Field biology of *Paraleyrodes minei* (Homoptera: Aleyrodidae) in Southern California. Environmental Entomology, 27: 277-281.
- Beltrà, A. & Soto A. 2012. Pseudocóccidos de importancia agrícola y ornamental en España. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Bayer CropScience. ISBN: 978-84-8363-887-3. pp. 100.
- Ben-Dov, Y., Miller, D.R. & Gibson, G.A.P. 2012. ScaleNet. <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>.
- Bengtsson, J., Weibull, A.C. & Ahnstrom, J. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. Journal of Applied Ecology 42: 261-269.
- Bianchi F J, Booij, C J H, & Tsharntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 273(1595), 1715-1727.
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. 2006. Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. Jon Wiley and Sons and The Nat. Hist.Museum, London, 2nd vol., 1439 pp. Available on line at: www.aphidsonworldsplants.info.
- Boller E F, Hani F & Poehling H M. 2004: Ecological infrastructures. Ideabook on functional biodiversity at the farm level. –IOBC/wprs, Lindau, Switzerland.
- Braun-Blanquet J. 1932. Plant sociology. The study of plant communities. Plant sociology. The study of plant communities. First ed.
- Brooks, S.J. & Barnard, P.C. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Nat. Hist. Ent., 59:117-286.
- Bugg R L, & Waddington C. 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. Agriculture, ecosystems & environment, 50(1), 11-28.
- Bugg R L. & Pickett C.H. 1998. Introduction: enhancing biological control-habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. pp. 1–23 en Pickett,

- C.H. & Bugg, R.L. (Eds) *Enhancing Biol. Control*. Berkeley, CA, USA, University of California Press.
- Carayon, J. 1972. Caractères systématiques et classification des Anthocoridae [Hemip.]. *Ann. Soc. ent. France*, 8(2):309-349.
 - Chong, J. H., Roda, A. L., & Mannion, C. M. 2008. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. *Environmental entomology*, 37(2), 323-332.
 - Coccuzza, G.E., Mazzeo, G., Russo, A., Lo Giudice V. & Bella, S. 2016. Pomegranate arthropod pests and their management in the Mediterranean area. *Phytoparasitica* (2016) 44:393–409. DOI 10.1007/s12600-016-0529-y.
 - Domínguez-Gento A, Ballester R, Jiménez M D R, García M D, Vercher R, Moscardó E & Calabuig A. 2011. Efecto de cubiertas vegetales permanentes en la fertilidad del cultivo de cítricos ecológicos. *Revista de fruticultura*, (11), 24-33.
 - FAOSTAT. 2017. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. QC (acceso el 5 de Octubre de 2018).
 - García-Marí, F. 2012. Plagas de los cítricos: gestión integrada en países de clima mediterráneo. *Phytoma*.
 - García María, F. 2009. Guía de campo: plagas de cítricos y sus enemigos naturales. *Phytoma-España*. 176 p. ISBN: 9788493524746.
 - Gilbert, F.S. 1993. *Hoverflies*. Naturalists' Handbooks 5. Revised Second Edition. The company of Biologists Ltd. The Richmond Publishing Co. Ltd. Slough.
 - Glozer, K. & Ferguson, L. 2011. Pomegranate production in Afghanistan. UC Davis Campus, 1–32 pp. available at: <http://ip.ucdavis.EDU> (accessed 30 June 2016).
 - Goldasteh, S., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Ostovan, H., Zamani, A., & Shoushtari, V. R. 2009. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on *coleus* [*Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd.]. *Archives of Biological Sciences*, 61(2), 329-336.
 - Gómez Marco F, Hermoso-De-Mendoza A, Tena A, Jacas Miret J A & Urbaneja A. 2012. Mejora del control biológico de pulgones en cítricos mediante la gestión de cubiertas vegetales. *Vida rural*, (352), 22-29.
 - Gómez J A, Llewellyn C, Basch G, Sutton P B, Dyson J S & Jones C A. 2011. The effects of cover crops and conventional tillage on soil and runoff loss in vineyards and olive groves in several Mediterranean countries. *Soil Use and Management*, 27(4), 502-514.
 - Gómez-Menor, J.M. 1956. *Antocóridos de España y Marruecos*. Instituto de Estudios Africanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
 - Gómez-Menor, J. 1957. Cochinillas que atacan a los frutales. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*. Vol. XXII: 87-91.
 - González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de manejo, ecológico o convencional, en la entomofauna auxiliar asociada al cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb.). *Actas del XIII Congreso de la SEAE*. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.
 - Grafton-Cardwell, E.E., Carrol, E., Haviland, D.R., Walton, V. & Adaskayeg, J.E. 2013. UC IPM Pest Management Guidelines: Pomegranate. UC ANR Publication 3474. <http://ipm.ucanr.edu/PMG/selectnewpest.pomegranate.html> (accessed 30 June 2016)
 - Jacas, J. A., & Urbaneja, A. (Eds.). 2008. *Control biológico de plagas agrícolas*. *Phytoma*.

- Hartwig N L & Ammon H U. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed science*, 50(6), 688-699.
- Holland, D., Hatip, K. & Bar-Ya'akov, I. 2009. Pomegranate: Botany, Horticulture and Breeding. In Janick, J. (eds.), *Horticultural Reviews*. John Wiley and Sons Inc., 127–191 pp.
- Holman, J. 2009. *Host Plant Catalogue of Aphids: Palaearctic Region*. Berlin: Springer. 1216 pp.
- Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A. & Gurr, G.M. 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biol. Control* 45, 172–175.
- Juan, P.; Martínez, J.; Martínez, J.J.; Oltra, M.A. & Ferrández, M. 2000. Current situation of pomegranate growing (*Punica granatum* L.) in southern Alicante. Chemical control of pests and diseases and financial cost. In P. Malgarejo, J.J. Martínez-Nicolás & J. Martínez-Tomé (Eds.), “Production processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: advances in research and technology (pp. 157-161). Zaragoza: CHIEAM.
- Kahramanoglu, I., & Usanmaz, S. 2013. Management strategies of fruit damaging pests of pomegranate *Planococcus citri*, *Ceratitis capitata* and *Deudorix* (*Virachola*) *livia*. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 6563–6568.
- Killington, F.J. 1936. *A monograph of the British Neuroptera*. The Ray Society. Vol I.
- Killington, F.J. 1937. *A monograph of the British Neuroptera*. The Ray Society. Vol II.
- Kozina, A., Virić, H., Karačić, A., Gadže, J., & Kos, T. 2011. Pregled štetne entomofaune u proizvodnji šipka (*Punica granatum* L.) u svijetu. [Overview of the harmful entomofauna in pomegranate (*Punica granatum* L.) production in the world]. *Pomologia Croatica*, 17, 37–49.
- Loomans A J M & Van Lenteren C. 1995. Biological control of thrips pests: a review on thrips parasitoids. *Wageningen Agricultural University Papers*, 95(1), 89-201.
- MAGRAMA. 2017. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). Acceso el 5 de Octubre de 2018.
- Michelena, J. M., & Sanchis, A. 1997. Evolución del parasitismo y fauna útil sobre pulgones en una parcela de cítricos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23, 241-255.
- Michelena J M, Sanchis A & González P. 1994. Afidiinos sobre pulgones de frutales en la Comunidad Valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20(2), 465-470.
- Muller C B, Adriaanse I C T, Belshaw R & Godfray H C J. 1999. The structure of an aphid–parasitoid community. *Journal of Animal Ecology*, 68(2), 346-370.
- Nicholls, C. I. 2008. *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Universidad de Antioquia. ISBN: 978-958-714-186-3
- Péricart, J. 1972. *Hemipteres. Anthocoridae, Cimicidae, Microphysidae de l'Ouest Paléartique*. Ed. Masson et Cie. Paris.
- Plant, C.W. 1997. *A key to the adults of British Lacewings and their allies. Aids to identification in difficult groups of animals and plants*. Field Studies Council. Reprinted from *Field Studies*, 9(1):179-269.
- Plaza Infante, E. 1977. *Claves para la identificación de los Géneros Paleárticos Occidentales de la Familia Coccinellidae (Coleoptera)*. Universidad Complutense de Madrid. 31 pp.

- Plaza Infante, E. 1986. Claves para la identificación de los géneros y catálogo de las especies españolas peninsulares y baleáricas de Coccinellidae. *Graellsia*, 42:19-45.
- Pritchard Earl, A. 1953. The gall midges of California. Diptera: Itonididae (Cecidomyiidae). *Bulletin of the California Insect Survey*, Vol. 2, No. 2. University of California Press. Berkeley & Los Angeles.
- Raimundo Cardoso, A.A. & Alves Gomes, M.L. 1986. Revisão dos coccinelídeos de Portugal. Universidade de Évora.
- Ramírez-Ferrer, G.; González-Cavero, S.; Sánchez-Domingo, A.; Rubio, A.; García, A.; Cuenca, F.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Influencia del tipo de cubierta en la diversidad y abundancia de la entomofauna auxiliar en cítricos ecológicos. *Actas del XIII Congreso de la SEAE*. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.
- Ripollés, J.L. 1990. Las cochinillas de los agrios. 4º Symposium Nacional de Agroquímicos. Sevilla 1990. *Levante Agrícola*. (1) 297-298.
- Rundlöf, M.; Smith, H.G. & Birkhofer, K. 2001. Effects of organic farming on biodiversity. *eLS*, 1-7.
- Sánchez-Domingo, A.; González-Cavero, S.; Domínguez-Gento, A. & Vercher, R. 2018. Entomofauna auxiliar asociada a los cultivos de caqui (*Diospyros kaki* Thunb.), granado (*Punica granatum* L) y cítricos (*Citrus* spp.) con manejo ecológico. *Actas del XIII Congreso de la SEAE*. Logroño, del 14 al 17 de noviembre de 2018.
- Schauff M E, LaSalle J & Wijesekara G A. 1998. The genera of chalcid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Journal of Natural History*, 32(7), 1001-1056.
- Simon, S.; Defrance, H. & Sauphanor, B. 2007. Effect of codling moth management on orchard arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122: 340-348.
- Skvarla, M.; Fisher, J. & Dowling A. 2014. A review of Cunaxidae (Acariformes, Trombidiformes): Histories and diagnoses of subfamilies and genera, keys to world species, and some new locality records. *ZooKeys*, 418: 1-103. DOI: 10.3897/zookeys.418.7629.
- Soler J M, García-Marí F & Alonso D. 2002. Evolución estacional de la entomofauna auxiliar en cítricos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28, 125-133.
- Sorribas J J, Rodríguez R, Rodrigo E & García-Marí F. 2008. Niveles de parasitismo y especies de parasitoides del piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana. *Bol San Veg Plagas*, 34, 201-210.
- Soto A, Ohlenschläger F & Garcia-Marí F. 2001. Population dynamics and biological control of whiteflies *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* and *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) in citrus orchards of Valencia (Spain). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas (España)*.
- Stubbs, A.E. & Falk, S.J. 1983. *British hoverflies: an illustrated identification guide*. The British Entomological and Natural History Society. London.
- Stubbs, A.E. & Falk, S.J. 2002. *British hoverflies: an illustrated identification guide*. The British Entomological and Natural History Society. London.
- Suckling, D.M.; Wearing, C.H. & Walker, J.T.S. 1999. Ecological impact of three pest management systems in New Zealand apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73: 129-140.

- Trjapitzin, V. A. & Ruíz-Cancino, E. 2012. *Homalotylus terminalis* (Say) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), un parasitoide de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) en el Estado de Morelos, México. *CEIBA*, 38(2), 157-160.
- Úbeda, D.O.; Civera, A.V. & Olcina, V.I. 2012. El cultivo del caqui en la Ribera del Xúquer. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal* (241), 38-41.
- Varikou, K., Birouraki, A., Bagis, N., & Kontodimas, D. C. 2010. Effect of temperature on the development and longevity of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 103(6), 943-948.
- Vercher, R.; Calabuig, A.; Domínguez-Gento, A.; Ballester, R. & González, S. 2012. Influencia de la siega de la cubierta vegetal en las poblaciones de fauna auxiliar en cítricos ecológicos. X Congreso SEAE. (2012). Albacete: agroecologia.net.
- Vercher, R.; Verdú, M.J.; Comelles, J.C. & García-Marí, F. 1995. Parasitoides autóctonos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* en las co-marcas centrales valencianas. *Levante Agrícola*, 306-312.
- Vercher, R.; Domínguez Gento, A.; Marco, A.; González, S. & Ballester, R. 2010. Abundancia de parasitoides en parcelas de cítricos ecológicos con setos y convencionales. *Actas IX Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). "Calidad y Seguridad Alimentaria"*. Del 6 al 9 de octubre de 2010. Lleida.
- Vercher, R., González-Cavero, S. & Domínguez-Gento, A. 2016. Infraestructuras ecológicas en citricultura para favorecer el control biológico de plagas. *Phytoma* 284 Diciembre 2016. Encuentro-Phytoma "Perspectivas de la citricultura ante los nuevos retos y amenazas fitosanitarias". Valencia, 22 y 23 de noviembre de 2016.
- Vercher, R.; González-Cavero, S. & Domínguez-Gento, A. 2017a. Ecological infrastructures in citrus: natural enemies in hedgerows and ground covers. *IOBC/WPRS Meeting on Citrus Pests, Diseases and Weeds*, Valencia, Spain.
- Vercher, R.; González-Cavero, S.; Mañó, M^aP.; Sánchez-Domingo, A. & Rajić, N. 2017b. Diversidad y abundancia de entomofauna auxiliar en parcelas de caqui. X Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XVI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada (SEEA). Logroño, del 16 al 20 de octubre de 2017.
- Winqvist, C.; Ahnström, J. & Bengtsson, J. 2012. Effects of organic farming on biodiversity and ecosystem services: taking landscape complexity into account. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1249 (1), 191-203.

2. MANEJO DEL HÁBITAT PARA LA MEJORA DEL CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN EN HORTÍCOLAS

2.1 Introducción

El hábitat de un agroecosistema lo definen tanto las especies cultivadas como las plantas espontáneas. Dentro de las especies cultivadas el número y tipo de especies viene dado por la necesidad de darle una rentabilidad a la explotación agrícola. Donde es más favorable actuar es en la gestión de la vegetación espontánea. Dentro de esta gestión se pueden mantener zonas con vegetación espontánea o plantar una o varias especies concretas por sus características que ayuden a mantener la fauna auxiliar que permitirá un mejor control de los artrópodos plaga.

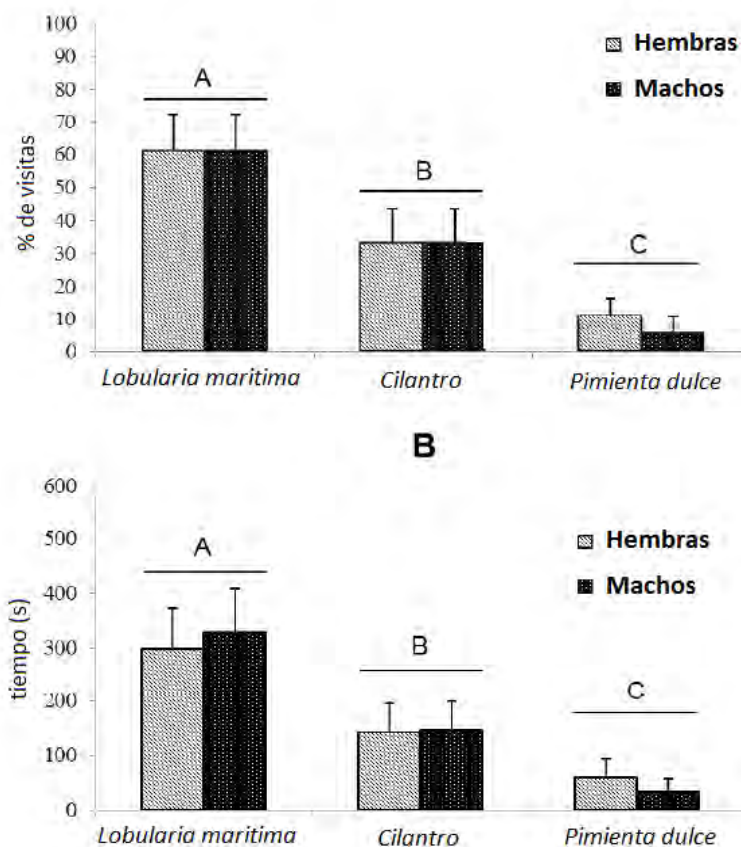


Figura 2.89 Preferencias del sírfido adulto *S. rueppellii*. Primera gráfica: porcentaje de flores visitadas.; segunda gráfica: tiempo de alimentación. Diferentes letras marcan diferencias estadísticamente significativas. (Amorós, 2013)

En este estudio se pretende conocer la influencia de *Lobularia maritima* en el control biológico de la alcachofa, pimiento, calabacín, pepino y sandía (los tres últimos cultivos bajo túnel en los primeros estadios de crecimiento de la planta). Cruz (2014) en un estudio realizado en la misma finca que el presente, determinó que, de las distintas plantas presentes en bordes de la finca, *L. maritima* era la que albergaba un mayor número de insectos beneficiosos. Esto se puede deber a la presencia continua de flores en esta planta a lo largo de todo el año. Amorós (2013), afirma que *L. maritima* es la planta de la cual más sírfidos se alimentaron de las que se estudiaron. El sírfido *S. rueppellii* se alimentó exclusivamente de esta planta, aumentando en presencia de esta planta su supervivencia y aumentando el tamaño de los individuos de la siguiente generación.

2.2 Materiales y métodos

Las parcelas seleccionadas para esta experiencia se encuentran en la explotación agrícola de Sa i Fresc, en el municipio de Alcàsser (Horta Sud, València). En la parcela 6 se ha establecido el cultivo de pimiento en 2017 (marcada en azul en la Figura 2) y 2018 (marcada en naranja en la Figura 2.2), en la 18-4 los cultivos de sandía, pepino y calabacín en 2017 (marcada en amarillo en la Figura 2.2) y en la parcela 5 la alcachofa en 2018 (marcada en rojo en la Figura 2.2).

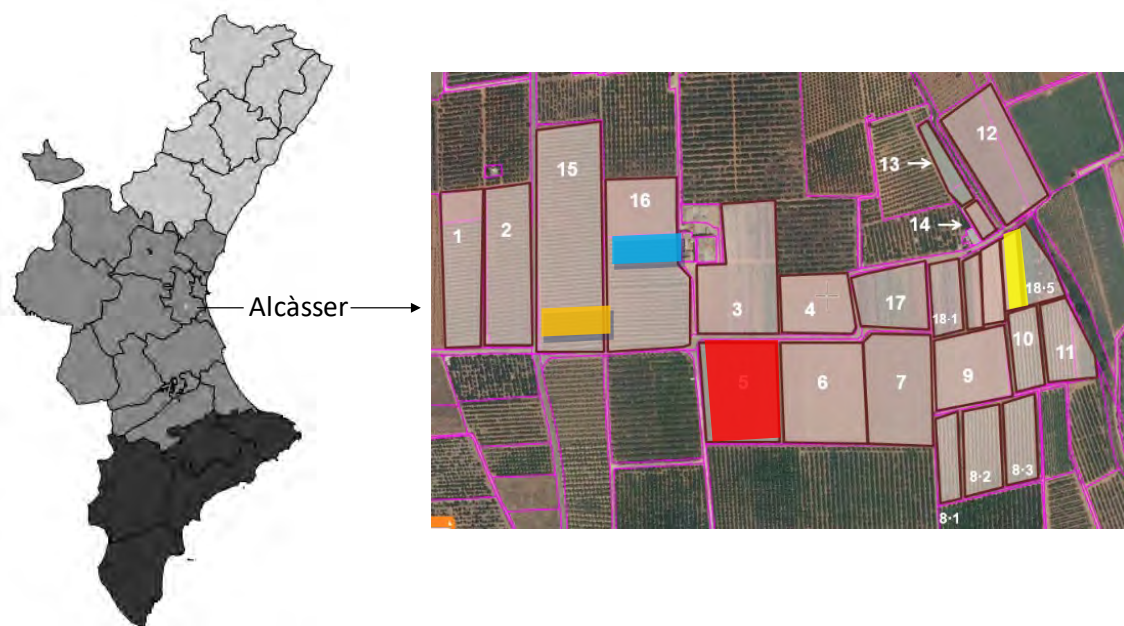


Figura 2.90. Ubicación geográfica del municipio y las parcelas incluidos en el proyecto.

Tabla 2.22. Ubicación, fecha y superficie de las parcelas.

Parcela	Cultivo	Superficie del ensayo	Año de plantación
16	Pimiento	0,14 ha	2017
18-4	Calabacín, sandía y pepino	0,14 ha	2017
15	Pimiento	0,14 ha	2018
5	Alcachofa	0,84 ha	2018

Pimiento 2017

El cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) se realizó en semiforzado, protegido por un microtúnel de manta térmica en los primeros estadios del cultivo y un acolchado con plástico negro. Constó de un total de 7 filas de pimiento, con un marco de plantación de 0,8*0,5 m. Los tratamientos se siguieron como aparecen reflejados en la Tabla 2.2

Tabla 2.23. Situación de los distintos tratamientos y dosis empleadas en cada fila.

Fila	Tratamiento	Liberación	Dosis
1	Sin sírfidos		
2	Sin sírfidos		
3	Huevos de sírfidos	19/04/17	2 briznas por planta infestada 1 brizna por planta no infestada
4	Sin sírfidos		
5	Pupas de sírfidos	19/04/2017 26/04/2017	200 pupas/41 ml (media fila) 100 pupas/41 ml (media fila)
6	Sin sírfidos		
7	Sin sírfidos		

- Sistemas de muestreo

Los muestreos se realizaron de dos formas diferentes:

- Evaluación del nivel de pulgón en 20 plantas por fila mediante una escala del 1 al 5:
 - 0- La planta está completamente sana y no hay síntoma de que haya habido pulgón

- 1- En la planta se pueden ver algunos pequeños síntomas de que ha habido algo de pulgón
- 2- La presencia es más evidente de que ha tenido plaga
- 3- Los síntomas son claros y se ven hojas enrolladas con bastante negrilla
- 4- La planta está bastante afectada
- 5- La planta está muy afectada
- Medición de la altura de las plantas para determinar la afectación del ataque de pulgón en el crecimiento de las plantas.

Se liberó el sírfido *Sphaerophoria rueppellii* debido a la adaptabilidad que tiene esta especie a las altas temperaturas. Las liberaciones se realizaron en dos formatos diferentes:

- **Huevos:** los huevos se soltaron sobre briznas de cebada dejando una o dos briznas en cada planta en el caso del pimiento y varias briznas en los focos localizados de plaga de los diferentes cultivos.
- **Pupas:** las pupas se liberan con unas cajitas de cartón, con 50 pupas por cajita.



Figura 2.91. Detalle de las briznas de cebada para la suelta de huevos y detalle de las cajitas para la liberación de las pupas.

Calabacín, sandía y pepino 2017.

Los tres cultivos se dispusieron en la parcela 18-4 siguiendo el siguiente esquema:

- Calabacín (*Cucurbita pepo*) con un marco de plantación de 1,20 x 0,5 m. ,se dedicaron para este cultivo un total de 3 filas.

- Pepino (*Cucurbita sativus*) con un marco de plantación de 1,20 x 0,8 m. para este cultivo se dedicaron un total de cuatro filas.
- Sandía (*Citrollus lanatus*) en este caso el marco de plantación era de 3 x 0,8 m. y se dedicaron 3 filas de cultivo.

En los cultivos de calabacín y pepino se soltaron pupas de sírfido *S. rueppellii* en cajas de 50 pupas, 2 cajas por media fila (34 m lineales). En el caso de la sandía se liberaron dos cajas por fila, pero esta vez en la fila entera (68 m lineales) de cultivo. La plantación se realiza el día 31 de mayo de 2017 (figura 2.4).

Se utilizó el mismo sistema de cultivo semiforzado que con el pimiento. En toda esta prueba se colocaron plantas de *L. maritima* en diferentes proporciones para ver si al aportar alimento a los adultos de sírfidos se consigue un mejor control sobre la plaga de pulgón. *L. maritima* se plantó a unas dosis de 1 planta cada 3 metros, 1 planta de por cada 6 metros de cultivo y sin plantas. El esquema del ensayo aparece reflejado en la figura 2.4.



Dosis de *L. maritima* (metros entre plantas de *L. maritima*)

Figura 2.92. Disposición del ensayo. Las zonas en rojo es donde se liberaron los sírfidos, con el número de pupas. Los números inferiores corresponden a la distancia entre L. maritima plantadas en cada fila, siendo el 0 filas donde no se plantó L. maritima.

Tabla 2.24. Fechas y dosis de liberación de sírfidos en presencia de *Lobularia maritima* en los cultivos de cucurbitáceas.

Fila	CULTIVOS		SIRFIDOS			LOBULARIA MARITIMA
	Cultivo	Plantación	Tratamiento	Liberación	Dosis	dosis
1	Calabacín	31/05/2017	Pupas (*)	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	1 cada 3 metros
2	Calabacín	31/05/2017	Pupas (*)	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	1 cada 6 metros
3	Calabacín	31/05/2017	Pupas (*)	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	Ninguna
4	Pepino	31/05/2017	Pupas	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	1 cada 3 metros
5	Pepino	31/05/2017	Pupas	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	1 cada 6 metros
6	Pepino	31/05/2017	Pupas	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	Ninguna
7	Pepino	31/05/2017	Pupas	03/06/2017 9/6/2017	100 pupas / 34 ml (media fila)	1 cada 3 metros
8	Sandía	07/06/2017	Pupas (*)	9/6/2017 23/6/2017	100 pupas / 68 ml	1 cada 3 metros
9	Sandía	07/06/2017	Sin sírfidos			1 cada 6 metros
10	Sandía	07/06/2017	Pupas (*)	9/6/2017 23/6/2017	100 pupas / 68 ml	Ninguna

(*) Refuerzo con huevos los focos de infección detectados 23/06/2017 y 6/7/2017

Sistemas de muestreo

El muestreo se realizó mediante el conteo del número de pulgones por hoja de un total de 20 plantas por fila. Del mismo modo que con el pimiento, se estableció una escala para determinar el nivel de pulgones:

- 0- No se observan pulgones a simple vista.
- 1- Menos de 10 pulgones por hoja muestreada.
- 2- Entre 10 y 100 pulgones por hoja muestreada.
- 3- Más de 100 pulgones por hoja muestreada.

En este estudio se realizaron dos ensayos, con pupas y huevos de sírfidos:

- Suelta de pupas y huevos para comprobar cual estado es más eficaz para el control biológico del pulgón.
- Suelta de diferentes dosis de pupas de sírfidos con cultivo intercalado de *L. maritima* para mejorar su alimentación y permanencia en el cultivo.

Las sueltas se realizaron en los cultivos cuando estaban bajo el túnel, con los mismos formatos de huevos y pupas del pimiento.

Pimiento.2018

El cultivo de pimiento se realizó de la misma forma que en el año 2017. Se plantaron 16 filas de pimiento con *L. maritima* intercalada entre las plantas de pimiento.

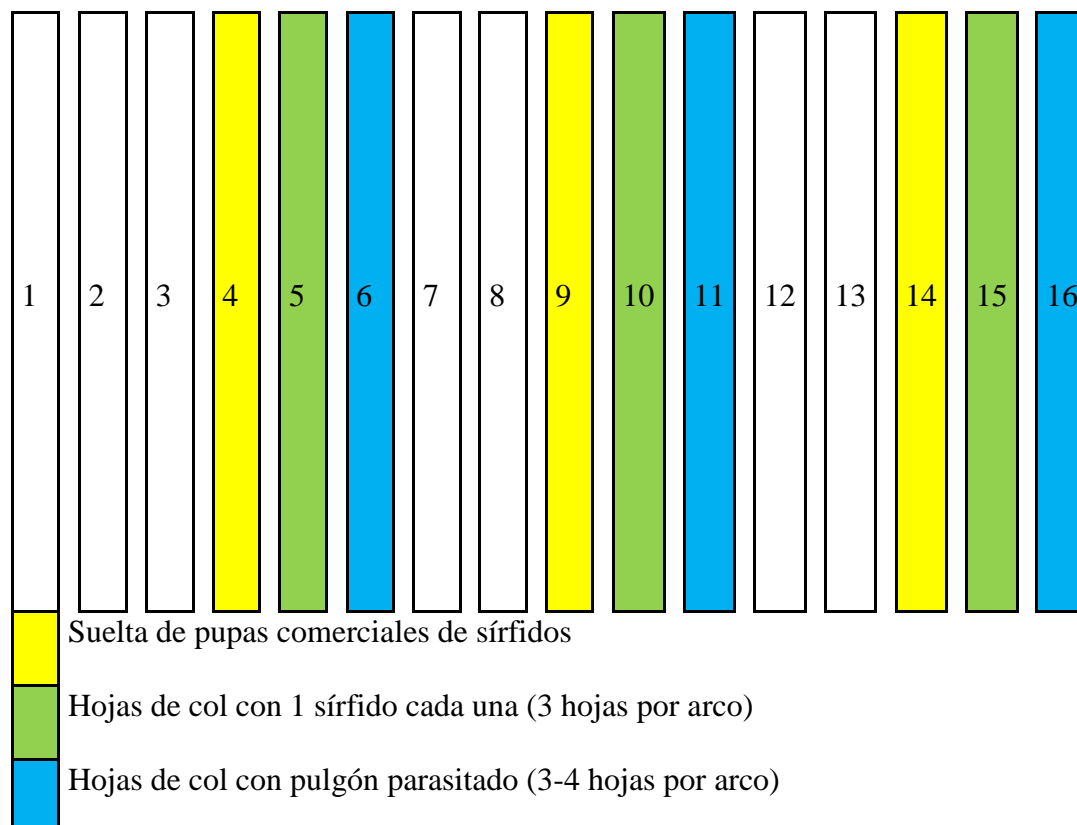


Figura 2.93. Distribución especial de las diferentes tesis del ensayo.

Las dosis de suelta de cada tesis se muestran en la tabla 2.4. Las cajas de sírfidos comerciales tienen las mismas características que las del ensayo del año 2017. Las hojas con sírfidos y con parasitoides provienen de un cultivo de col de la misma explotación con una fuerte presencia de pulgones y parasitoides y sírfidos.

El 11/05/2018 se eliminan los plásticos de los túneles para permitir el desarrollo de las plantas. Tras eliminarlos se realizó un último muestreo el 16/05/2018. No se realizaron más muestreos ya que al abrir los túneles se produce la entrada de sírfidos que se encuentran en el campo y deja de tener utilidad el diseño experimental.

Tabla 2.25. Calendario de sueltas de parasitoides y sírfidos

Fecha	Fila	Acción
02/04/2018	6	Hojas de col (40 hojas a 1 sírfido por hoja = 40 sírfidos)
04/04/2018	11	Hojas de col (40 hojas a 1 sírfido por hoja = 40 sírfidos)
05/04/2018	16	Hojas de col (40 hojas a 1 sírfido por hoja = 40 sírfidos)
05/04/2018	4	Puesta de cajas de sírfidos comerciales (50 pupas)
05/04/2018	9	Puesta de cajas de sírfidos comerciales (50 pupas)
05/04/2018	14	Puesta de cajas de sírfidos comerciales (50 pupas)
13/04/2018	5	Hojas de col con parásitos (3-4 hojas por arco)
21/04/2018	10	Hojas de col con parásitos (3-4 hojas por arco)
21/04/2018	15	Hojas de col con parásitos (3-4 hojas por arco)
30/04/2018	5	Hojas de col lombarda con parásitos (3-4 hojas por arco)
30/04/2018	10	Hojas de col lombarda con parásitos (3-4 hojas por arco)
30/04/2018	15	Hojas de col lombarda con parásitos (3-4 hojas por arco)

Sistemas de muestreo

El muestreo constó de la recogida de 15 hojas de pimiento por cada fila y el conteo del número de pulgones vivos y parasitados. Para el conteo de pulgones se estableció una escala:

- 0: No se observa pulgón.
- 1: Se observan algunos pulgones aislados.
- 2: Se observan colonias de pulgones.
- 3: Se observa presencia de pulgones en la mayor parte de la superficie de la hoja.

Se analizó el porcentaje de parasitismo de los pulgones, contando el número de pulgones parasitados respecto al número total de pulgones contados en la hoja.

Alcachofa 2018.

En la parcela 5 se han plantado estacas de alcachofa de la variedad Blanca de Tudela el 13/08/2018. Las últimas 22 filas (26,4 m) de la parte oeste de la parcela se plantaron de maceta, hecha en semilleros Cucala, el día 22/09/2018 de la misma procedencia que las plantadas por estaca.

El mismo día que las primeras estacas de alcachofa se plantó la *L. maritima* en las filas de las alcachofas (Figura 2.7) cada 4 metros (8-10 estacas de alcachofa). No se trasplantaron plantas de *L. maritima* en las filas con alcachofa trasplantada de maceta.



Figura 2.94. Vista de las plantas de *L. maritima* intercaladas en el cultivo de alcachofa.

Se establecieron 3 tesis para la realización del ensayo: las plantas de *L. maritima* , las plantas de alcachofa con cultivo intercalado de *L. maritima* (Alcachofa con *L. maritima* en adelante)) y las plantas de alcachofa sin cultivo intercalado de *L. maritima* (Alcachofa testigo en adelante)

Sistemas de muestreo

- Aspiración:
 - Se empleó un aspirador Sterwins 336BV LI-2 de 36V, con una velocidad de aspiración máxima de 270 km/h. Para poder capturar los artrópodos en los muestreos se acopló en el tubo de aspiración una malla entomológica.
 - La aspiración de cada muestra constó de 20 aspiraciones de 4 segundos por tesis.
- Golpeo:
 - Se realizaron golpes de la plantas de cada tesis. Para ello se utilizó un embudo con un bote adaptado a la parte estrecha del embudo, con el fin de capturar en él los artrópodos.
 - El golpeo de cada muestra constó de 10 golpes a 10 plantas diferentes por tesis.
- Material vegetal:
 - Se recogieron muestras vegetales de cada tesis. Cada muestra constó de 10 hojas de alcachofa en las tesis de alcachofa con *L. maritima* y alcachofa testigo y 10 fragmentos de planta con flor de *L. maritima* .

Los muestreos se realizaron semanalmente durante los meses de octubre y noviembre en las siguientes fechas: 8/10/2018, 15/10/2018, 24/10/2018, 30/10/2018, 7/11/2018, 14/11/2018, 22/11/2018.

En el primer muestreo (8/10/2018) no se tomaron muestras de la alcachofa testigo. En los muestreos consecutivos sí que se tomaron muestras de las tres tesis.

- Trabajo en laboratorio

Las muestras de aspiración y golpeo se introdujeron en el congelador para su posterior identificación y conteo de los artrópodos. El conteo e identificación se realizó mediante una lupa binocular (Figura 2.8).



Figura 2.95. Identificación y conteo de artrópodos de las muestras recogidas en campo.

El material vegetal se introdujo en embudos de Berlese (Figura 2.9). Previamente se evaluó el nivel de pulgones y cecidómidos en las hojas de alcachofa. Debido a la irregularidad de tamaño y forma de las hojas de alcachofa se evaluó el número de individuos que había en una circunferencia de 55 mm en el centro de la hoja.



Figura 2.96. Embudos de Berlese con las muestras de material vegetal.

2.3 Resultados

Pimiento 2017

Se ha observado que en las filas donde se han realizado sueltas de huevos y pupas las plantas de pimiento alcanzan una altura mayor que en las filas donde no se realizaron sueltas. Las plantas con suelta de pupas alcanzaron una altura media de 60 cm, las plantas con suelta de huevos alcanzaron una altura media de 55 cm y las plantas donde no se realizó suelta la media no supera los 41 cm de altura (Figura 2.10). Las diferencias de altura entre las plantas en las cuales se liberaron pupas y en las cuales se liberaron huevos no resultan estadísticamente significativas.

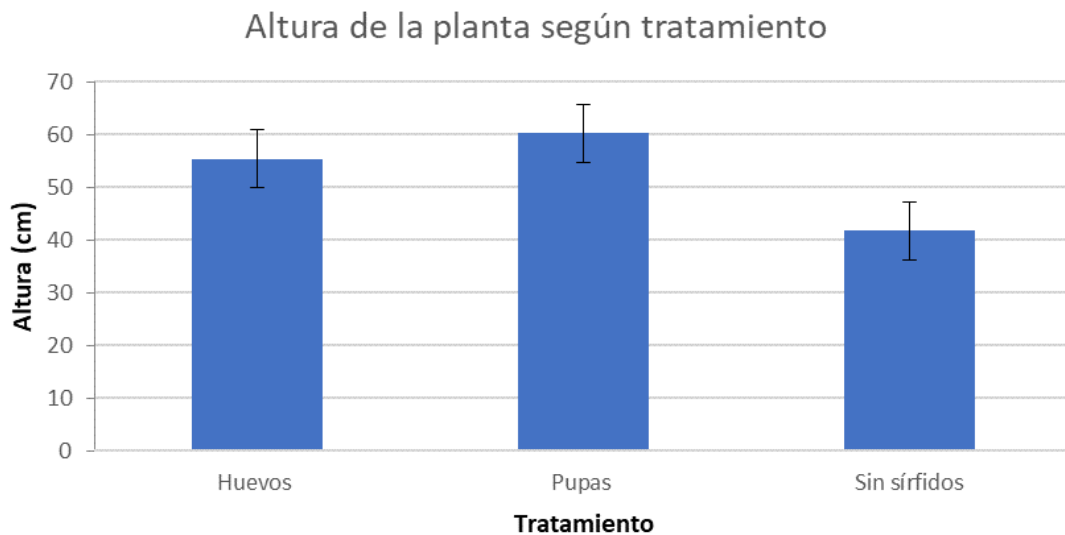


Figura 2.97. Media de la altura de las plantas de pimiento según las sueltas de sírfidos.

En cuanto al nivel de pulgón observado en cada tesis, se ha observado que en las filas en las cuales se soltaron pupas de sírfido han sido en las que ha habido una menor población de pulgones. Las sueltas de huevos también han tenido un efecto positivo en el control del pulgón, aunque las diferencias en el nivel de pulgones entre la suelta de huevos y el control (sin suelta de ningún tipo) no han sido estadísticamente representativas (Figura 2.11).

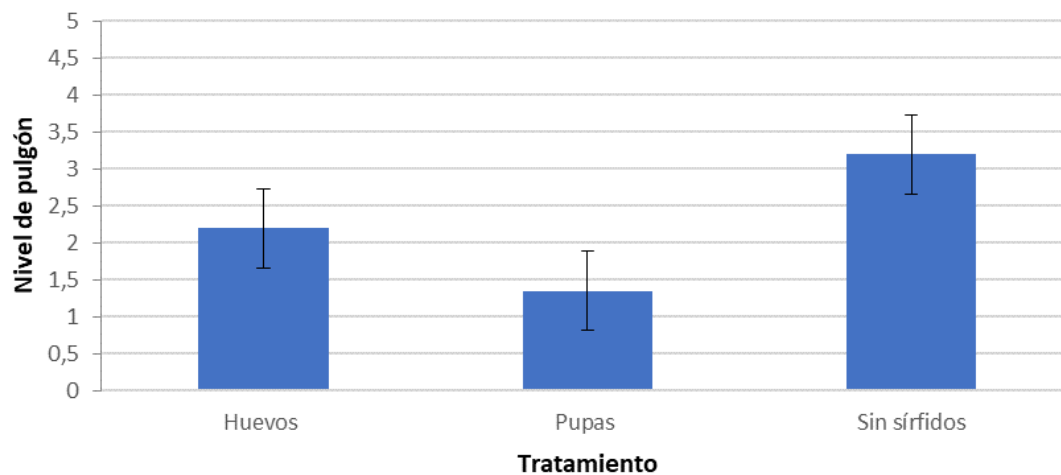


Figura 2.98. Niveles de pulgón en las diferentes tesis.

Calabacín, pepino y sandía 2017

Los niveles de pulgón en calabacín y pepino se han mantenido por debajo del umbral de tratamiento, sin ser un problema para el cultivo. En la sandía las poblaciones de pulgones han sido mayores, posiblemente porque la dosis de suelta era la mitad que en los otros cultivos.

El refuerzo con huevos de sírfido ha sido muy positivo en calabacín, llegando a eliminar los focos que han ido surgiendo en las plantas. En sandía el refuerzo con huevos no ha tenido un efecto positivo, siguiendo aumentando la población de pulgones en los focos donde se han aplicado. En pepino no se han observado nuevos focos de pulgón, por los que no ha sido necesaria este refuerzo (Figura 2.12).

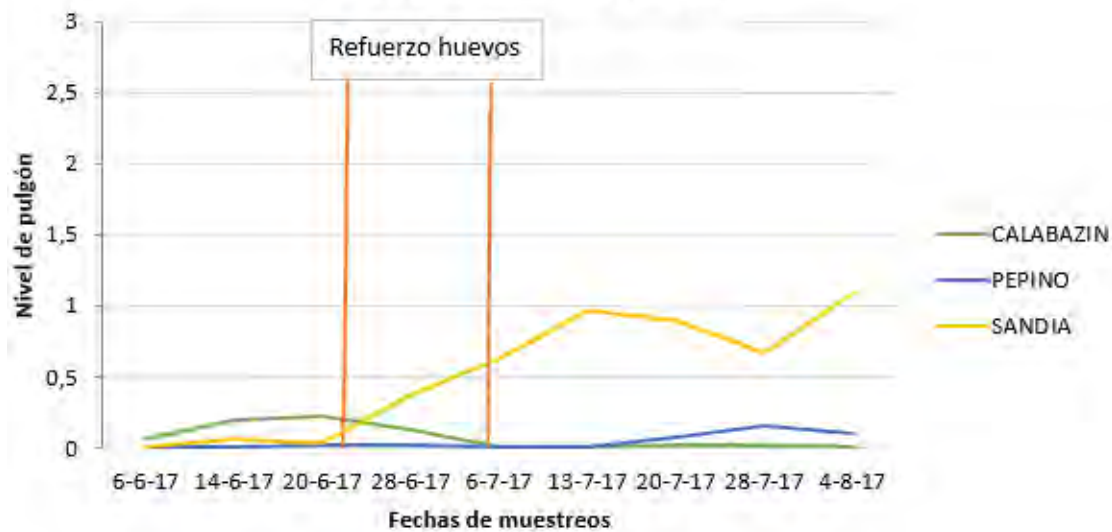


Figura 2.99 Evolución de las poblaciones de pulgón en los tres cultivos a lo largo del tiempo y las fechas de refuerzo con huevos de sírfidos.

Por otra parte, se ha visto que el cultivo intercalado de *L. maritima* ha tenido un efecto positivo cuando esta estaba plantada a distancias de 3 m. Las filas con *L. maritima* plantadas a 6 m han tenido unos niveles de población de pulgones similares a los de las filas testigo (en las cuales no había *L. maritima* plantada) (Figura 13).

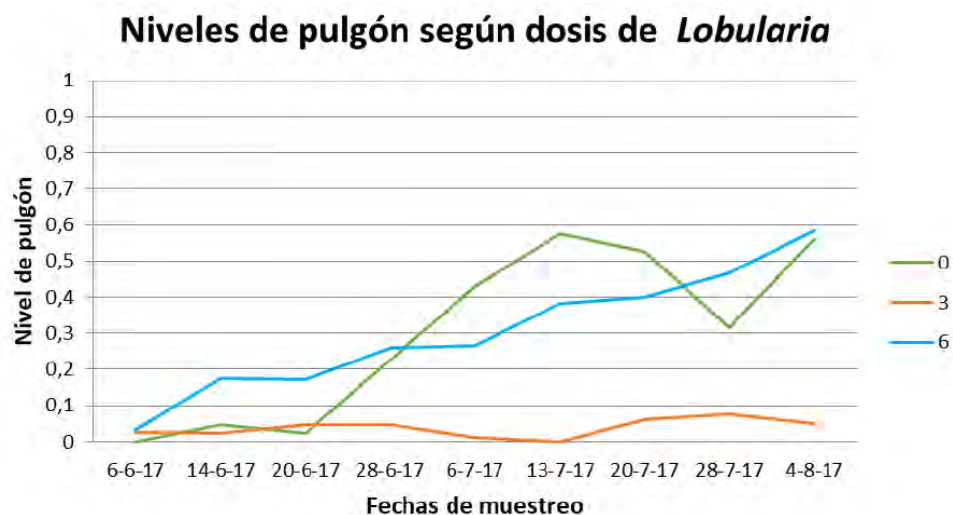


Figura 2.100. Evolución de las poblaciones de pulgón según la distancia entre las plantas de *L. maritima* (3 y 6 metros entre plantas) y el testigo (0).

Son diversos los estudios que asocian *L. maritima* a los sírfidos. Entre otros, (Alomar et al. 2006) cita *L. maritima* con una tasa de visitación de flores por parte de los sírfidos en un nivel medio, siendo la sexta con mayor número de visitas de entre 11 especies vegetales estudiadas. (Bugg et al. 2008) citan *L. maritima* como una planta fuertemente visitada por sírfidos.

Pulgones

Se han podido identificar dos especies de pulgones: *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. Ambas especies se encontraron en la sandía y el pepino, mientras que en calabacín solo se encontró *Myzus persicae*.

Pimiento 2018

Una vez analizados los datos se puede observar que tanto las tesis con suelta de sírfidos como parasitoides han tenido un efecto positivo en el control de los pulgones en pimiento. Las diferencias entre suelta de sírfidos comerciales, hojas de col con sírfidos y hojas de col con parasitoides han tenido un efecto similar, encontrando en las hojas del pulgón un promedio de 0,58 a 0,49 en la escala establecida. Mientras que en la fila control, en la cual no se realizó ninguna suelta, el nivel promedio de pulgón ha sido 2,18.

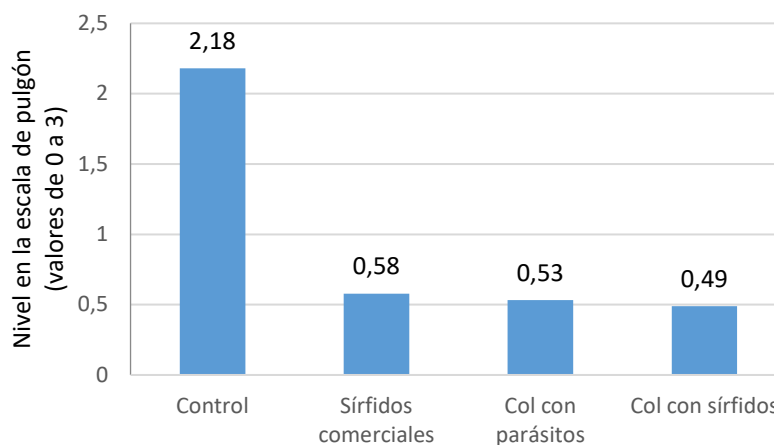


Figura 2.101. Nivel, en las escala de medida establecido en la metodología del ensayo, de pulgón en las hojas de pimiento, diferenciando las tres tesis y el testigo.

Los porcentajes de parasitismo han tenido un comportamiento diferente. La mayor tasa de parasitismo de pulgones observada se ha dado en las filas control, con un promedio de parasitismo de 24,76%. Este nivel más elevado de porcentaje de parasitismo en el control

se puede deber a que al haber una mayor población de pulgones, los parasitoides han encontrado más individuos a los que parasitar y por tanto las poblaciones han aumentado.

La tesis con suelta de parasitoides ha tenido una tasa de parasitismo un poco menor, 19,33% y en la de suelta de hojas con sírfidos el porcentaje de parasitismo solo ha llegado a un 12,44%. La tesis en la cual se soltaron sírfidos comerciales a tenido una tasa muy baja de parasitismo, 0,44%. Estas diferencias se pueden deber a que tanto las hojas de col con para la suelta de parasitoides como las que tenían sírfidos tenían la misma procedencia, y en muchas de las que se utilizaron para soltar sírfidos también había pulgones parasitados que pueden haber influenciado en el aumento de los porcentajes de parasitismo.

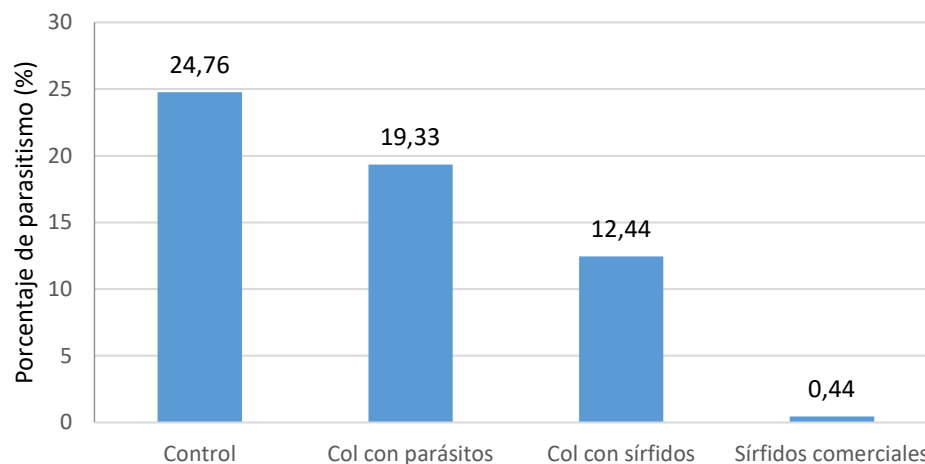


Figura 2.102. Porcentaje de parasitismo de pulgón en las hojas de pimiento, diferenciando las tres tesis y el testigo.

Por otra parte, los pulgones presentes en la col son específicos de crucíferas, no afectando al cultivo de pimiento. *L. maritima* es de la familia de las crucíferas, y sí que se ha visto afectada por el pulgón. Esto puede haber sido positivo, ya que *L. maritima* parasitada por los pulgones puede haber actuado como banker. Esta planta se ha plantado por los recursos florales (néctar y polen) que proporciona a la fauna auxiliar (Bugg et al. 2008). Los pulgones sirven de esta forma para incrementar el beneficio a la fauna auxiliar, proporcionándoles presas y hospedantes para presas y parasitoides.

Alcachofa 2018

- **Aspiración y golpeo**

Se han identificado insectos beneficiosos de cuatro órdenes. Ordenados por abundancia son: himenópteros, dípteros, coleópteros y neurópteros. En la tabla 5 se muestran las familias, géneros y especies que se han podido identificar.

Tabla 2.26. Parasitoides y depredadores capturados en aspiración y golpeo

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
	Braconidae	Otros	
		Aphidius	
		Otros	
		Ceranisus	<i>C. menes</i>
	Eulophidae	Ceranisus	<i>C. lepidotus</i>
		Diglyphus	<i>D. isaea</i>
		Omphale	
Hymenoptera	Pteromalidae	Otros	
		Pachyneuron	
	Megaspilidae		
	Ceraphronidae		
	Encyrtidae		
	Diapriidae		
	Cynipidae		
	Aphelinidae		
	Trichogrammatidae		
Diptera	Hybotidae	Platypalpus	
	Cecidomyiidae		
	Syrphidae		
		Adalia	<i>A. septempunctata</i>
Coleoptera	Coccinellidae	Psyllobora	<i>P. quatuordecimpunctata</i>
		Hyppodomia	<i>H. Variegata</i>
Neuroptera	Crisopidae	Crisoperla	<i>C. carnea</i>

Como se puede observar en la figura 2.16 en las plantas de *L. maritima* hay un mayor número de fitófagos, depredadores y parasitoides que en las plantas de alcachofa.

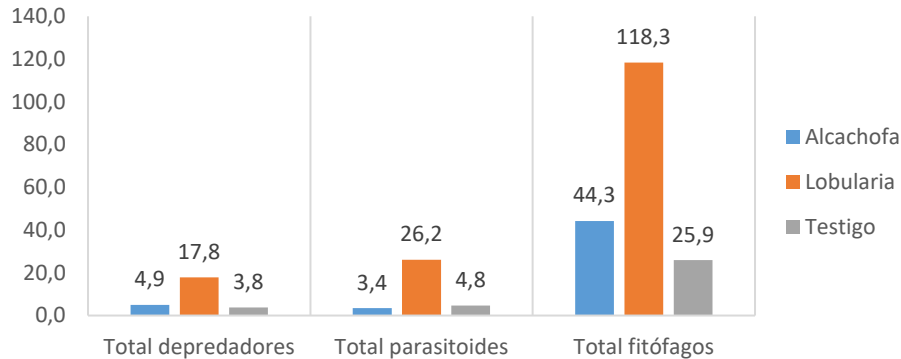


Figura 2.103. Número total de depredadores, parasitoides y fitófagos

En este caso podemos afirmar que *L. maritima* tiene la capacidad de actuar como reservorio para la fauna auxiliar, tanto por el polen y néctar que se encuentra en la flor como por los fitófagos que pueden servir de alimento a esta fauna. Para determinar cuáles son las posibles interacciones que puede haber entre *L. maritima* y la alcachofa con las poblaciones de artrópodos se ha procedido a la identificación de los artrópodos y análisis de las relaciones tróficas que se producen entre las distintas especies y familias.

- Fitófagos

Como se observa en la figura 2.17, una gran parte de los fitófagos identificados en *L. maritima* son trips (117 individuos de trips frente a los 144 totales). Cabe destacar que en alcachofa los trips son mucho menos abundantes, no superando el promedio de 3 individuos capturados. En este cultivo el fitófago más abundante son los pulgones, seguido de capturas similares de agromícidos y hemípteros.

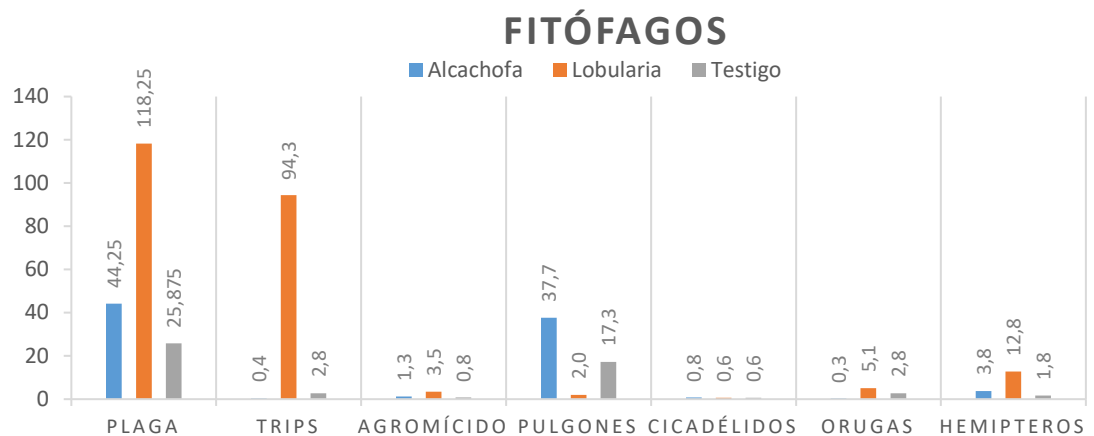


Figura 2.17. Fitófagos capturados mediante aspiración y golpeo.

Pulgones:

Se ha identificado el pulgón, *Capitophorus horni*, común en el cultivo de la alcachofa (Hullé et al. 2018). Se han encontrado estados inmaduros de otra especie de pulgón que no ha sido posible identificar por no encontrar individuos adultos de la misma.

Trips:

Se han identificado tres especies de trips, *Melanthrips fuscus*, *Frankliniella occidentalis* y *Aeolothrips* en *L. maritima*. El primero de ellos ha sido mucho más abundante que el resto. Solo se han encontrado dos individuos de *Aeolothrips* a lo largo de todos los muestreos.

Frankliniella occidentalis es una especie de trips fitófaga muy polífaga. Causa daños directos en flor, hoja y fruto, por las picaduras de alimentación y las puestas de huevos. También es un vector del virus de la marchitez del tomate (ToMARV) y del virus de la necrosis apical del tomate (ToANV); afectando ambos a un gran número de especies hortícolas (Lacasa y Lloens, 1998).

Melanthrips fuscus es el trips de las crucíferas. Es una especie fitófaga, sobre todo polenófaga. Se encuentra principalmente en flores de crucíferas, aunque se puede encontrar también en flores de otras plantas. No produce daños importantes en las cosechas de cultivos hortícolas (Lacasa y Lloens, 1998).

- Depredadores

En la figura 18 se muestran los depredadores identificados. Encontramos en *L. maritima* un mayor número de depredadores, siendo gran parte de los individuos dípteros del género *Platypalpus*. También destacan los antocóridos y cecidómidos. En las plantas de alcachofa el número de depredadores es mucho menor, destacando por encima del resto los coccinélidos.

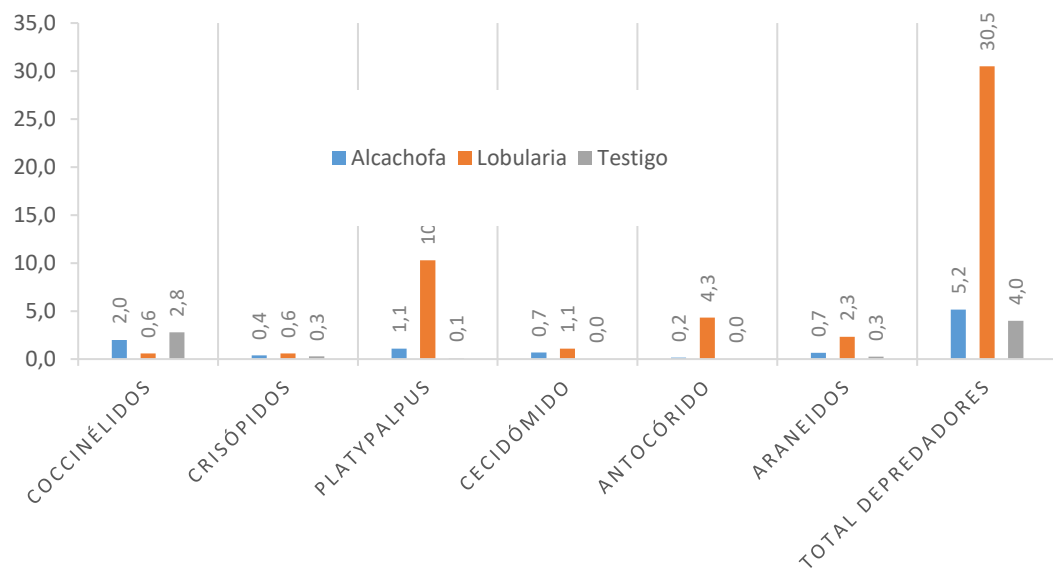


Figura 2.18. Número total y clasificación de depredadores capturados

Los dípteros del género *Platypalpus* son depredadores oportunistas y generalistas que se pueden encontrar en muchos hábitats. Son comunes en explotaciones agrícolas y son un género de dípteros que juegan un papel en el control biológico de plagas (Barták, 2015).

Se han podido identificar tres especies de coccinélidos: *Adalia septempunctata*, *Psyllobora quatuordecimpunctata* y *Hippodamia variegata*. Las tres especies identificadas son conocidas como depredadoras de pulgones. Este puede ser uno de los motivos de que haya capturado un mayor número de individuos de coccinélidos en alcachofa que en *L. maritima*, el número de pulgones, principal alimento de los coccinélidos identificados, es mucho mayor en alcachofa.

Se ha encontrado un número relativamente alto de individuos de antocóridos en las plantas de *L. maritima*. Estos se han citado asociados a *L. maritima*; Alomar et al (2006) cita esta planta con una abundancia relativamente alta, siendo la quinta con una mayor presencia de *Orius* spp. de entre 11 plantas analizadas en el estudio. Los antocóridos son

depredadores principalmente de trips, por lo que su presencia en *L. maritima* es fácil que se encuentre relacionada con la gran cantidad de trips que se han encontrado en las flores de esta planta.

Por otro lado ha habido un mayor número de individuos de cecidómidos, depredadores de pulgón, capturados en *L. maritima* que en alcachofa, aun cuando la presa de estos está mucho más presente en la alcachofa. Así como en los coccinélidos tanto larvas como adultos depredan al pulgón, en los cecidómidos únicamente la larva es la que ejerce de depredadora. El adulto busca su alimento en néctar y polen de flores. Es posible que esta sea el motivo del mayor número de capturas en *L. maritima*, pues los adultos pueden acudir a esta planta para alimentarse.

- Parasitoides

En la la figura 2.18 se observa que el mayor número de individuos son eulófidos, especialmente en *L. maritima*, en cuanto el resto de parasitoides las cifras son muy bajas.

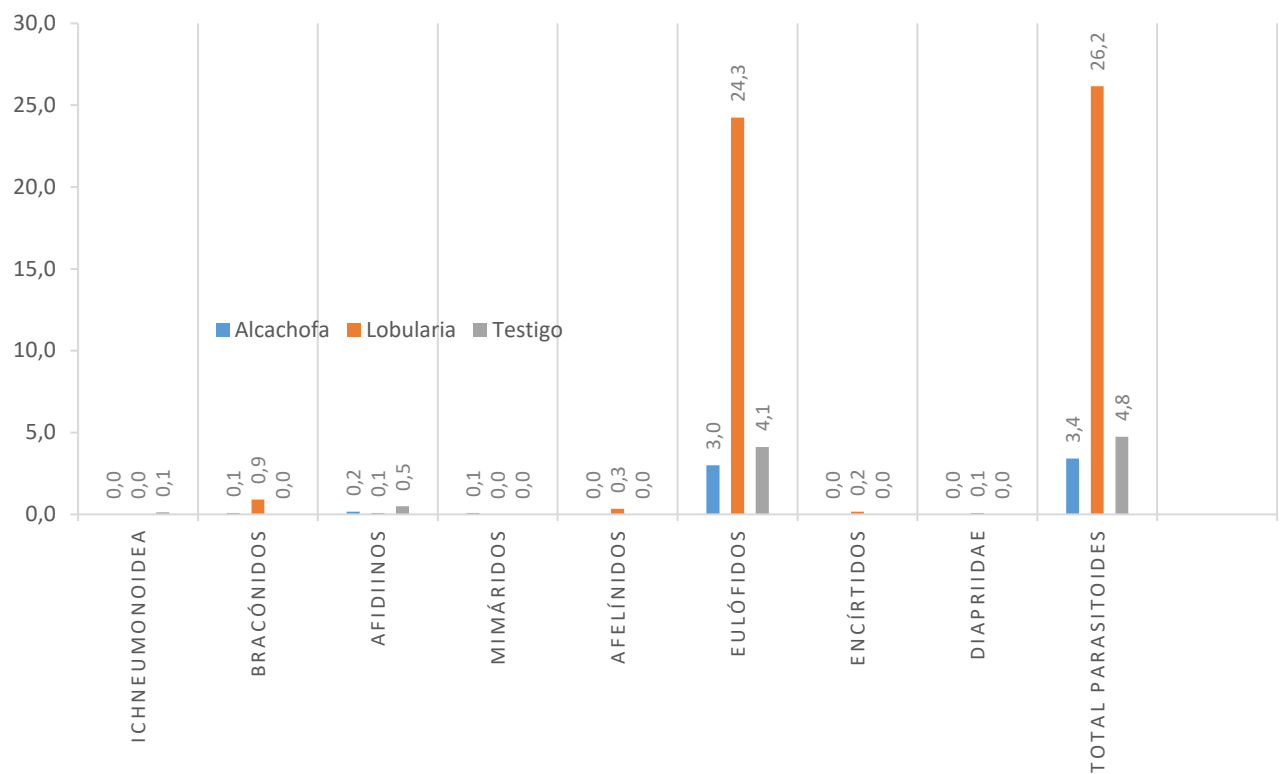


Figura 2.19. Número total y clasificación de parasitoides capturados

Afidíinos:

Tanto en alcachofa como en *L. maritima* se ha detectado presencia de afidíinos, de dos especies diferentes. Se dejaron evolucionar algunas momias de pulgón encontradas en hojas de alcachofa y al menos han aparecido 2 posibles *Aphidius matricarie*.

Un espécimen aparecido en *L. maritima* , capturado por aspiración, claramente es diferente.

Eulófidos:

En las aspiraciones se han podido identificar 4 especies diferentes de eulófidos: *Ceranisus lepidotus*, *C. menes*, *Diglyphus isaea* y *Omphale* sp.

La especie con un mayor número de individuos capturados ha sido *Diglyphus isaea*. *D. isaea* es un parasitoide de dípteros agromícidos y opcionalmente de lepidópteros (Ribes, 2012).

Los eulófidos del género *Ceranisus* son los segundos en abundancia, destacando *C. lepidotus*. Estos son parasitoides específicos de trips. (Lacasa, 1998)

El otro géneros de eulófido identificado, *Omphale*, es un parasitoide principalmente de dípteros agromícidos y cecidómidos formadores de agallas (Noyes, 2018).

Revisando estudios previos sobre la fauna auxiliar que alberga *L. maritima* se han encontrado diferentes referencias a parasitoides encontrados en esta especie. (Noyes, 2018) destacan como calcídidos asociados a esta planta tricogramatidos y mimáridos. Por otra parte, (Gamez et al. 2009) encuentran sobre todo eulófidos, pteromálidos, bracónidos y encírtidos

- Muestras vegetales:

En las hojas de alcachofa muestreadas se han encontrado fundamentalmente trips y cecidómidos. No se ha observa ningún pulgón parasitado. Los cecidómidos se encontraban tanto en forma de larva como de huevo. Se han observado tanto pulgones alados, adultos no alados y ninfas.

Relación pulgones y cecidómidos:

En la alcachofa con *L. maritima* se ha producido un ascenso de las poblaciones de pulgones a mitad del mes de octubre, bajando posteriormente hasta llegar a su casi total

desaparición en el último muestreo realizado el 22 de noviembre. Las poblaciones de pulgones de la alcachofa testigo han sufrido una dinámica similar, aunque las poblaciones se redujeron de forma más paulatina hasta llegar a casi desaparecer.

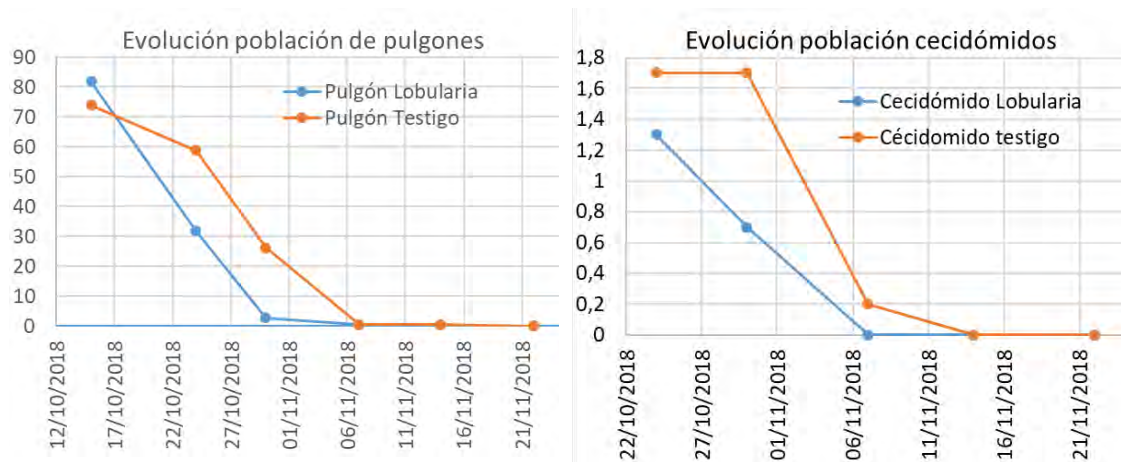


Figura 2.20104. Evolución de las poblaciones de pulgones y cecidómidos en las hojas de alcachofa.

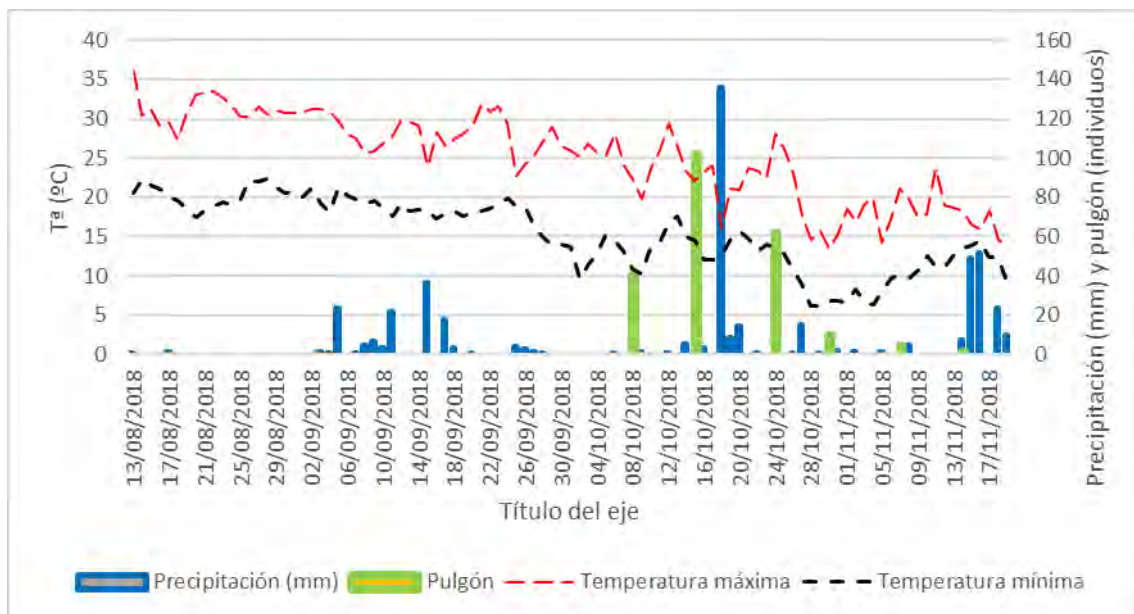


Figura 2.21. Comparación de la evolución de la población de pulgones con la meteorología local (Picassent). Fuente (IVIA, 2011)

La reducción del número de pulgones y cecidómidos en el tiempo hasta su casi total desaparición en los muestreos, se puede deber en gran medida a las condiciones

meteorológicas. En la figura 2.21 se puede observar que se reduce el número de pulgones después de las fuertes lluvias del 18 de octubre. Una segunda reducción se produce con la bajada de las temperaturas el 28 de octubre. Y a pesar de que las temperaturas mínimas sufren un ascenso en los siguientes días no se recuperan las poblaciones de pulgones iniciales, posiblemente por la influencia de las precipitaciones de los días 15 y 16 de noviembre.

2.4 Conclusiones

- La suelta de pupas y huevos de sírfido ha resultado positiva para el control de pulgón en cultivo de pimiento bajo tunelillo, reduciendo el número de pulgones y permitiendo un mayor crecimiento en altura de las plantas.
- Las sueltas de sírfidos han podido controlar las poblaciones de pulgones en los cultivos de calabacín y pepino. En sandía no hubo efecto positivo. Las dosis de pupas soltadas pueden tener un efecto en este sentido.
- Las plantas de *L. maritima* han tenido un efecto positivo para el control del pulgón cuando estaban plantadas cada 3 metros. No se ha visto mejora en el control de pulgones con *L. maritima* plantada cada 6 metros, con unos resultados similares al testigo.
- “Mover” parasitoides y depredadores desde plantas que ya han sido colonizadas por éstos a plantas en las que aún no se han instalado los insectos beneficiosos es una alternativa económica y eficaz. En este caso se ve reforzada por la presencia de plantas como *Lobularia maritima*.
- Las plantas de *L. maritima* albergan un mayor número de fitófagos, depredadores y parasitoides que las de alcachofa.
- Los fitófagos de *L. maritima* son en su mayoría trips, sobre todo *Melanthrips fuscus*. Este trip se encuentra en flores de crucíferas y no afecta al resto de cultivos hortícolas.
- *L. maritima* actúa como reservorio de trips inofensivos para el cultivo que pueden servir de alimento para depredadores y parasitoides (especialmente antocóridos y eulófidos).

- En la alcachofa con *L. maritima* el descenso de pulgones se produjo con mayor rapidez. Esto se puede deber a que *L. maritima* actúa de reservorio de depredadores y parasitoides de pulgón, favoreciendo su permanencia en el cultivo.

2.5 Bibliografía

- Alomar, O; Gabara, R. (2006). Selection of insectary plants for ecological infrastructures in Mediterranean vegetable crops.
- Amorós, R. Biología, interacciones y uso del depredador *Sphaerophoria rueppelli* (Diptera: Syrphidae) en el Control Integrado de plagas de áfidos en cultivos de invernadero. (2013).
- Barták, M. . K. Š. (2015). Three new species of European *Platypalpus* (Diptera, Hybotidae). *Zookeys*, 470, 145–155.
- Bugg, R.; Colfer, R.; Chaney, W.; Smith, H.; Cannon, J. (2008). Flower Flies (Syrphidae) and Other Biological Control Agents for Aphids in Vegetable Crops. *ANR Publication*, 8285.
- Gamez, S; Gurr, G. (2009). Effects of flowering groundcover vegetation on diversity and activity of wasps in a farm shelterbelt in temperate Australia.
- Hullé M., Turpeau E., C. B. (2018). Encyclop'aphid, INRA. Retrieved October 24, 2018, from <http://doi.org/10.15454/1.5367482425330007E12>
- IVIA. (2011). RieogosIVIA.
- Lacasa, A. (1998). *Trips y su control biológico (y II)* (Pisa edici). Alicante.
- Noyes, J. S. (2018). Universal Chalcidoidea Database. Retrieved October 24, 2018, from <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Ribes Escolà, A. (2012). Himenòpters de Ponent. Retrieved November 20, 2018, from <http://ponent.atSPACE.org/fauna/ins/index.htm>

3 BIOFUMIGACIÓN COMO A ALTERNATIVA/COMPLEMENTO A LA SOLARIZACIÓN EN HORTÍCOLAS (ALCACHOFA).

3.1 Introducción

La desinfección del suelo es una intervención en los sistemas de cultivo, siendo el principal objetivo la mejora de calidad de los productos obtenidos, gracias a la eliminación o reducción de la población de patógenos que habitan en el suelo como son insectos, nematodos, hongos, malas hierbas, bacterias y virus, los cuales afectan a la viabilidad de las especies vegetales, por esta razón, la desinfección en horticultura intensiva representa un práctica crucial para combatir no sólo los patógenos de las plantas sino también malas hierbas y plagas de artrópodos permitiendo mantener los altos niveles de productividad (Gullino,2000).

Con la biofumigación, se aplica una buena cantidad de materia orgánica al terreno agrícola, y de esta forma se utilizarán los gases que resulten de la descomposición de esta materia para eliminar agentes patógenos. Esta materia puede tener un origen animal (generalmente es estiércol) y también vegetal (restos de cultivos).

La técnica de la biofumigación puede realizarse en cualquier época del año, entre otras cosas porque no se necesitan temperaturas demasiado altas, aunque los procesos de degradación de la materia orgánica (lo que supone la base de esta modalidad de desinfección), son más rápidos a mayores temperaturas.

Como objetivos principales del trabajo está la cuantificación posterior a la biofumigación de la biodiversidad de especies de artrópodos, nematodos y malas hierbas, así como estudiar el comportamiento de los distintos cultivos en el suelo frente a producción de biomasa, efecto sobre el cultivo posterior y efecto sobre el suelo a nivel biológico.

3.2 Materiales y métodos

Ensayo 1: Biofumigación de invierno 2018 (Alcàsser).

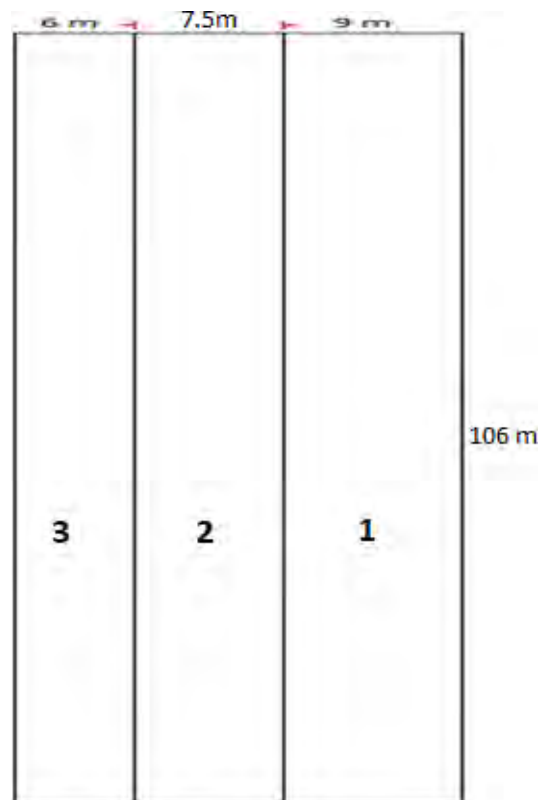
La parcela donde se realizó el ensayo (parcela 7) consta de una superficie de 2385 m² (aunque el ensayo no ocupa toda la parcela) situada en el municipio de Alcàsser en la empresa SAIFRESC (Figura 3.1). Posteriormente a la biofumigación se realizó una solarización de toda la parcela y en agosto se plantaron patatas.



Figura 3.105. Ubicación del municipio y de la parcela.

La parcela se dividió en tres subparcelas (Figura 3.2), el 6 de marzo se sembraron en cada una de las subparcelas dos variedades diferentes de rábano con un 60% de *Rhaphanus sativus* (variedad con flores blancas) y un 40% *Brassica carinata eleven* (variedad con flores amarillas).

Figura 3.106- Plano parcela de ensayo.



La dosis de siembra de las crucíferas fue: en la subparcela nº1 con 25 kg por hectárea, la subparcela nº2 con dosis de 10 kg por hectárea y la subparcela nº3 con una dosis de 15 kg por hectárea.

El 17 de abril se realizó el único riego empleado durante el ciclo de cultivo, se trató de un riego a manta, ya que anteriormente se aprovecharon las lluvias para tal efecto.

El 23 de mayo se realizaron tres tipos de recogidas de muestras, por un lado y con la ayuda de un aspirador se cogieron muestras de insectos mediante la aspiración de hojas y de flores de *Raphanus sativus*, y lo mismo con la otra variedad de rábano, realizando un total de sesenta aspiraciones, veinte por subparcela.

El 25 de mayo se realizó el triturado y enterrado del rábano en la parcela dando comienzo así al proceso de biofumigación. También se arrancaron plantas completas con el fin de poner hojas y flores en embudo de Berlese, cogiendo diez plantas de *Raphanus sativus* y otras tantas de *Brassica carinata*, realizando esta operación en las tres subparcelas.

Además, se arrancaron plantas completas con el fin de medir su biomasa, tanto fresca como seca, cogiendo una superficie de 0.25 m² por subparcela y repitiendo la operación tres veces.

El 17 de junio se cogieron muestras de un kilo de tierra por cada subparcela con el fin de analizar en el laboratorio el contenido de artrópodos y nematodos. A modo de testigo del proceso y con el fin de conocer las propiedades biológicas del suelo con el manejo de diversos cultivos, se extrajeron muestras de tierra de los cultivos lindantes a la biofumigación, se cogió suelo donde se había cultivado cebolla, kale, zanahoria e hinojo.

A continuación, se detalla el calendario de las fechas de siembra, triturado, enterrado, riegos y muestreo del ensayo (Figura 3.3).

Biofumigación 2018	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
Finca Alcacer							
Biofumigación			6			25	
Muestreos							
Riegos					17		
Secado biomasa							

Figura 107.3 Calendario Biofumigación invierno Alcáser 2018.

Ensayo 2: Biofumigación primavera 2018 (Meliana).

La parcela seleccionada para el ensayo consta de una superficie de 3676 m², situada en el término municipal de Meliana (Figura 3.4).



Figura 3.108-Ubicación del municipio y de la parcela incluida en el proyecto.

La parcela se dividió en dos subparcelas (Figura 3.5) en las cuales se sembraron a fecha 15 de abril dos variedades diferentes de rábano en cada una de las subparcelas en un 60% *Rhaphanus sativus* y un 40% *Brassica carinata eleven*.

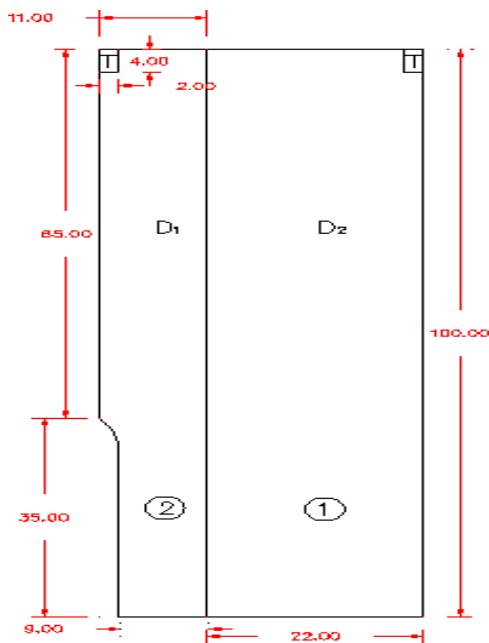


Figura 3.109 Plano parcela de ensayo.

La dosis de siembra fue: en la subparcela n°1, dos filas a dos líneas por fila con 25 kg por hectárea, en la subparcela n°2, dieciséis filas a dos líneas por fila con 15 kg por hectárea y por último en la subparcela n°3, dos filas a una línea por fila con 15 kg por hectárea.

El 18 de mayo se realizaron tres tipos de recogidas de muestras, por un lado y con la ayuda de un aspirador se cogieron muestras de insectos mediante la aspiración de hojas y de flores de *Raphanus sativus* y *Brassica carinata*, realizando un total de sesenta aspiraciones, veinte por subparcela.

También se arrancaron plantas completas con el fin de poner hojas y flores en embudo de Berlese, cogiendo diez plantas de *Raphanus sativus* y otras tantas de *Brassica carinata* y realizando esta operación en las dos subparcelas.

No se aplicó riego durante el periodo de siembra y desarrollo del cultivo, el cual fue triturado y enterrado el día 19 de mayo, tan solo se realizó un riego a manta el día 22 de mayo, una vez iniciado el proceso de la biofumigación con el fin de sellar la parcela y hacer más efectivo el proceso.

También se arrancaron plantas completas con el fin de poner hojas y flores en embudo de Berlese, cogiendo diez plantas de *Raphanus sativus* y otras tantas de *Brassica carinata* y realizando esta operación en las dos subparcelas.

Además, se arrancaron plantas completas con el fin de medir su biomasa, tanto fresca como seca, cogiendo una superficie de 1 m² por subparcela y repitiendo la operación tres veces.

Por otro lado, el 25 de junio se cogieron muestras de un kilo de tierra por cada subparcela, así como un testigo con el fin citado en los anteriores ensayos. Además, el 13 y 30 de agosto se recogieron muestras de suelo, con las subparcelas plantadas con Pasto de Sudán, para comprobar la supervivencia de las semillas de malas hierbas.

A continuaci3n, se detalla el calendario de las fechas de siembra, triturado, enterrado, riegos y muestreo del ensayo (Figura 3.6).

Biofumigaci3n 2018	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
Finca Meliana							
Biofumigaci3n				15		14	
Muestreo planta							
Muestreo suelo							
Riegos						16	
Secado biomasa							

Figura 3.110. Calendario biofumigaci3n primavera Meliana 2018.

Ensayo 3: Biofumigaci3n primavera 2018 (Alboraia)

El ensayo n3mero tres se llev3 a cabo en la Alquería Vicent Mart3, en el t3rmino municipal de Alboraia, en la parcela n3 161 con referencia X: 730049.19, Y: 4377370.71, empleando un total de 3164 m².



Figura 3.111. Ubicaci3n parcela ensayo 3

La parcela se dividi3 en tres subparcelas en las cuales se sembraron a fecha 2 de abril, dos variedades diferentes de r3bano, siendo un 60% *Rhaphanus sativus* y un 40% *Brassica carinata eleven*, en cuanto a dosis, se sembraron, en la subparcela n3 1, dos filas

a dos líneas por fila con 25 kg por Hectárea, en la subparcela nº2, dieciséis filas a dos líneas por fila con 15 kg por Hectárea y por último en la subparcela nº3, dos filas a una línea por fila con 15 kg por Hectárea.

En cuanto a riego, no se empleó durante el periodo de siembra y desarrollo del cultivo, el cual fue triturado y enterrado el día 19 de mayo, tan solo se aplicó un riego a manta el día 22 de mayo, una vez iniciado el proceso de la biofumigación con el fin de sellar la parcela y hacer más efectivo el proceso.

Toma de muestras

El 18 de mayo se realizaron tres tipos de recogidas de muestras, por un lado y con la ayuda de un aspirador se cogieron muestras de insectos mediante la aspiración de hojas y de flores de *Raphanus sativus* y *Brassica carinata*, realizando un total de sesenta aspiraciones, veinte por subparcela.

También se arrancaron plantas completas con el fin de poner hojas y flores en embudo de Berlese, cogiendo diez plantas de *Raphanus sativus* y otras tantas de *Brassica carinata* realizando esta operación en las tres subparcelas.

Además, se arrancaron plantas completas con el fin de medir su biomasa, tanto fresca como seca, cogiendo una superficie de 1 m² por subparcela y repitiendo la operación tres veces.

Por otro lado, y a fecha 25 de junio se cogieron muestras de un kilo de tierra por cada subparcela, así como un testigo con el fin citado en los anteriores ensayos.

Biofumigación 2018	ene	feb	mar	abr	may	jun
Finca Alboraiá						
Biofumigación				2	19	
Muestreos						
Riegos					22	
Secado biomasa						

Figura 3.112. Calendario biofumigación primavera Alboraiá 2018.

Elección de las especies biocidas.

Las especies vegetales seleccionadas como agentes biofumigantes debido a sus propiedades biocidas frente a patógenos del suelo fueron, por un lado, *Rhapanus sativus* y *Brassica carinata*, pertenecientes a la familia de las crucíferas (Figura 3.7).

Características *Rhapanus sativus* var Valencia

- Variedad con múltiple resistencia a *Meloidogyne spp.*
- Floración tardía y gran crecimiento vegetativo.
- Alto contenido de materia seca y una rápida y eficaz cobertura del terreno.
- Producción de biomasa muy alta.
- Siembra recomendada en otoño.

Características *Brassica carinata* var Eleven

- Resistente a *Meloidogyne javanica* y *M. incognita*.
- Muy resistente a hongos: *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Pythium*.
- Muy resistente a la subida a flor en verano.
- Elevada producción de biomasa.
- Siembra recomendada en primavera.

En el ensayo de Biofumigación de primavera en Meliana, después de la incorporación del rábano y su posterior riego, en verano se sembró Pasto de Sudán var Piper, para evitar la germinación de malas hierbas, ya que dicha parcela tenía un nivel elevado de tubérculos de chufa del cultivo anterior (Figura 3.8).

Características *Sorghum sudanense* var Piper

- Variedad de ciclo semiprecoz y de altas producciones forrajeras.
- Rebrotos rápidos, rústico y adaptable a todo tipo de condiciones.
- Tallos finos y follaje abundante.
- Elevado contenido de alcaloides cianógenos en plantas jóvenes.

- Siembra recomendada en primavera.



Figura 3.113. Sorghum sudanense var Pipper.

Sistemas de muestreo.

Aspiración artrópodos

El muestreo de los artrópodos se realizó con un aspirador STERWINS 3000S que trabaja con un motor eléctrico de 3000W de potencia con una velocidad de soplado de 270 km/h. El aspirador se compone de un ventilador que realiza la succión del aire, conectado a un tubo cilíndrico, al final del cual se adaptaba una bolsa de malla fina donde se recogían los artrópodos.

El procedimiento realizado fue aspirar tanto flores como hojas de la planta y mantenerlo durante 3 segundos en cada planta, realizándose sobre un total de 20 plantas.

Extracción y conteo de artrópodos

La extracción de artrópodos del suelo se realizó mediante la técnica del embudo de Berlesse (Figura 9), en el que se depositan 200 gramos de muestra, dejándose un periodo de 7 días en los cuales los artrópodos contenidos en el suelo caen por gravedad a un bote, que se encuentra en la parte inferior, quedando atrapados en él. Para la conservación se empleó etanol al 70%.

Para el conteo de artrópodos en las plantas se siguió la misma técnica del embudo de Berlese, en los cuales se depositaron 50 gramos de hoja por embudo y 25 gramos de flores por embudo. Los insectos y ácaros capturados fueron identificados y contados con la ayuda de una lupa binocular.



Figura 114. Embudos de Berlese.

Extracción y conteo de nematodos

Para la extracción de nematodos se empleó como método el embudo de Baermann. Esta técnica consiste en un embudo de plástico de tamaño mediano, en la parte inferior se ajusta una manguera, la cual es cerrada mediante la presión ejercida de una pinza. El embudo se coloca en un soporte y se llena con agua, a continuación, se dispone un papel que ejerce de filtro, y se depositan 100 gramo de suelo, cubriéndolo de agua.

Pasadas 48 horas, todas las formas activas de nematodos han pasado a través del papel y son recogidas mediante la apertura de la manguera en un volumen de agua de 5 ml con la ayuda de una jeringuilla.

El conteo se realizó con la ayuda de un microscopio y una placa Petri, en la que se introdujo 5 ml de muestra extraída del embudo de Baermann. Para facilitar el conteo se leyeron los nematodos situados en el centro de la placa, haciendo un barrido por todo el diámetro de esta, de izquierda a derecha, una vez contados los nematodos se realizó una interpolación (se multiplica por 6.42) para conocer los nematodos contenidos en la totalidad de la placa Petri.

Conteo de malas hierbas

Para el conteo de malas hierbas en campo, se emplearon cinco aros de 56 centímetros de diámetro por cada una de las 16 subparcelas del ensayo, contándose las hierbas contenidas en ellos (Figura 3.11).



Figura 3.115. Conteo de malas hierbas en campo.

Para la evaluación de malas hierbas en invernadero se aprovechó el suelo recogido en campo y se añadió en alveolos de 8 x 8 cm, se realizaron tres repeticiones por cada tesis del ensayo (Figura 3.12). Los alveolos fueron mantenidos en invernadero y fueron regados con una frecuencia semanal, hasta que se consideró que había germinado la totalidad de las semillas.



Figura 3.12: *Conteo de malas hierbas en el invernadero.*

Cuantificación de biomasa

Para la medición del peso fresco y dependiendo de cómo se sembró la parcela, se emplearon dos técnicas, por un lado, si se sembró a voleo (biofumigación de invierno), se empleó un aro de 56 cm de diámetro, arrancando las plantas contenidas en él y realizando esta operación tres veces por cada subparcela del ensayo.

Por otro lado, si el ensayo se sembró por filas (biofumigación de primavera), se arrancaron las plantas contenidas en un metro de fila, realizando esta operación tres veces por subparcela. El pesaje se realizó con la ayuda de un peso portátil que pesó las plantas de rábano contenidas en cada bolsa (Figura 3.13).



Figura 3.13: Contenido de biomasa (izquierda) y peso empleado (derecha).

3.3 Resultados

Biofumigación invierno 2018. Alcàsser

En este ensayo se comparó el efecto de dos variedades de rábano (*Rhapanus sativus* var *Valencia* y *Brassica carinata* var *Eleven*) a diferentes dosis de siembra (alta, media y baja) sobre nematodos y microartrópodos. Además, se evaluó el contenido de fauna beneficiosa presente en el cultivo biocida antes de ser enterrado y de la biomasa producida.

- **Biomasa**

Se observa como la dosis baja (10 kg/Ha) fue la que obtuvo un mayor contenido de biomasa fresca por metro cuadrado, por otro lado, la dosis media (15 kg/Ha) fue la que mayor contenido de biomasa seca obtuvo. Por último, con dosis alta (25 kg/ha), se obtuvo el menor contenido de biomasa, tanto fresca como seca (habiendo diferencias significativas respecto a la biomasa en fresco con la dosis baja).

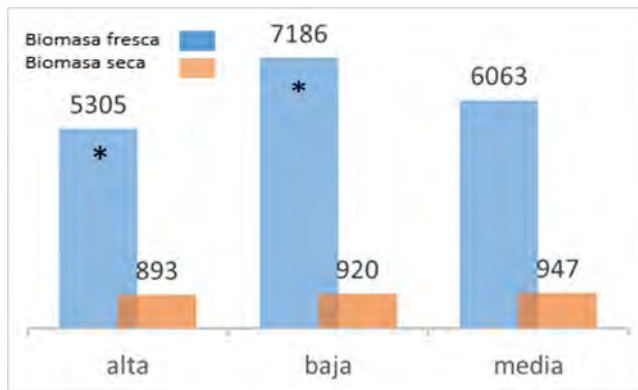


Figura 3.24: Promedio de biomasa en gramos contenida en un metro cuadrado para cada dosis de siembra.

* Diferencias significativas.

- Nematodos

La parcela con la dosis de siembra media fue la que presentó un mayor número de nematodos saprófitos, seguidas de las parcelas testigo. La parcela con menor número de nematodos saprófitos fue la sembrada con la dosis alta, siendo esta la que menor peso tanto de biomasa fresca como seca obtuvo como se citó en el apartado anterior.

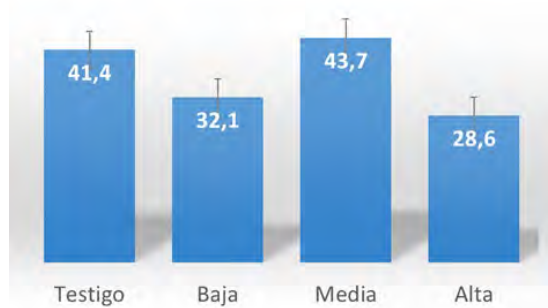


Figura 3.16. Promedio de nematodos tras la biofumigación contenidos en 200 gramos de tierra según dosis de siembra. La barra vertical muestra el error estándar.

- **Artrópodos beneficiosos**

Como se puede observar en la Figura 3.17, la dosis baja fue la que obtuvo la cifra más elevada tanto de depredadores, como de parasitoides, en cuanto a la dosis media y alta se obtuvieron resultados similares.

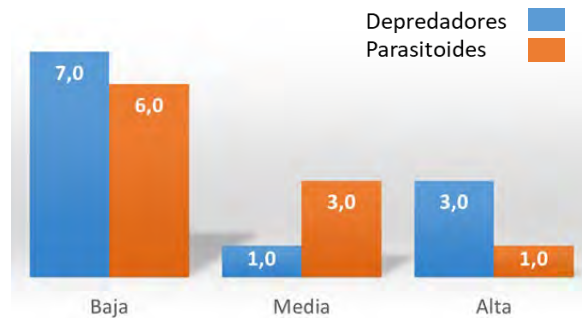


Figura 3.17. Artrópodos beneficiosos extraídos por aspiración. El proceso constó de 20 aspiraciones (una aspiración por planta) de 3 segundos de tiempo cada una, repitiendo este proceso en cada subparcela del ensayo.

-

- **Efecto sobre el cultivo posterior**

Para comprobar el efecto sobre el cultivo posterior a la biofumigación (patata), se cuantificó la cantidad de adventicias que emergieron. De momento se han tomado los datos de una fecha, teniendo planificados otros muestreos al largo del cultivo y en las siguientes estaciones.

Destacan las adventicias de la familia de las chenopodiáceas y malváceas, seguidas de verdolagas (*Portulaca oleracea*) y el género *Sonchus*. Estas son adventicias que crecen en los meses cálidos. En siguiente número de abundancia encontramos *Diplotaxis erucoides*, una planta que crece en los meses fríos (Figura 3.18).

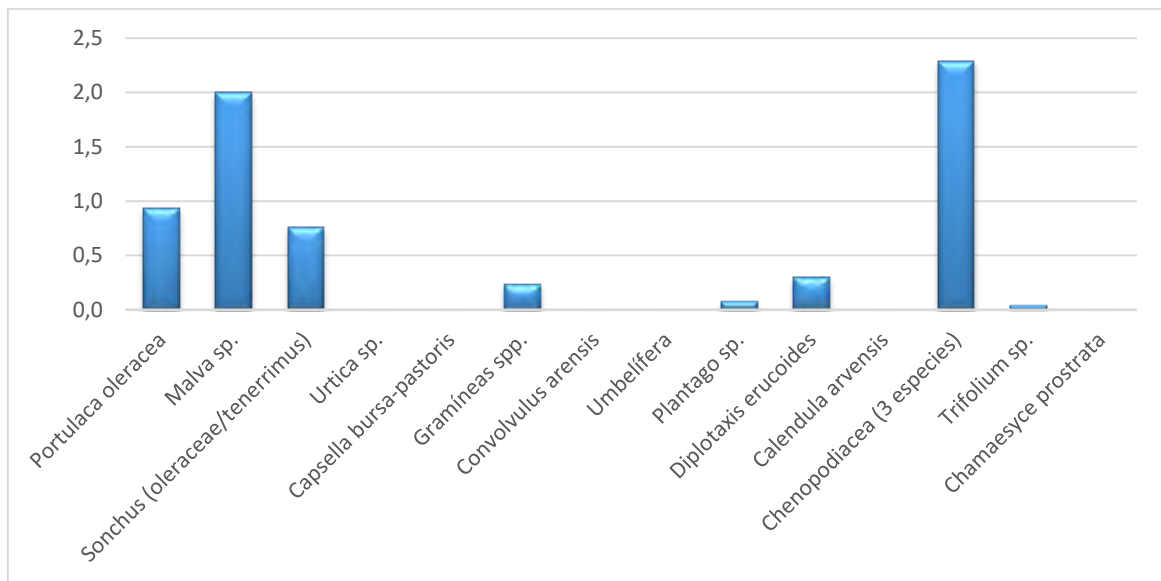


Figura 3.18: Conteo de adventicias postbiofumigación de invierno 2018 (Alcàsser).

Biofumigación primavera 2018. Meliana

- Biomasa

La biomasa obtenida por metro cuadrado según las dosis de siembra aplicada se muestra en la Figura 3.18. La dosis de siembra alta, fue la que mayor biomasa por metro cuadrado produjo, obteniendo en torno a un 20% más de peso, tanto de biomasa seca como fresca.

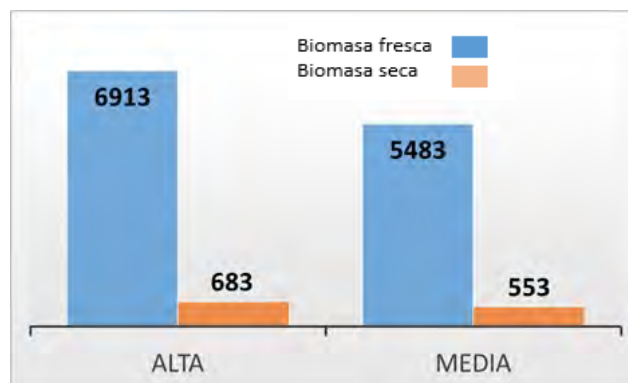


Figura 3.18. Promedio de biomasa en gramos contenida en un metro cuadrado para cada dosis de siembra.

- Nematodos

En lo que respecta a nematodos se observa en la Figura 19, que entre ambos periodos, el testigo no sufrió apenas variación de individuos (el testigo estaba cubierto por *Chenopodium album*, lo que pudo incidir en el elevado número de nematodos saprófagos) por otro lado, en la parcela con dosis alta se produjo un aumento en el número de nematodos saprófitos mientras que en la parcela con dosis media se produjo un descenso de nematodos.

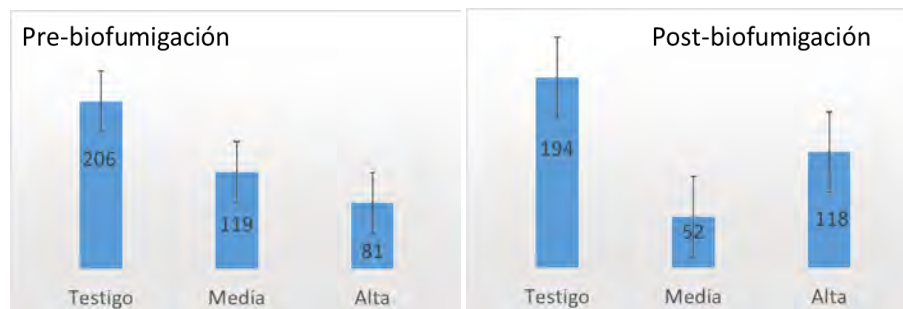


Figura 3.19. Promedio de nematodos antes de la biofumigación y después, contenidos en 200 gramos de tierra según dosis de siembra y testigo. La barra vertical muestra el error estándar.

- Microartrópodos beneficiosos.

Como se puede observar la figura 20, hay un mayor número de microartrópodos beneficiosos del suelo en la dosis de siembra alta, esto puede deberse a la mayor cantidad de biomasa que se produjo, como consecuencia incrementando la fauna saprófita del suelo.

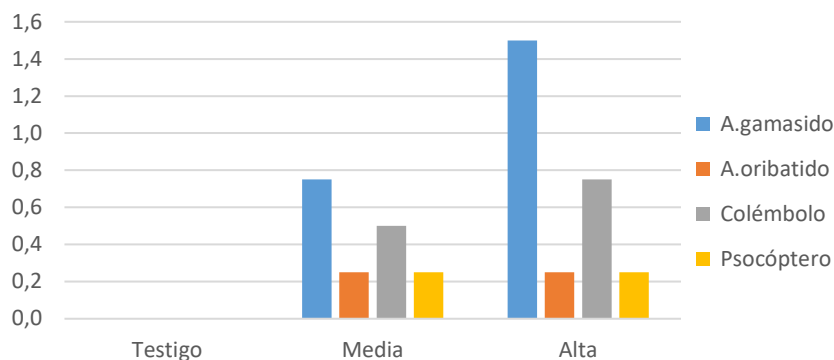


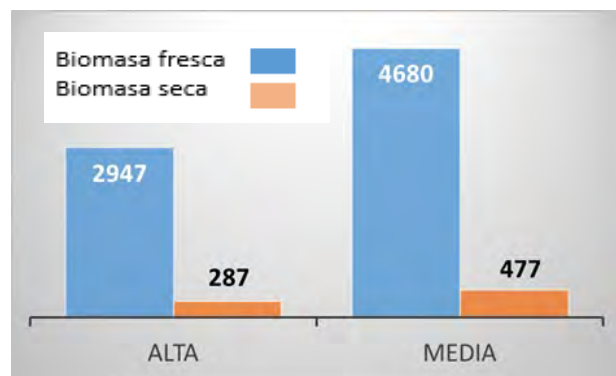
Figura 3.20. Promedio de microartrópodos en la biofumigación de primavera (Meliana), contenidos en 200 gramos de suelo para cada subparcela del ensayo.

Biofumigación primavera 2018. Alboraiá

- Biomasa

Se observa como la dosis media (15 kg/Ha) fue la que obtuvo un mayor contenido de biomasa por metro cuadrado con respecto a la dosis alta (25 kg/Ha), habiendo diferencias significativas (tanto para fresca como para seca). Respecto a la biomasa fresca se obtuvo un 38% más y en cuanto a la biomasa seca hubo un incremento de un 40% con respecto a la dosis alta.

Figura 3.21. Promedio de biomasa en gramos contenida en un metro cuadrado en función de la dosis de siembra.



- Nematodos

En cuanto a nematodos se observa en la Figura 3.22 que hay un incremento considerable entre el testigo y las subparcelas con aporte de biomasa, siendo entre estas una diferencia de individuos mínima.

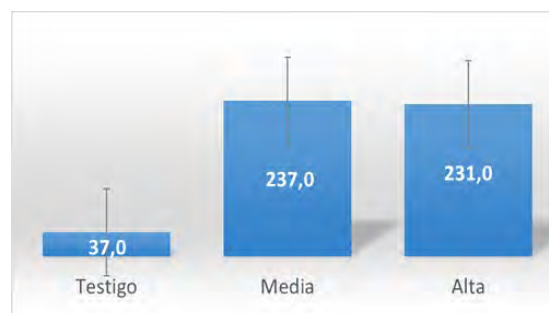


Figura 3.22. Promedio de nematodos tras la biofumigación contenidos en 200 gramos de tierra según dosis de siembra y testigo. La barra vertical muestra el error estándar.

3.4 Conclusiones

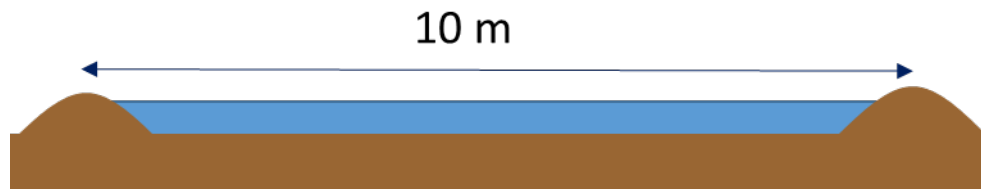
- En los ensayos de *Raphanus sativus* y *Brassica carinata*, la dosis de siembra más baja empleada fue la que produjo mayor biomasa, en la biofumigación de invierno, en cambio en la biofumigación de primavera la dosis de siembra alta fue la que mayor biomasa produjo.
- El hecho de cultivar las plantas biocidas en la parcela a desinfectar, beneficia al agricultor, por un lado, evita el transporte del material orgánico a la parcela, lo que conlleva un ahorro económico y aparte, tener las plantas presentes en la parcela beneficia a insectos depredadores y parasitoides.
- Todos los nematodos muestreados en los ensayos han sido saprófitos, esto puede ser debido a que las plantas empleadas para la biofumigación eran resistentes a *Meloidogyne* spp.
- La biofumigación no es un proceso inmediato o a corto plazo (como ocurre con los desinfectantes químicos), por lo que se debería estudiar este proceso a largo plazo y combinándolo con otras prácticas, ya que según Bello *et al.*, (2000), La eficacia de la biofumigación y la prolongación de su efecto en el tiempo se incrementa cuando se incorpora dentro del sistema integrado de gestión de los cultivos, el uso de variedades resistentes y tolerantes, injertos, solarización, prácticas culturales, control biológico y baja dosis de productos químicos.

3.5 Bibliografía

- Aponte, A, A. Pérez, J. Tablante. 1992. Control de malezas y plagas en tomate con la utilización de residuos de cosecha. FONAIAP Divulga 9, 10-15 pp.
- Arias M, J. A. López-Pérez, R. Sanz, M. Escuer. 1999. Alternatives to methyl bromide to control nematodes in a cucumber-swiss chard rotation in greenhouses. Abstract of XXXI Annual Meeting ONTA. 21-25 June, 1999, San Juan, Puerto Rico. Nematropica 29, 115 pp.
- Barres M.T. 2006. La eliminación del bromuro de metilo en protección de cultivos como modelo mundial para la conservación del medio ambiente. Tesis doctoral. Departamento de Ecosistemas Agroforestales Universidad Politécnica de Valencia. 501 pp.
- Bello A, M Escuer, J Tello. 1999. Problemas nematológicos de los cultivos de Guatemala y su manejo agronómico. Abstracts of the XXXI Annual Meeting ONTA, June 21-25, 1999, San Juan, Puerto Rico. Nematropica 29, 116-117 pp.
- Bello A, M Escuer, R Sanz, J. A López-Pérez y P Guirao. 1997. Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo de pimiento. En: A. López, J. A.

- Mora (Eds). Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, 67-108 pp.
- Bello A, López J.A, Sanz R, Escuer M., Herrero J. 2000. Biofumigation and organic amendments. In: Methyl bromide alternatives for North African and Southern European countries. Eds. UNEP, 113-141 pp.
 - Bello A. 1998. Otros ejemplos de sustitución de pesticidas caso práctico: La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos. *Daphnia*, N° 12.
 - Borek, V, L.R.Elberson, J.P.McCaffrey, M.J.Morra. 1997. Toxicity of rapeseed meal and methyl isothiocyanate to larvae of the black vine weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ.Entom.*90, 109-112 pp.
 - Carrasco J y Riquelme S. 2006. Biofumigación. *Boletín INIA*, 155. 41-47pp.
 - Elberson L.R, V. Borek, J.P. McCaffrey, J.Morra. 1996. Toxicity of rapeseed meal-amendment soil to wireworms, *Limonius californicus* (Coleoptera: Elasteridae). *J.Agric.Entomol.* 13, 323-330 pp.
 - Godoy H, Villalobos S, Ramos G, León J.L, Ramírez E, Castañeda M, Corona A. 2013. Biosolarización: Técnica para el control de patógenos del suelo en invernadero. SAGARPA. Secretaria de agricultura ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México. N°13.
 - Gullino, M.L. 2000. Status of methyl bromide alternatives for soil fumigation in Southern Europe. In: Methyl bromide alternatives for North African and Southern European countries. Eds. UNEP, 87-92 pp. 47
 - Igelmo, A. 2010. La biofumigación, método biológico de control de patógenos del suelo. PAE. N° 11.
 - Intersemillas.es. (2018). *Intersemillas*. [online] Available at: <http://www.intersemillas.es/> [Acceso 1 Julio. 2018].
 - Matthiesen J, Kirkegaard J. 1993. Biofumigation, a new concept for 'clean and green' pest and disease control. *Western Australian Potato Grower* October, 14-15 pp.
 - Noble, R.R.P, C.E. Sams. 1999. Biofumigation as an alternative to methyl bromide for control of white grub larvae. Annual Intern. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions, nov. 1-4, 1999, San Diego, California, 92, 3 pp.
 - Pandey, D.K. 1994a. Inhibition of salvinia (*Salvinia molesta* Mitchell) by parthenium (*Parthenium hydroporus* L.). I. Effect of leaf residue and allelochemicals. *Journal of Chemical Ecology* 20, 3111-3122.
 - Ryan A, Hoyt G, Monks D, Jennings K. 2013. Biomass production of biofumigation cover crops 'Caliente' Mustard and Oilseed Radish.
 - Saavedra M, Castillo F, Pérez-Melgares J.D, Hidalgo J.C, Alcántara C. 2013. Características de *Sinapis alba subsp. mairei* como Cubierta Vegetal y para Biofumigación.
 - Tello J.C. 1977. Algunas consideraciones sobre la desinfección de suelos hortícolas. *Levante Agrícola*, 191. 11-19 pp.

INFORMACIÓ SUPLEMENTARIA



Sistema de riego en el ensayo 1 (Alcàsser)



Sistema de riego en los ensayos 2 y 3 (Meliana i Alboraiia)

4 GESTIÓN DE LA AVISPILLA DEL ALMENDRO EN CULTIVO ECOLÓGICO E INFLUENCIA DEL PAISAJE CIRCUNDANTE.

Respecto a la avispiella del almendro los objetivos que nos planteamos en el presente convenio fueron:

1. Estudiar la biología del insecto
2. Conocer el impacto de la nueva plaga en la cosecha de almendras
3. Participar en los ensayos con productos permitidos en el Reglamento de AE para el control de la avispiella del almendro, junto al Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología.
4. Estudiar los enemigos naturales de la avispiella del almendro
5. Analizar si el paisaje de alrededor de los campos de almendros tiene alguna influencia en el nivel de infestación de la avispiella del almendro y el complejo de enemigos naturales de la plaga

A continuación, se hace un breve resumen de los resultados obtenidos del trabajo y que se presentan en la actual memoria.

1. Se describen los resultados sobre la biología del insecto. Se indica el periodo de vuelo de los insectos adultos y se detalla la evolución del desarrollo de las larvas de la avispiella del almendro, realizado mediante la observación de almendras en el laboratorio.
2. Es interesante reconocer signos de la presencia de la avispiella en campo, en las almendras en los árboles. En este apartado se describe cómo se puede reconocer la presencia de la avispiella en almendras aún verdes y más adelante cunado están momificadas.
3. Primeramente, se describe el estado de los árboles y el nivel de infestación que se observó en campo en las dos parcelas de estudio, en Biar y Los Isidros. El nivel de infestación fue muy elevado en la parcela de Biar y bajo en Los Isidros. A continuación, se explican los resultados tras la aplicación de plaguicidas, considerando las almendras cosechadas que contenían avispiella viva en su interior.

4. Se muestran los primeros resultados sobre enemigos naturales de la avispiña del almendro, hasta noviembre de 2018
5. Se indican los resultados de las trampas amarillas pegajosas colocadas en el centro de las parcelas de estudio y las zonas de borde.

Elección de las parcelas de estudio:

Antes de iniciar el estudio, en colaboración con los técnicos del Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología, de la Generalitat Valenciana, se eligieron dos parcelas de almendros ecológicos que habían tenido daños por la avispiña el año anterior (2017). Las dos parcelas que se eligieron estaban ubicadas en Biar (Alicante) y otra en Los Isidros (Valencia).

Cada una de las parcelas se visitó periódicamente desde marzo hasta septiembre. En cada una de las fechas de muestreo se hicieron observaciones en campo y se tomaron muestras de almendras para estudiar la biología del insecto en el laboratorio y conocer el efecto de los tratamientos con plaguicidas. También se colocaron trampas amarillas pegajosas en el centro y borde de la parcela para estudiar la influencia del paisaje de alrededor.

En Biar, para el estudio de la biología del insecto las muestras se tomaban de la misma parcela donde se hicieron los ensayos de plaguicidas. Sin embargo, en Los Isidros las muestras se tomaban de otras parcelas distintas a las del ensayo. La razón fue que desde el principio se observó un nivel de infestación muy bajo (basándonos en los signos de la avispiña y el aspecto de las almendras), y se decidió coger muestras de otras parcelas próximas, pero fuera del ensayo y en las que se apreciaba un alto nivel de infestación.

4.1 Estudio de la biología del insecto

4.1.1 Vuelo de los adultos

A partir de las observaciones hechas por los técnicos de la Conselleria y en nuestras visitas al campo, podemos concretar cuándo se produjo el vuelo de la avispiña en las dos zonas de estudio.

En Biar se observó un abundante vuelo del insecto, con muchos insectos volando alrededor de los almendros, el 17 de abril de 2018. En uno de los muestreos realizados por el personal de la UPV, se observaron algunas avispiñas volando en campo el 15 de

mayo 2018. En Los Isidros, se observaron las primeras avispillas en campo el 24 de abril de 2018 y los últimos adultos se observaron en los evolucionarios instalados en campo el 11 de mayo de 2018.

Por lo tanto, a partir de estos resultados podemos decir que el **vuelo de la avispa** en la zona de estudio abarcó los meses de **abril y mayo**.

4.1.2 Evolución de la larva

Todas las almendras recogidas en cada fecha de muestreo se abrían, se anotaba la presencia o ausencia de avispa, el número de larvas presentes y la longitud de cada una de ellas.

El número de larvas por almendra varió a lo largo del tiempo. En los primeros muestreos, cuando los tejidos de la semilla eran todavía blandos y transparentes podíamos encontrar hasta 4 larvas por semilla (Fig. 1). A medida que pasaba el tiempo y los tejidos de la semilla iban endureciéndose, el número de larvas vivas por semilla fue mayoritariamente de 1 larva/semilla, aunque, ocasionalmente, pudiéramos encontrar 2 larvas/semilla o, muy raramente, 3 larvas/semilla. Si dentro de una almendra había dos semillas, encontrábamos 1 larva en cada semilla.

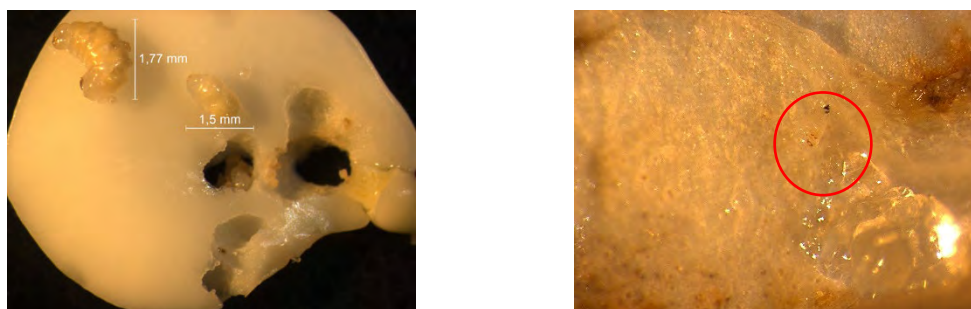


Figura 4.116. Semilla con varias larvas alimentándose (izq) y larva al inicio del desarrollo mostrando las mandíbulas (dcha).

Obviamente, la longitud de la larva también varió con el tiempo. Las primeras larvas que observamos en el interior de las semillas medían menos de 0.5 mm de longitud, eran transparentes y se confundían con los tejidos blandos del interior de la semilla. Lo que permitía distinguir las larvas del medio en el que se encontraban inmersas eran, principalmente, las mandíbulas, de color cobre (Fig. 4.1). Estas pequeñas larvas se encontraban repartidas por todos los tejidos de la semilla.

A medida que pasaba el tiempo, los tejidos de la semilla se iban endureciendo y haciéndose de color blanco. Consecuentemente, la larva se hacía más blanca, con lo que era más fácilmente observable y más grande. Encontramos larvas alimentándose de los cotiledones y del resto de tejidos de la semilla. En el mes de septiembre cuando abríamos las almendras afectadas, las larvas de la avispa habían consumido todo el contenido de la semilla y se encontraban dentro de la piel marrón de la semilla que permanecía intacta. En septiembre, previo a la cosecha, las larvas de mayor tamaño medían 8 mm. Nuestros resultados coinciden con Plaut (1972b).

En la Figura 4.2, se ha representado el aumento de tamaño de las larvas con el tiempo en las dos parcelas de muestreo. Destaca que a final de junio el tamaño de la larva aumenta de forma considerable, coincidiendo en las dos zonas de estudio.

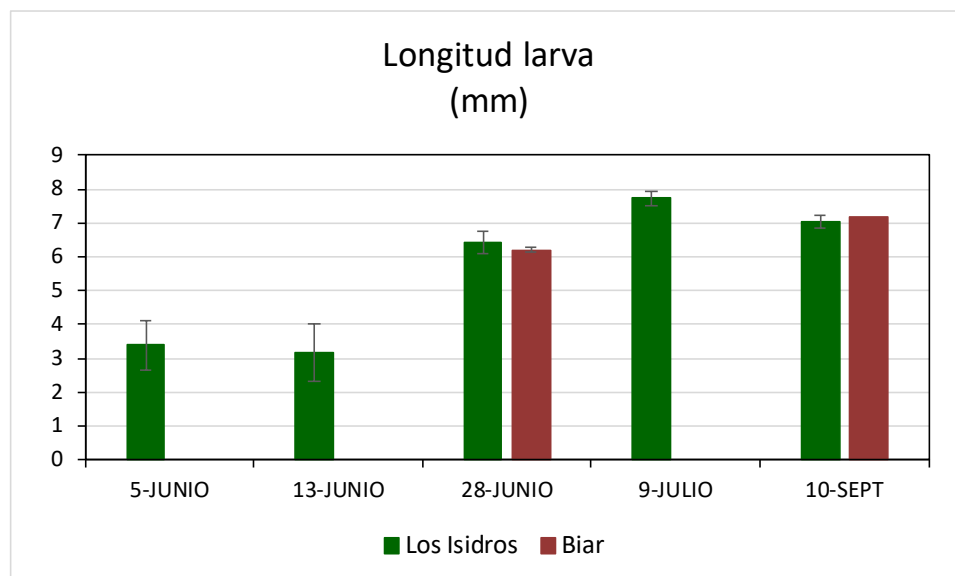


Figura 4.117. Aumento del tamaño de la larva de *E. amygdali* en las diferentes fechas de muestreo en 2018.

En noviembre, las larvas son de color blanco, y miden aproximadamente 8 mm de longitud (Fig. 4.3)

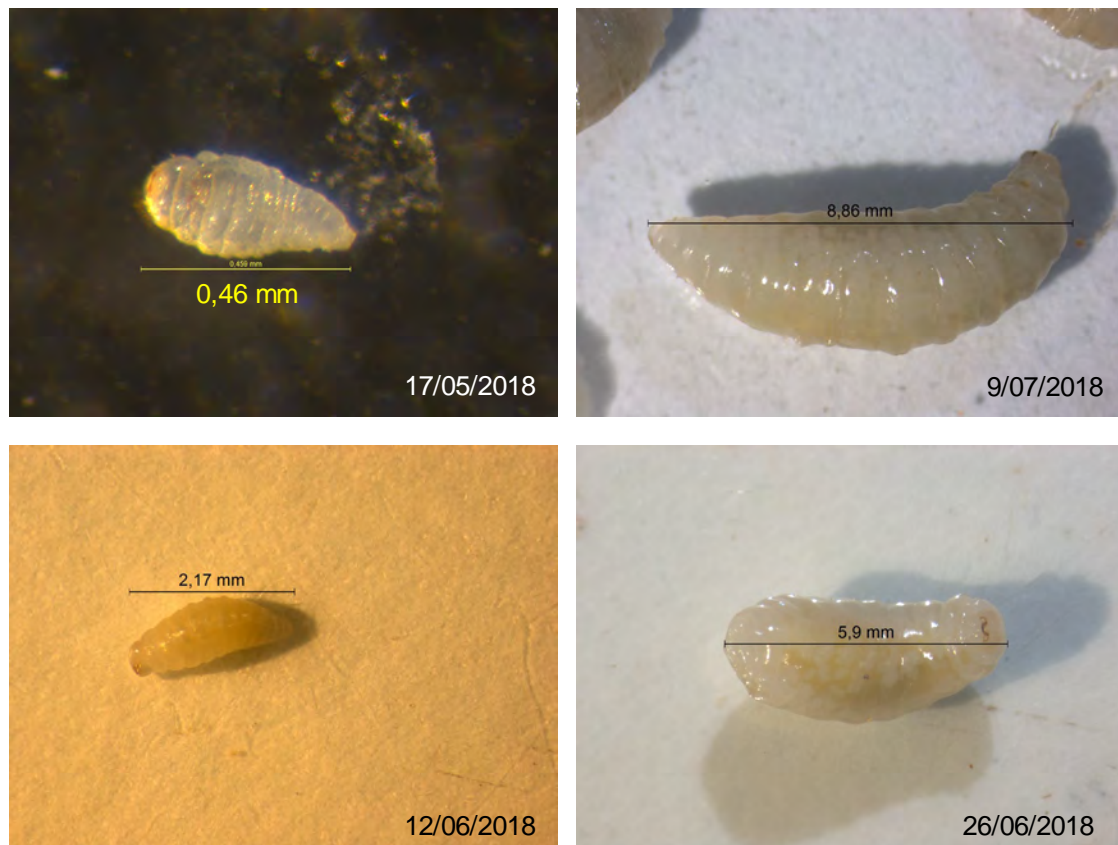


Figura 4.118. Imágenes de larvas en diferente estado de desarrollo de *E. amygdali*.

4.2 Estudio del impacto de la plaga en la cosecha de almendras

En cada fecha de muestro en las parcelas de estudio, se observaba y anotaba la evolución de las almendras. El objetivo era reconocer en las almendras de los árboles, algún signo que nos pudiera avisar de la presencia del insecto y así poder cuantificar el impacto de la avispiella en la cosecha del año.

Después de varias visitas comprobamos que en la superficie de las almendras cuando la corteza externa es verde y no tiene consistencia dura, es posible observar unas gotas de una sustancia transparente pegajosa, similar a goma (Fig. 4). Como se observa en la figura, las gotas aparecían en toda la superficie de la almendra y, además, podía aparecer una gota aislada o varias juntas (Fig. 4.4).



Figura 4.119. Almendras verdes con gotas de sustancia transparente pegajosa (similar a goma) en la superficie.

Las almendras con estos signos en la superficie se trasladaron al laboratorio de Protección de Cultivos de la ETSIAMN. Una vez en el laboratorio, las almendras se abrían para comprobar si dentro había alguna avispa. De las almendras con signos externos, el 95 % de los casos, contenían avispa en su interior. Sin embargo, las almendras sin signos externos también presentaron avispa dentro. Por lo tanto, **en campo, la presencia de gotas de goma transparente en la superficie de la corteza verde de la almendra puede dar una orientación sobre el nivel de ataque.**

El aspecto de las almendras en campo también cambió con el tiempo. Como se ha indicado anteriormente, en el mes de mayo, la corteza de las almendras era de color verde y blanda, con un elevado contenido en agua. En este momento se podían observar las gotas transparentes en la superficie de la almendra (Fig. 4.4). En julio, la corteza verde en las almendras sanas empezó a abrirse, mientras que en las almendras que contenían avispa, la corteza no se abrió, tenía color amarronado y aspecto seco. A finales de agosto, previo a la cosecha, las almendras afectadas presentaban un aspecto apergaminado, comenzaban a tener aspecto “momificado” y todas se encontraban prendidas de las ramas (Fig. 4.5). **El aspecto momificado de las almendras en campo es indicativo del nivel de ataque de la avispa.**



Figura 4.120. Aspecto de almendras momificadas, atacadas por avispija.

4.3 Ensayo de productos fitosanitarios para el control de la avispija

El diseño de los ensayos ha sido de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, la parcela elemental está compuesta de dos almendros.

Tabla 4.27. Tratamientos ensayados en la parcela de Biar con el producto utilizado, materia activa, riqueza, dosis utilizada y número de tratamientos.

N.º	PRODUCTO	MATERIA ACTIVA	RIQUEZA	DOSIS
1	BREAKER MAX	Piretrinas (Extracto de pelitre)	4 %	90 cc/Hl
2	BREAKER MAX + PREVAM	Piretrinas + Aceite de naranja	4 % 6 %	90 cc/Hl 150 cc/Hl
3	ALIGN	Azadiractina + Aceite parafínico	3,2% 83 %	150 cc/Hl 300 cc/Hl
4	SPINOSAD 48	Spinosad	48 %	25 cc/Hl
5	SILICOSEC	Tierra de diatomeas	100 %	1,6 kg/Hl
6	KARATE ZEON	Lambda-cihalothrin	1,5 %	130 cc/Hl
7	NEMGUARD GRANULES	Extracto de ajo	45 %	600 cc/Hl
8	EXTRACTO GUINDILLA	Extracto de guindilla	-	30 cc/Hl
9	SURROUND WP CROP PROTECTANT	Caolín	95 %	6 kg/Hl
10	TESTIGO			

Ambos ensayos evalúan distintos productos fitosanitarios contra la avispa del almendro. El número de tesis evaluadas fue distinto en las dos parcelas. En la parcela de Biar se ensayaron 9 tesis (Tabla 4.1) y en la parcela de Los Isidros 6 tesis (Tabla 4.2). Dichas tablas detallan los productos fitosanitarios utilizados con la materia activa, riqueza, dosis y número de tratamientos realizados.

Tabla 4.28. Tratamientos ensayados en la parcela de Los Isidros con el producto utilizado, materia activa, riqueza y dosis utilizada.

N.º	PRODUCTO	MATERIA ACTIVA	RIQUEZA	DOSIS
1	BREAKER MAX	Piretrinas (Extracto de pelitre)	4 %	90 cc/Hl
2	BREAKER MAX + PREVAM	Piretrinas + Aceite de naranja	4 % 6 %	90 cc/Hl 150 cc/Hl
3	ALIGN	Azadiractina + Aceite parafínico	3,2% 83 %	150 cc/Hl 300 cc/Hl
4	SPINOSAD 48	Spinosad	48 %	25 cc/Hl
5	SILICOSEC	Tierra de diatomeas	100 %	1,6 kg/Hl
6	KARATE ZEON	Lambda-cihalothrin	1,5 %	130 cc/Hl
10	TESTIGO			

Durante la realización del ensayo los técnicos del Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología, realizaron 3 aplicaciones insecticidas. Los tratamientos realizados en cada parcela se detallan en la tabla 4.3.

Tabla 4.29. Fechas de tratamiento en las dos parcelas evaluadas.

Nº TRATAMIENTO	PARCELA DE BIAR	PARCELA DE LOS ISIDROS
1	17/04/2018	19/04/2018
2	24/04/2018	26/04/2018
3	02/05/2018	04/05/2018

La evaluación de los tratamientos se realizó antes de la cosecha de las almendras, en Biar el 25 de julio de 2018 y en Los Isidros el 30 de agosto de 2018.

En los muestreos siempre que se pudo, se habló con los propietarios y técnicos de las fincas con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información sobre el estado de los árboles.

4.3.1 Resultados de los tratamientos en Biar

La variedad de almendras es “guara”. En las observaciones hechas en campo a partir de mayo, se detectó poca almendra en los árboles (comparado con años anteriores, según explicó el propietario) y bastante almendra en el suelo (tampoco muy usual en este tipo de variedad de almendra, según el propietario). Según el propietario, el daño por avisquilla había ido aumentando en los últimos años, afectando al 30% de la cosecha en 2016 y al 70% en 2017. Las parcelas de ensayo estaban rodeadas por parcelas dedicadas también al cultivo del almendro, donde se apreciaban claramente almendras momificadas con orificio de salida de avisquilla que estaban prendidas a las ramas de los almendros. Por tanto, se observaba el elevado nivel de ataque del año anterior, ya que había muchas almendras prendidas en los árboles, que no habían caído y que tampoco habían sido retiradas por los propietarios.

Los árboles de Biar eran de menor altura que los presentes en Los Isidros, con menos copa y, algunos, presentaban ramas terminales secas. Se tomaron muestras de dichas ramas secas y se trasladaron al laboratorio de Patología Vegetal del Departamento de Ecosistemas Agroforestales de la ETSIAMN, para analizarlas. El resultado de los análisis mostró la presencia de varios hongos. Uno de los hongos se identificó hasta el nivel de especie, *Phomopsis amigdalii*, que provoca secado de ramas y canchales, dichos canchales se llenan de picnidios en la época favorable. Tras la observación de los síntomas en los árboles, los patólogos indicaron que podía haber diversos hongos como *Monilia* spp. , *Diaporthe* spp. y hongos de madera que también podrían ser responsables de canchales y secado de ramas. Estos últimos no se pudieron determinar hasta el nivel de especie. También se observaron sobre brotes terminales, ataques de pulgón harinoso (*Hyalopterus pruni*) y pulgón negro en troncos (*Pterochloides persicae*).

Con la maduración de las almendras, se empezaron a observar un buen número de almendras en los árboles sospechosas de ataque de avisquilla. Las almendras empezaban a quedarse con la corteza seca, pegada y apergaminada. El porcentaje de estas almendras

afectadas respecto al total de almendras presentes en los árboles era muy elevado, alcanzando en muchos árboles hasta el 90%, también en los testigos.

Ante la situación de los árboles en Biar se decidió el 25 de julio de 2018, recolectar todas las almendras de todos los árboles del ensayo, así como de los testigos.

Todos los árboles de las tesis evaluadas en la parcela de Biar se recolectaron individualmente, se marcaron y se llevaron al laboratorio de la ETSIAMN. De cada bolsa (cada árbol) se separaron la mitad de las almendras, que se abrieron y se anotó si las semillas estaban sanas (si eran comestibles) o si no eran sanas. En las almendras “no sanas” se anotaba: si tenían avisquilla viva en su interior, si la semilla estaba mala por hongos, por falla natural o por causas desconocidas. La otra mitad de las almendras se guardó para estudiar la presencia de parasitoides.

En Biar se abrieron un total 4.791 almendras, de ellas 3.435 contenían avisquilla viva en su interior. En total de todas las almendras que se abrieron, el 71,1% contenían avisquilla viva, y sólo el 17,5%, eran comestibles.

Para poder hacer el análisis estadístico, dado que los árboles tenían diferente número de almendras, de cada árbol se ha calculado el cociente entre el número de almendras que contenían avisquilla viva respecto al total de almendras abiertas en dicho árbol (p). Para poder realizar el análisis de la varianza se hizo la transformación del arco seno de la raíz de p (expresando p en tanto por uno).

Los resultados del análisis de la varianza (ONE WAY ANOVA) muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ($F = 0,69$; g.l.= 9; $p = 0,72$) al nivel de confianza del 95%. En la figura 6 se indica el número medio de almendras con avisquilla viva respecto al total por árbol, para cada uno de los tratamientos. Como puede observarse en la figura 6, aunque no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, el producto 6 (lambda-cihalothrin) fue el que mejor resultados obtuvo.

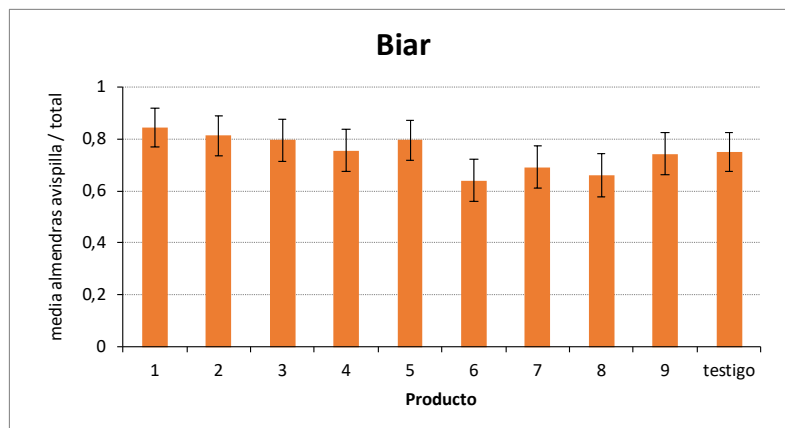


Figura 4.121. Número medio de almendras con avispija viva respecto al total de almendras abiertas por tesis en la parcela de Biar en 2018.

4.3.2 Resultados de los tratamientos en Los Isidros

Según información del propietario de la finca, la variedad de almendras es “largueta”. Este propietario había recolectado todas las almendras momificadas que quedaban de la temporada anterior prendidas de las ramas de los almendros. Los campos de alrededor de la parcela del ensayo tampoco tenían almendras de cosechas anteriores. En los márgenes de la parcela, había pinos, restos de la vegetación natural de la zona.

Las parcelas del ensayo en Los Isidros estaban labradas y los árboles tenían mayor copa que en Biar. No se observaron síntomas de ataques de hongos, sólo algunos brotes con pulgón harinoso y lepra en hojas.

Conforme iba pasando el tiempo, comparando con Biar, la evolución de las almendras fue distinta. Al final del mes de agosto, la mayoría de las almendras de los árboles tenían un aspecto sano.

El 30 de agosto se hizo el último muestreo para hacer la evaluación de los tratamientos. Se visitaron todos los árboles del ensayo y dando una vuelta completa al árbol se anotó el porcentaje de almendras que tenían un aspecto momificado (con la piel externa pegada, secas y arrugadas). Después del análisis visual, observamos que el porcentaje de almendras momificadas fue muy bajo, menor al 2%, tanto en los árboles testigo como en los tratados. (Tabla 4).

Tabla 4.30. Valor medio del porcentaje de almendras momificadas en los árboles tratados y los testigos, al observar en campo toda la copa del árbol (e.e. = error estándar).

	n° árboles	media \pm e.e.
Testigos	8	1.5 \pm 0.33
Tratados	40	1.67 \pm 0.21

Previamente, al igual que en Biar, cada uno de los árboles tratados y los testigos se marcaron con un número identificativo. De cada árbol se recogieron 100 almendras al azar, dando la vuelta completa al árbol. Las almendras se introdujeron en bolsas individualizadas y se trasladaron al laboratorio de la ETSIAMN. Dado que las almendras estaban sanas en su mayoría, de cada bolsa (cada árbol) se separaron 10 almendras, que se abrieron y se anotaba si las semillas estaban sanas, y por tanto eran comestibles, o si no eran sanas, igual como se ha descrito anteriormente. El resto de las almendras se guardaron para estudiar los parasitoides.

En Los Isidros se abrieron en total 560 almendras, de ellas 38 almendras contenían avispa viva en su interior. Con estas almendras se analizó la efectividad de los tratamientos. En total de todas las almendras que se abrieron, 93.2% no contenían avispa viva y 74% eran comestibles.

Los resultados del análisis de la varianza (ONE WAY ANOVA) muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ($F = 0.64$; g.l.= 6; $p = 0.69$) al nivel de confianza del 95%. Dado el escaso número de almendras afectadas, no podemos sacar ninguna conclusión sobre qué producto pudo tener mejor acción sobre la avispa.

4.4 Estudio los enemigos naturales de la avispa del almendro

La mitad de las almendras recogidas en Biar y el 90% de las recogidas en Los Isidros se introdujeron en cajas de cría. El número de almendras por caja varió en función de las almendras recolectadas por árbol en el caso de Biar. Como máximo se almacenaron 60 almendras por caja.

Las cajas de cría son de cartón de 15 x 15 x 31 cm, a las que se le ha practicado un orificio cubierto con tela de gasa para permitir la aireación de las almendras dentro de las cajas. Además, para que la humedad no se acumule y pueda enmohecer las almendras, se han

colocado bolsas de silicagel dentro de las cajas. El interior de las cajas está oscuro y se ha unido en la cara anterior de la caja, un tubo de cristal transparente, en el cual se introducirán los himenópteros parasitoides cuando emerjan, ya que este tipo de insectos son atraídos por la luz. Las cajas se han colocado en una habitación con luz natural a temperatura entre 17-28 °C y humedad 80-90%.

Desde que instalamos las almendras dentro de las cajas de cría han emergido 7 himenópteros parasitoides:

- Biar: 1 hembra Encyrtidae y 1 hembra Signiphoridae.
- Los Isidros: 4 hembras y 1 macho Encyrtidae (todos pertenecientes a la misma especie, pero diferente del ejemplar de Biar).

Los ejemplares se han enviado a Dr. Jesús Selfa de la Universitat de València y estamos pendientes de su identificación a nivel de especie, ya que se trata de especies poco conocidas y que no se dispone incluso de claves de identificación hasta el nivel de especie a nivel mundial (J. Selfa, comunicación personal).

Los parasitoides que hemos obtenido hasta el momento no pertenecen a las familias de himenópteros parasitoides conocidos de *E. amygdali*. No obstante, es preciso dejar las almendras en las cajas de cría hasta la primavera próxima (2019), cuando emerja *E. amygdali*, ya que es posible que en primavera emerjan más parasitoides, de acuerdo con los estudios realizados sobre parasitoides de la avispa del almendro hasta el momento (Schakermann et al., 2015; Doganlar et al., 2006 Lotfalizadeh et al., 2008).

Se conoce poco sobre los enemigos naturales de *E. amygdali* y menos acerca de la biología de estos artrópodos. Se han citado como enemigos naturales de la avispa del almendro, himenópteros y ácaros parasitoides y coleópteros depredadores (Schakermann et al., 2015; Doganlar et al., 2006 Lotfalizadeh et al., 2008). Todos estos insectos se obtuvieron a partir de almendras que contenían *E. amygdali*. Según Doganlar et al. (2006), las especies son las siguientes: *Adontomerus amygdali* (Hymenop: Torymidae), *Aprostocetus bucculentus* (Hymenop: Eulophidae), *Pyemotes amygdali* (Acarina, Pyemotidae), todos ellos himenópteros parasitoides y *Thanansimus* spp (Coleop: Cleridae), depredador. Lotfalizadeh et al. (2008) encontraron otra especie parasitoide de la avispa, *Gugolzia bademia* (Hymenop: Pteromalidae)

4.5 Análisis del paisaje alrededor de los campos de almendros

Para analizar si los alrededores del campo de cultivo tenían influencia en el complejo de artrópodos presente en las parcelas de almendros, se colocaron trampas amarillas pegajosas en Los Isidros en el centro y los bordes de las parcelas. Nuestro objetivo era saber si existían diferencias entre los himenópteros capturados dentro y en el borde de la parcela, para comprobar la influencia del paisaje de alrededor.

En las figuras 7 y 8 se han representado los fitófagos, los depredadores y los himenópteros parasitoides, separando las trampas del centro de la parcela y las del borde. Se han elegido dos fechas, primavera (24 de abril) y verano (19 de julio).

Respecto a los fitófagos (Fig. 4.7), los resultados son similares en las dos localizaciones. Destaca la mayor presencia de trips en la trampa del borde, probablemente por la presencia de flores en el exterior de la parcela en primavera.

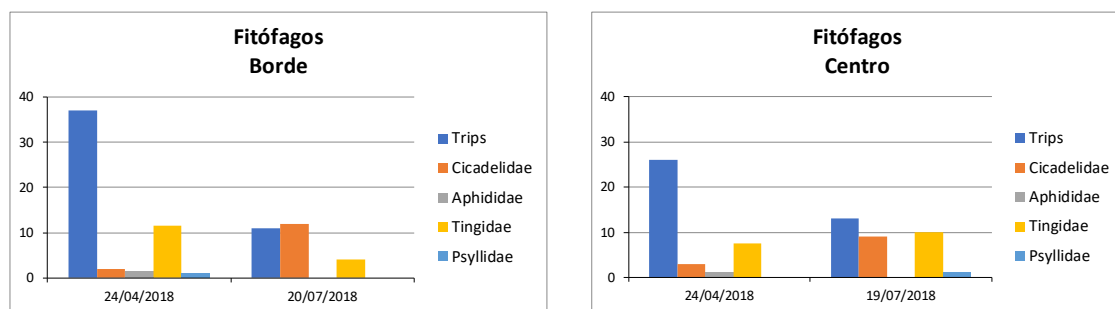


Figura 4.122. Número medio de insectos fitófagos capturados en trampas amarillas pegajosas en el borde (izq) y centro (dcha) de la parcela de almendro ecológico.

Con los enemigos naturales (Fig. 4.8), de los depredadores (coccinélidos y antocóridos), destaca la mayor presencia de coccinélidos en el centro posiblemente por la presencia de pulgones en los almendros. En relación con los himenópteros parasitoides, se capturaron insectos de más familias en primavera en el exterior y mayor cantidad de afidíinos (parasitoides de pulgones) en el centro, posiblemente en respuesta a la presencia de pulgón.

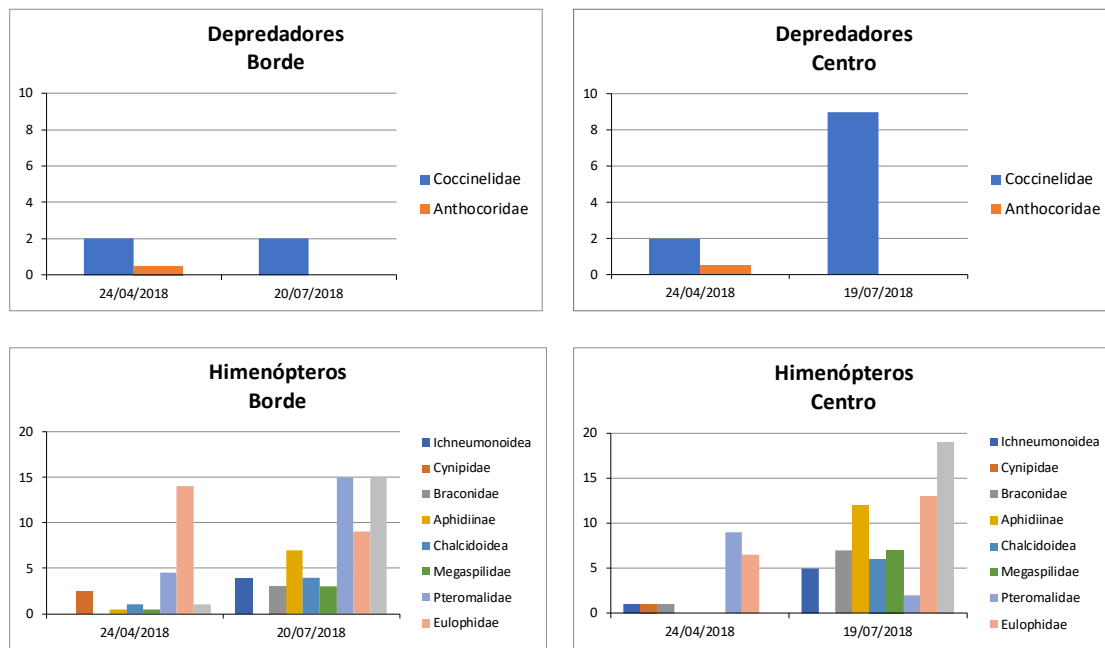


Figura 4.123. Número medio de enemigos naturales (depredadores y parasitoides) capturados en trampas amarillas pegajosas en el borde (izq) y centro (dcha) de la parcela de almendro ecológico.

4.4 Bibliografía

- Doganlar O., Emin Yıldırym Ođuzhan A. & Doganlar M. (2006). Natural Enemy Complex of *Eurytoma Amygdali* Enderlein, 1907 (Hymenoptera, Eurytomidae) in Eastern Mediterranean Region of Turkey; Notes on Their Interaction and Effectiveness. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2. 282-286.
- Lotfalizadeh, H., Avand-Faghih, A., Roshandel S. & Jafari-Nadushan J. (2008). Parasitoids of the almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym.: Eurytomidae) in Iran.. *Applied Entomology and Phytopathology*. 75. 151-152.
- Plaut, H. (1971). On the biology of the adult of the almond wasp, *Eurytoma amygdali* End. (Hym., Eurytomidae), in Israel. *Bulletin of Entomological Research*, 61(2), 275-281. doi:10.1017/S0007485300057795
- Schäckermann J., Pufal G., Mandelik Y. & Klein A. (2015) Agro-ecosystem services and dis-services in almond orchards are differentially influenced by the surrounding landscape. *Ecological entomology*, 40:12-21.

5 GESTIÓN DE LOS ÁCAROS EN CÍTRICOS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA Y ECOLÓGICA

Introduccion

La presente línea de investigación del Convenio está centrada en los ácaros que afectan a los cítricos valencianos. En los últimos años la situación de algunas de las principales plagas del cultivo ha cambiado, ya que hemos recibido nuevas plagas invasoras, y se ha modificado el estatus de otras especies que previamente no causaban daños de consideración. Además, para llevar a cabo la transformación al nuevo modelo de producción en el marco de la agricultura ecológica es necesario estudiar el comportamiento de dichas plagas en parcelas con ausencia de tratamientos o con aplicación de productos plaguicidas diferentes, así como la posible influencia de la gestión de las parcelas en la presencia y abundancia de las plagas y de sus enemigos naturales. Por todo ello, se ha propuesto un proyecto de trabajo que incluye los siguientes aspectos:

1. Estudiar el ácaro de Texas, *Eutetranychus banksi*, especie invasora que ha colonizado los cítricos valencianos en los últimos años, produciendo pérdidas y extendiéndose con rapidez por las comarcas citrícolas. Los trabajos se centrarán en estudiar aspectos básicos y aplicados de la nueva plaga, ya que no existe información previa de su comportamiento en nuestros cítricos. Para ello, se estudiará en campo su distribución geográfica actual, la evolución de sus poblaciones, los momentos de máximos poblacionales, los factores que limitan su crecimiento, como los enemigos naturales, y la influencia del tipo de gestión de las parcelas, integrada o ecológica, en su presencia y abundancia.
2. Estudiar el comportamiento de la plaga emergente el ácaro de las maravillas o de las yemas del limonero, *Aceria sheldoni*. Esta especie es conocida en los cítricos desde hace muchos años por sus daños en flores, hojas y frutos de limonero, pero recientemente se ha desplazado al naranjo donde produce daños similares a los ya conocidos en limonero. El comportamiento de la plaga en naranjo y la posible acción de sus enemigos naturales es totalmente desconocida. Para profundizar en su conocimiento, de cara a plantear un manejo adecuado de la plaga, se estudiará

en parcelas de naranjo la evolución de sus poblaciones, la manifestación de daños y la posible acción de sus principales depredadores.

3. Estudiar la eficacia de tratamientos con productos ecológicos sobre ácaros plaga de cítricos. Concretamente, se realizarán ensayos en clementino para conocer la acción de varios productos autorizados en agricultura ecológica sobre la araña roja *Tetranychus urticae*.

4. En una reunión realizada el 23 de mayo del presente año con técnicos de Castellón en la Cooperativa de Nules, se evidenció la necesidad de profundizar en el estudio del comportamiento y métodos de control de la araña roja *T. urticae* en clementino. A petición de los técnicos asistentes y del personal técnico de la Conselleria de Agricultura, se incluyó una nueva línea de trabajo que tuviera como objetivo el seguimiento poblacional de la plaga en parcelas con distintos tipos de gestión de plagas y el estudio de la eficacia de la suelta de ácaros depredadores para su control.

De forma más concreta, los estudios a realizar incluían las siguientes líneas básicas:

1. Preferencia de *Eutetranychus banksi* y los fitoseidos depredadores por parcelas de cultivo integrado y ecológico.
2. Evolución anual de la abundancia de *E. banksi* en parcelas integradas y ecológicas.
3. Comportamiento poblacional y posibles estrategias de manejo ecológico de *Aceria sheldoni*.
4. Eficacia acaricida de productos autorizados en Agricultura Ecológica contra ácaros en cítricos, en ensayos en colaboración con el Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología.
5. Seguimiento poblacional de la araña roja *Tetranychus urticae* en parcelas de clementino con diferentes tipos de gestión de plagas y eficacia de las sueltas de ácaros depredadores.

5.1. Distribución del ácaro de Texas *Eutetranychus banksi* en los cítricos valencianos y preferencia por parcelas de gestión integrada y ecológica.

5.1.1. Justificación y objetivos

El ácaro de Texas, *Eutetranychus banksi*, es una especie invasora de origen americano, que vive en los cítricos desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Se detectó por primera vez en España en 2001, en parcelas del término de Ayamonte, en Huelva. Durante muchos años permaneció restringido a la provincia de Huelva, hasta que en 2013 se encontró, por primera vez, afectando parcelas de la provincia de Valencia. En los últimos años el ácaro se ha extendido con rapidez desde los primeros focos iniciales en las comarcas de La Safor y La Vallidigna, moviéndose en dirección sur a la provincia de Alicante, y en dirección norte por la provincia de Valencia. Su abundancia y rápida difusión ha provocado la alarma entre productores y técnicos, que se han visto obligados a realizar tratamientos para su eliminación. Dado que no se conoce su distribución actual, su comportamiento poblacional, el papel de los enemigos naturales y la influencia del tipo de gestión de plagas de la parcela sobre su abundancia, se ha planteado esta línea de trabajo con los siguientes objetivos:

1. Estudiar la distribución geográfica actual de la plaga en los cítricos de la Comunidad Valenciana y su relación con el ácaro rojo Oriental, *Eutetranychus orientalis*, que ya estaba presente en el cultivo unos años antes.
2. Generar un mapa detallado de la distribución de ambas especies que permita visualizar la extensión de la nueva plaga.
3. Estudiar la posible influencia del manejo agronómico de la parcela en la presencia del ácaro de Texas.

5.1.2. Metodología

Para conocer la distribución geográfica real de *E. banksi* fue necesario muestrear en un elevado número de parcelas repartidas por todas las comarcas cítricas de la Comunidad Valenciana. La presencia del ácaro se manifiesta por la aparición de síntomas en hojas y frutos (Figura 5.1). Sin embargo, la observación de los ácaros en campo con ayuda de una lupa cuentahilos no permite la identificación de la especie, ya que *E. banksi* y *E. orientalis* no pueden distinguirse a simple vista (Figura 5.2). Por ello, fue necesario coleccionar en todas las parcelas hojas con presencia del ácaro y llevarlas al laboratorio para la digestión, montaje e identificación al microscopio de las hembras y machos adultos.



Figura 5.1. Daños causados por *Eutetranychus banksi* en hojas (izquierda), frutos (derecha).

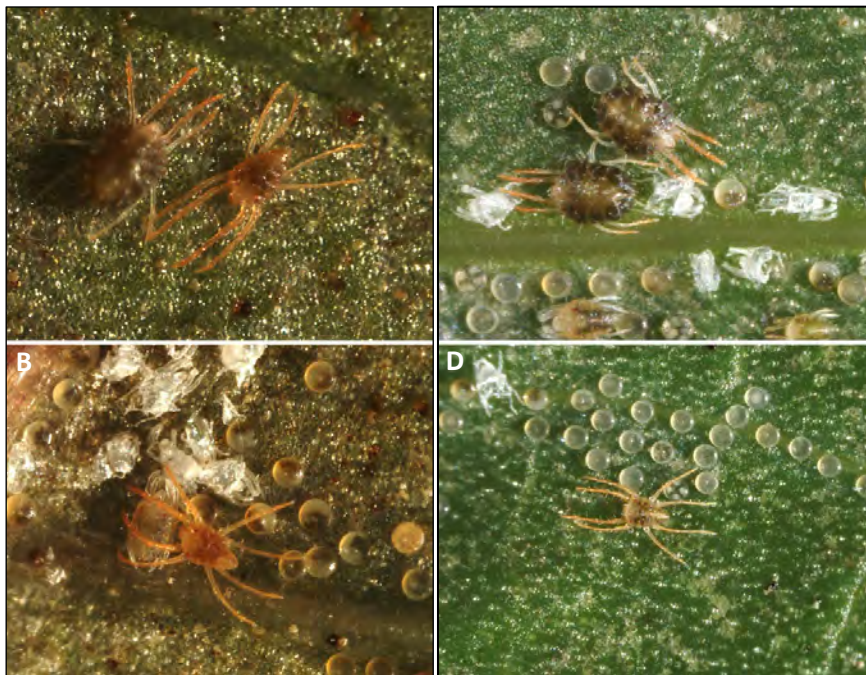


Figura 5.2. (Foto superior izquierda) Hembra y macho de *E. orientalis*. (Foto inferior izquierda) Macho, inmaduro y huevos de *E. orientalis*. (Foto superior derecha) Hembras, inmaduros y huevos de *E. banksi*. (Foto inferior derecha) Macho y huevos de *E. banksi*.

Se visitaron un total de 232 parcelas, intentando que el número de parcelas y su distribución en las tres provincias de la Comunidad fueran representativas, así como el número de parcelas con distintos tipos de gestión. Las parcelas se muestrearon en el periodo de máxima población de *Eutetranychus*, en los meses de agosto y septiembre, a fin de que los datos obtenidos fueran más representativas de la distribución real. En cada

parcela se tomaron entre 30 y 40 hojas de las últimas brotaciones y del exterior de la copa, donde se sitúa la mayor parte de los ácaros. Posteriormente, las muestras se trasladaron al laboratorio y se extrajeron las hembras y machos adultos para proceder a su identificación. Los ácaros se digirieron y montaron para su observación al microscopio. De esta manera, pudieron caracterizarse las parcelas según que tuvieran *E. banksi*, *E. orientalis* o una mezcla de las dos especies.

5.1.3. Resultados y Discusión

5.1.3.1. Distribución geográfica de los ácaros *Eutetranychus banksi* y *E. orientalis* en los cítricos de la Comunidad Valenciana

De las 232 parcelas muestreadas, 147 (63,4%) estaban situadas en la provincia de Valencia, 49 (21,1%) en la de Alicante y 36 (15,5%) en la de Castellón. Se visitaron todas las comarcas con producción citrícola. La Figura 5.3 muestra la distribución de parcelas visitadas según comarcas en las tres provincias de la Comunidad. El mayor esfuerzo de muestreo se hizo en las zonas de mayor producción y concentración de parcelas, como las comarcas de La Ribera y La Safor en la provincia de Valencia, La Plana Baixa en Castellón y El Baix Segura en Alicante. La distribución de parcelas demuestra que los resultados obtenidos pueden considerarse significativos y representativos de la distribución geográfica de estas especies en nuestro territorio.

La identificación de los ácaros por parcela ha permitido obtener la información de la distribución geográfica de los *Eutetranychus*, *banksi* y *orientalis*, de *Tetranychus* y de *Panonychus*. La Figura 5.4 muestra estos datos, donde se observa que la mayor concentración de parcelas con *E. banksi* se situó en la provincia de Valencia, sobre todo en las comarcas cercanas a la costa. En la provincia de Alicante coexisten en las parcelas *E. banksi* y *E. orientalis*, siendo el primero más frecuente en la parte norte de la provincia, y el segundo más común en las comarcas del sur de Alicante. En la provincia de Castellón no se encontró *Eutetranychus*, ni *banksi* ni *orientalis*, aunque durante la redacción de este informe se ha comentado que ya se ha encontrado *Eutetranychus* en una parcela del termino de Onda. La presencia de *Tetranychus urticae* se concentró en las comarcas de La Plana en Castellón, donde son mayoritarios los clementinos de la variedad Clemenules, por los que la araña roja muestra preferencia. *Panonychus* se encontró repartido por toda la Comunidad, aunque es poco frecuente en la provincia de Valencia,

donde *E. banksi* podría haberlo desplazado. Por el contrario, estaba muy distribuido en la provincia de Castellón, donde todavía no han llegado los *Eutetranychus*.

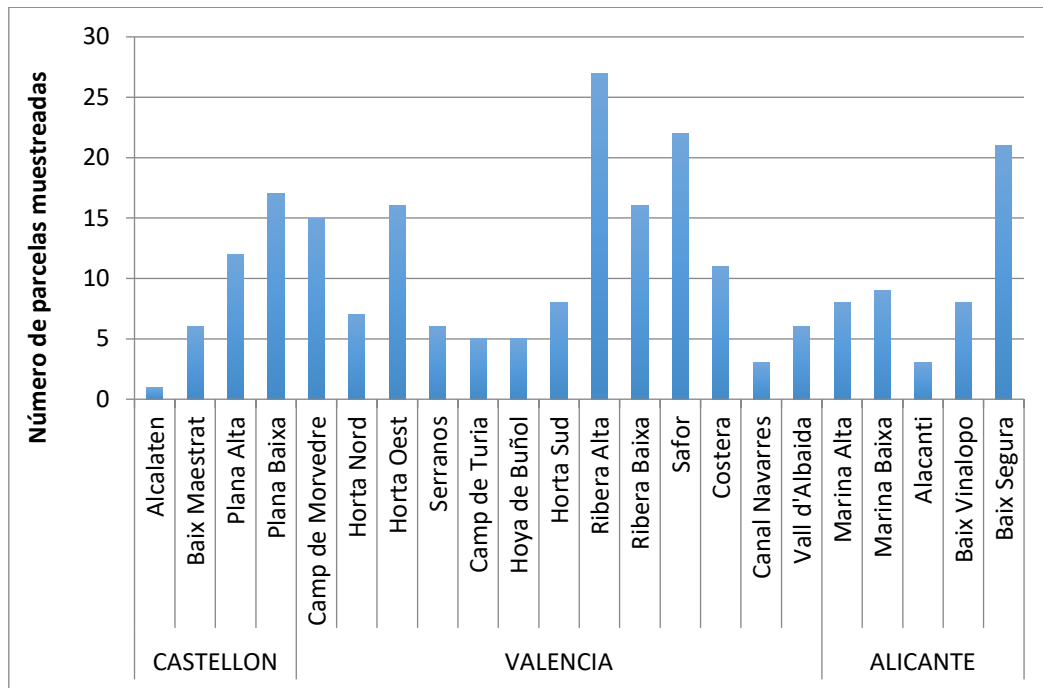


Figura 5.3. Distribución del número de parcelas muestreadas en las tres provincias de la Comunidad Valenciana, según comarcas.

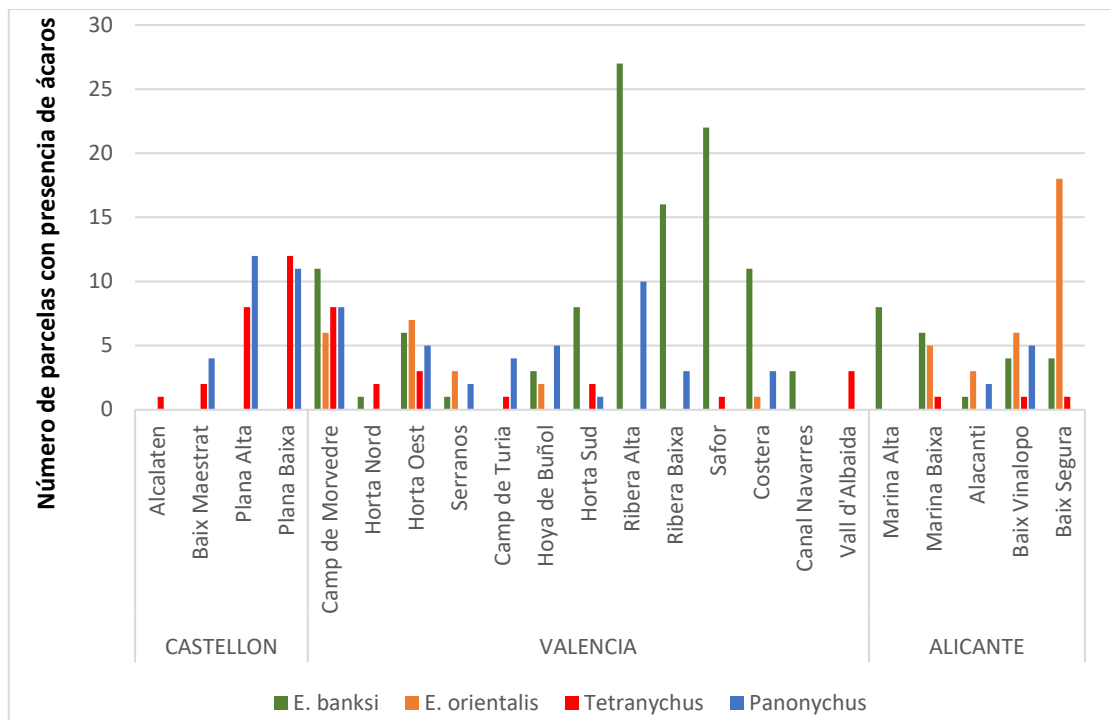


Figura 5.4. Distribución geográfica por comarcas de los ácaros tetraníquidos *Eutetranychus*, *Tetranychus* y *Panonychus*.

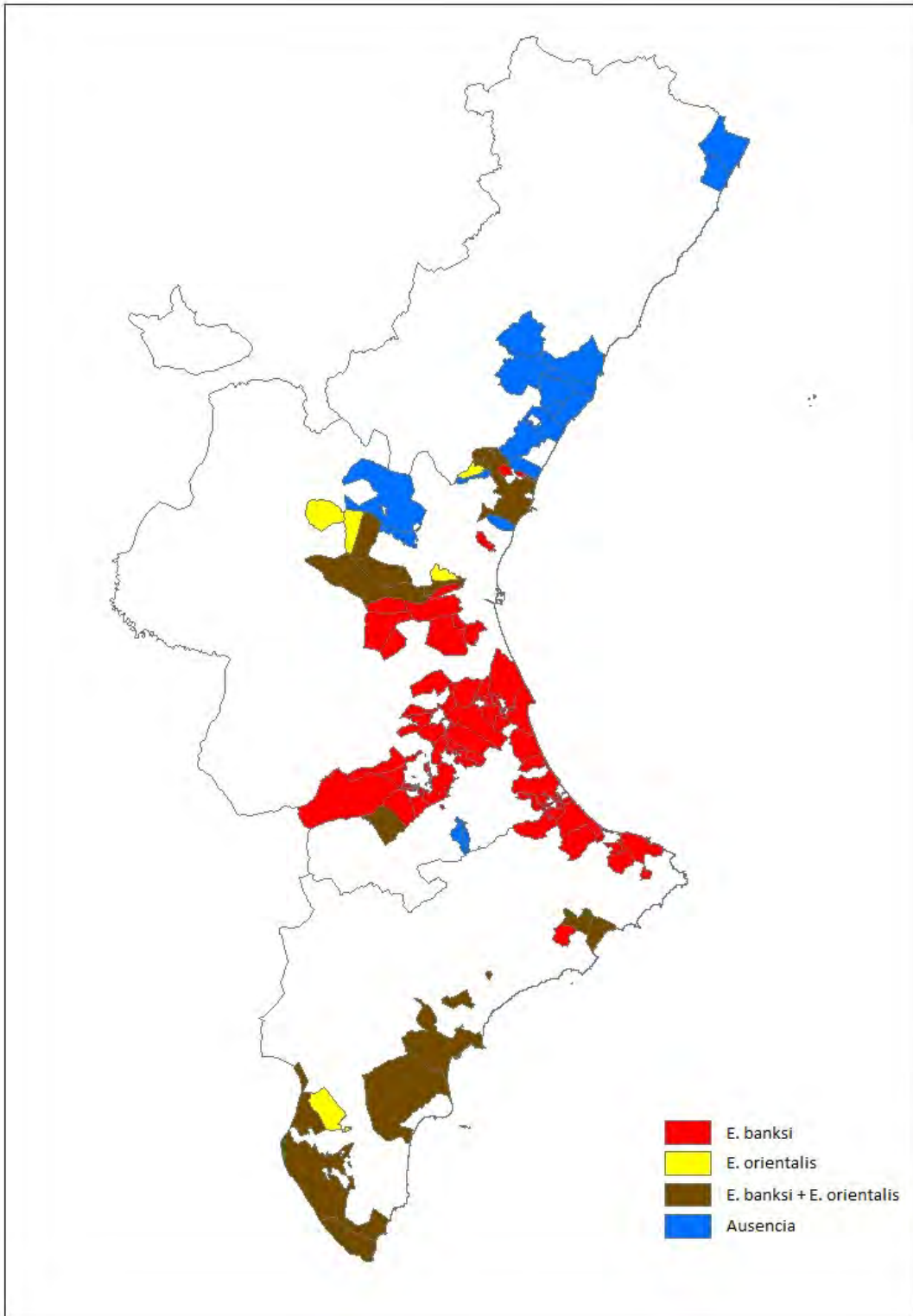


Figura 5.5. Mapa de distribución geográfica por municipios de los dos *Eutetranychus*, *E. banksi* y *E. orientalis*, a partir de datos obtenidos de 232 parcelas repartidas por todo el territorio.

La distribución geográfica de los ácaros puede observarse mejor en el mapa de distribución por municipios (Figura 5.5). Se observa claramente que las comarcas centrales del área citrícola valenciana están colonizadas por *E. banksi*. La mayor parte de ellas se sitúan en la provincia de Valencia y en el norte de Alicante. Este debe haber sido el foco inicial de invasión de la especie, a partir del cual se ha extendido en dirección norte y sur. En dirección norte lo hemos encontrado en parcelas situadas en el límite de las provincias de Castellón y Valencia, pero no en la de Castellón. En la provincia de Valencia, el ácaro de Texas es el único *Eutetranychus* que se encontró en las parcelas de zonas más cálidas o cercanas a la costa. En las del interior norte de la provincia se encontró mezclado con *E. orientalis*, En la mitad sur de la provincia de Alicante se encontró, también, junto a *E. orientalis*. Este último fue más frecuente en esta zona que en otras de la Comunidad.

5.1.3.2. Influencia del tipo de gestión de la parcela en la presencia de *Eutetranychus banksi*

De las 232 parcelas muestreadas, 155 se pudieron clasificar según el tipo de manejo de plagas, como integradas o ecológicas. Las 77 restantes fueron parcelas en estado de semiabandono o abandonadas, que no pudieron incluirse dentro de ninguna de las categorías anteriores. La distribución de parcelas según la gestión de plagas y provincia se ha resumido en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Número de parcelas muestreadas según el tipo de manejo de plagas y la provincia.

Provincia	Ecológicas	Integradas	Abandonadas
Alicante	6	43	0
Castellón	15	10	11
Valencia	30	51	66
Total	51	104	77

La identificación de las especies encontradas en las 155 parcelas en que se pudo identificar el tipo de gestión de plagas, ha permitido relacionar su presencia con el tipo de manejo de la parcela (Figura 5.6). Se observa que, mientras para *Panonychus* y *Tetranychus* no pudo establecerse una clara preferencia por el tipo de parcela, en el caso de los dos *Eutetranychus* se encontraron preferentemente en parcelas de gestión integrada. A pesar de que las diferencias encontradas son muy claras, hay que tener en cuenta que el muestreo ha tenido un sesgo que puede influir en los resultados. Por ejemplo, la mayor parte de las parcelas que tenían *E. banksi* estaban situadas en la provincia de Valencia, donde hay una mayor proporción de parcelas integradas. Lo mismo puede decirse de *E. orientalis* en Alicante. Sin embargo, el número de parcelas en que se encontraron estos ácaros fue lo suficientemente grande como para considerar

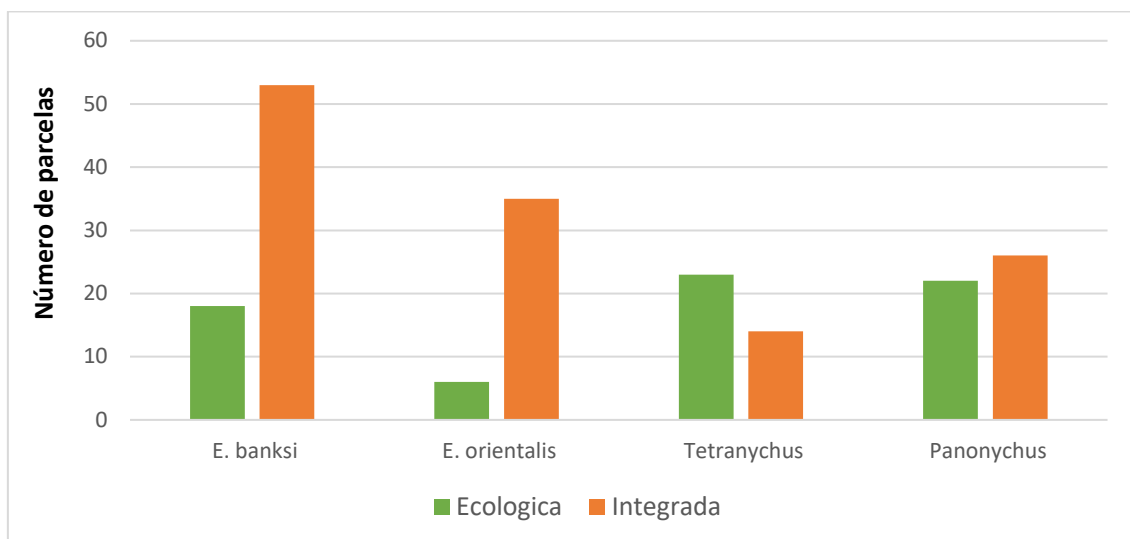


Figura 5.6. Presencia de los principales ácaros tetraníquidos de cítricos en función del tipo de manejo de plagas en la parcela.

que los resultados se corresponden con la situación real. *Eutetranychus banksi* se encontró en un total de 132 parcelas de las 232 prospectadas; 53 de ellas eran integradas (el 40,2%), 18 ecológicas (13,6%) y en las 61 restantes (46,2%) no se pudo conocer el tipo de manejo, aunque seguramente no se aplican plaguicidas en ellas. Consideramos, por tanto, que los resultados obtenidos pueden considerarse representativos y fiables y se puede asegurar que la presencia del ácaro es, proporcionalmente mayor, en parcelas de gestión integrada sometidas a tratamientos.

La causa de la preferència por parcelas integradas es difícil de determinar con los datos de que se dispone. Dado que el ácaro se alimenta directamente de los tejidos de la planta que reciben las aplicaciones de los tratamientos químicos, y por tanto está en contacto con el residuo seco del producto plaguicida, algunos aspectos de su comportamiento y capacidad de producción de descendientes puede verse afectado y estimulada por cantidades subletales de estos plaguicidas. Este hecho ya fue demostrado numerosas veces en el siglo pasado para muchos plaguicidas en relación a los ácaros, aunque no se dispone de información en el caso concreto de los *Eutetranychus*. El abonado aportado en exceso puede constituir, también, un efecto estimulante, ya que puede aumentar el contenido de algunos nutrientes, como el N, los aminoácidos y las proteínas. También está suficientemente documentada la influencia positiva de estos compuestos en la capacidad de crecimiento poblacional de los ácaros fitófagos. La aplicación de plaguicidas con modos de acción diferente, como los utilizados en agricultura ecológica, podría explicar la menor presencia del ácaro en este tipo de parcelas. También el abonado con abonos naturales puede reducir la concentración de algunos de esos nutrientes de los que depende el crecimiento de los ácaros. De los resultados obtenidos en este trabajo, se desprende que *E. banksi* se encontraba en el 41,4% de las parcelas de gestión integrada muestreadas, pero solo en el 26% de las ecológicas.

5.1.4. Conclusiones

1. La nueva plaga, el ácaro de Texas, se encontró ampliamente distribuidos por las comarcas citrícolas de las provincias de Valencia y Alicante, aunque no se ha encontrado, hasta ahora, en la de Castellón.
2. El ácaro fue predominante en las parcelas de la provincia de Valencia, sobre todo en la parte sur y cercanas a la costa, y en el norte de Alicante, donde es el único *Eutetranychus* que se encuentra presente. En la mitad sur de Alicante se encontró coexistiendo junto a *E. orientalis*.
3. *Eutetranychus banksi* se encuentra preferentemente en parcelas de producción integrada, siendo menos frecuente en las de producción ecológica. Las razones de esta preferencia deben ser nutricionales o a través del efecto estimulante que podrían ejercer algunos de los plaguicidas empleados en la agricultura convencional.

5.2. Evolución anual de la abundancia de *E. banksi* en parcelas de gestión integrada y ecológica.

5.2.1. Justificación y Objetivos

En estos momentos, en la citricultura valenciana se está prestando una especial atención a la producción ecológica, intentando adaptar la gestión de plagas a un futuro próximo donde se prevé producir frutas con un residuo cero. Por ello, en este Convenio se ha planteado el estudio de la influencia del tipo de gestión agronómica en la abundancia poblacional del ácaro de Texas y de sus principales enemigos naturales, los ácaros fitoseidos. En el seguimiento poblacional se han incluido parcelas con gestión de tipo convencional con tratamientos químicos en el marco de la producción integrada de plagas, parcelas residuo cero y parcelas con gestión ecológica, donde sólo se emplean productos fitosanitarios naturales o autorizados para su uso en agricultura ecológica.

Los objetivos propuestos en este punto han sido los siguientes:

1. Estudiar la dinámica poblacional del ácaro de Texas, desconocida hasta ahora en los cítricos españoles, así como la de sus principales depredadores.
2. Comparar la evolución poblacional de la plaga y de los fitoseidos en parcelas de gestión integrada, residuo cero y gestión ecológica.
3. Evaluar la posible influencia de los depredadores en la abundancia del ácaro de Texas.

5.2.2. Metodología

Parcelas de estudio

Para realizar el seguimiento poblacional de *E. banksi* y sus depredadores se eligieron 4 parcelas de distintas variedades y con diferente tipo de manejo o gestión de plagas, todas ubicadas en la Comunidad Valenciana, al norte de la provincia de Alicante y en la provincia de Valencia (Figura 5.7). Las características de las parcelas eran las siguientes:

- (i) Variedad Oronules: Picassent (Valencia), gestión integrada; Latitud Norte: 39. 325963°, Longitud Oeste: 0. 438343°.
- (ii) Variedad Ortanique: Picassent (Valencia), gestión ecológica; Latitud Norte: 39. 329520°, Longitud: 0. 498612°.

(iii) Variedad Valencia-late: Oliva (Valencia), gestión ecológica; Latitud Norte: 38. 889226°, Longitud Oeste: -0. 103483°.

(iv) Variedad Navelina: Pego (Alicante), gestión con residuo cero, en que no se aplican tratamientos químicos orgánicos de síntesis, pero el abonado es el tradicional, no el orgánico aceptado por la agricultura ecológica; Latitud Norte: 38. 837375°, Longitud Oeste: 0. 107642°.



Figura 5.7. (Izquierda) Parcela de naranjo variedad Valencia-late de gestión ecológica situada en Oliva (Valencia). (Derecha) Parcela de clementino variedad Oronules de gestión integrada situada en Picassent (Valencia).

Muestreo de ácaros y tratamiento de las muestras

Los muestreos se realizaron de enero a noviembre de 2018. En cada parcela se muestrearon entre 15-30 árboles, lo que suponía, al menos el 10% de árboles de la parcela. Los árboles se marcaron y mantuvieron libres de tratamientos fitosanitarios durante el período de estudio. Entre los meses de enero a junio de 2018 (período de invierno y primavera) se colectaron quincenalmente hojas de los árboles seleccionados, y a partir de julio, con la llegada del verano, los muestreos se realizaron semanalmente hasta el mes de octubre inclusive. En cada muestreo se colectaron al azar 100 hojas completamente desarrolladas del exterior de la copa, con el fin de estimar la densidad poblacional del ácaro de Texas. Además, también se colectaron 25 hojas del interior de la copa a fin de cuantificar la densidad poblacional de los fitoseidos.

En cada muestreo, los ácaros fitoseidos colectados fueron conservados en tubos con alcohol al 70% para su posterior montaje e identificación al microscopio óptico. Además, unas 20 hembras de *Eutetranychus* se conservaron para su posterior

identificación microscópica a nivel de especie, a fin de confirmar que se trataba de *E. banksi*.

5.2.3. Resultados y Discusión

5.2.3.1. Evolución temporal e influencia del manejo agronómico de la parcela en la abundancia del ácaro de Texas

Las Figuras 5.8 y 5.9 muestran la distribución de la densidad poblacional de *E. banksi* en las cuatro parcelas en el período muestreado. Hasta el mes de julio no se observaron los primeros ejemplares de la plaga y el crecimiento poblacional tuvo lugar en la primera quincena de agosto. A partir de ese momento, la densidad poblacional fue diferente dependiendo de la ubicación de las parcelas y el manejo del cultivo. Las parcelas de las variedades Valencia-late y Navelina, ubicadas en Oliva y Pego respectivamente, fueron las más adelantadas, presentando picos de población a principios del mes de septiembre. Las parcelas ubicadas en Picassent, presentaron picos poblacionales entre finales de septiembre y principios de octubre.

Los niveles poblacionales en las parcelas de Navelina residuo cero y Oronules de gestión integrada fueron muy superiores a las de Valencia-late y Ortanique de gestión ecológica. La parcela de Oronules fue la que registró una mayor población con un primer pico de 86 ácaros/hoja a mitad de septiembre y un segundo pico a principios de octubre con 47 ácaros/hoja. La parcela de Navelina presentó un único máximo de 64 ácaros/hoja a principios de septiembre. En las parcelas de Ortanique y Valencia-late se encontraron niveles poblacionales inferiores, alcanzando valores máximos de 23 y 4 ácaros/hoja, respectivamente. Además, los gráficos muestran que el inicio del crecimiento poblacional tuvo lugar antes en las parcelas de gestión integrada, a mediados de julio, que en las de gestión ecológica, que ocurrió a partir de mediados de agosto.

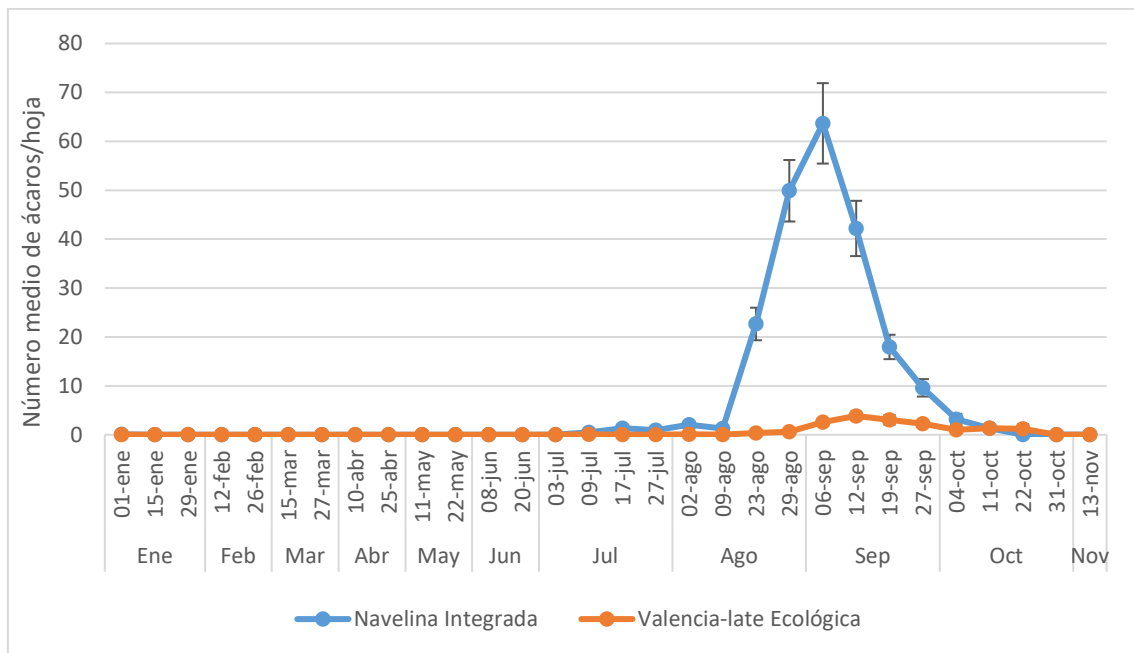


Figura 5.8. Densidad poblacional anual de *E. banksi* en las parcelas de gestión integrada (residuo cero con abonado convencional) y ecológica ubicadas en Oliva y Pego.

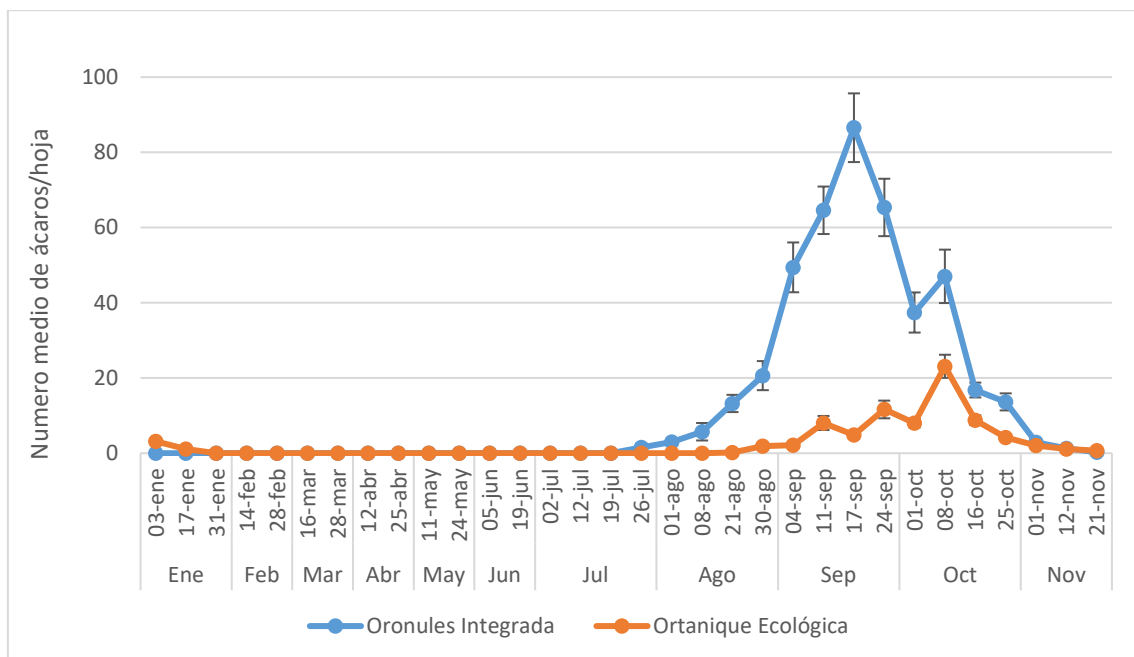


Figura 5.9. Densidad poblacional anual de *E. banksi* en las parcelas de gestión integrada y ecológica ubicadas en Picassent.

Las condiciones climáticas que se producen durante el verano en la Comunidad Valenciana podrían ser el factor desencadenante del incremento poblacional de *E. banksi*. Posteriormente, con el inicio del otoño y el descenso de las temperaturas se produce la

rápida desaparición de las poblaciones del ácaro. Sin embargo, otros factores deben influir en el momento de inicio del crecimiento y en los valores máximos alcanzados, como lo demuestra el hecho de que parcelas de una misma localidad presentan dinámicas muy diferentes. Entre estos factores se encuentra el estado nutricional de las hojas. En este estudio no se ha cuantificado el contenido de nutrientes en las hojas, pero con seguridad puede ser un factor clave para explicar las variaciones en el número de ácaros a lo largo del tiempo.

La abundancia del ácaro de Texas fue diferente según la variedad de cítrico cultivada, según la relación Oronules>Navelina>Ortanique>Valencia-late. Una de las posibles causas de estas diferencias puede ser el distinto valor nutricional de hojas y frutos de estas variedades. No hay información sobre la preferencia varietal del ácaro en nuestras condiciones. Sin embargo, observaciones de campo realizadas el verano de 2017, en pleno pico de crecimiento poblacional, sugieren que *E. banksi* es capaz de desarrollar elevadas poblaciones en cualquiera de las especies y variedades observadas, incluido el pomelo. Otro aspecto que puede influir en la abundancia del ácaro de Texas es la estructura del árbol, ya que los ambientes luminosos, cálidos y secos favorecen su crecimiento. Estas condiciones se corresponderían con los árboles de Oronules, con copa más abierta que permite un ambiente más ventilado y seco en su interior y mayor luminosidad, pero no con los de Navelina, que se caracterizan por copas más cerradas y con mayor follaje.

En cuanto a la posible influencia del tipo de gestión agronómica sobre la abundancia del ácaro de Texas, los resultados obtenidos indican claramente que el ácaro es menos abundante en las parcelas de gestión ecológica que en las de gestión integrada y residuo cero. Dado que las dos parcelas del mismo tipo (integrado/residuo cero y ecológico) se eligieron en distintas zonas para evitar el posible efecto del clima, el estado nutricional de las hojas parece la explicación más adecuada para justificar estas diferencias. El mayor número de ácaros en las parcelas de residuo cero y gestión integrada (Navelina y Oronules) podría deberse al abonado que se aporta, y que produce niveles superiores de N y aminoácidos en los tejidos de la planta. Mayores concentraciones de esos compuestos proporcionan un mayor valor nutritivo al alimento ingerido por el ácaro, que rápidamente lo transforma en tejidos nuevos en la época de crecimiento o en huevos en la época de reproducción. El efecto positivo de estos compuestos en el crecimiento

poblacional de los ácaros fitófagos ha sido suficientemente demostrado en muchos estudios durante las últimas décadas.

5.2.3.2. Especies de fitoseidos, abundancia, evolución temporal de sus poblaciones e influencia del tipo de gestión de la parcela

Se recolectaron un total de 2728 fitoseidos en las cuatro parcelas, de los que se identificaron 1853 especímenes adultos repartidos en tres especies, *Euseius stipulatus*, *Typhlodromus phialatus* y *Paraseiulus talbii* (Tabla 5.2). La especie más abundante fue *E. stipulatus*, que representó el 96,4% del total de ácaros depredadores, seguida por *T. phialatus* con el 2,7% y *P. talbii* que representó el 0,9%.

Los fitoseidos fueron más abundantes en las parcelas de Ortanique y Navelina y menos abundantes en las de Valencia y Oronules (Figuras 5.10 y 5.11). En las cuatro parcelas el fitoseido predominante fue *Euseius stipulatus*, que representó entre el 83,4% (Valencia-late) y el 99% (Navelina) del total. Las restantes especies fueron mucho más escasas.

Tabla 5.2. Especies de fitoseidos encontradas y su abundancia en cada una de las parcelas.

ESPECIE	ABUNDANCIA				TOTAL
	ORTANIQUE	ORONULES	VALENCIA	NAVELINA	
<i>Euseius stipulatus</i>	877	141	198	571	1787
<i>Typhlodromus phialatus</i>	22	1	23	4	50
<i>Paraseiulus talbii</i>	0	0	14	2	16

Sus poblaciones se mantuvieron variables en los meses de enero, febrero y marzo, con densidades más altas o bajas, dependiendo de las parcelas (Figuras 10 y 11). En abril y mayo se inició un crecimiento poblacional que dio lugar a los máximos del año, con valores superiores a 7 fitoseidos/hoja en la parcela de Navelina y cerca de 3 fitoseidos/hoja en la de Oronules. A partir de junio tuvo lugar un descenso generalizado, siendo las poblaciones mínimas en los meses de verano y con tendencia a recuperarse en octubre, aunque nunca alcanzaron valores elevados.

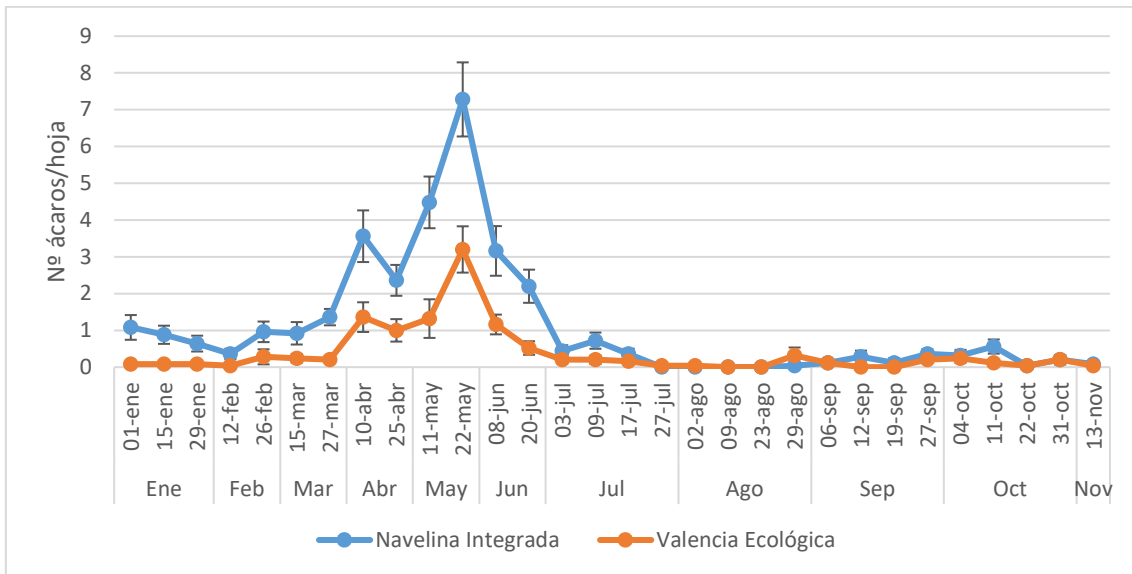


Figura 5.10. Dinámica poblacional de los fitoseidos en las parcelas de gestión integrada (residuo cero con abonado convencional) y ecológica ubicadas en Oliva y Pego.

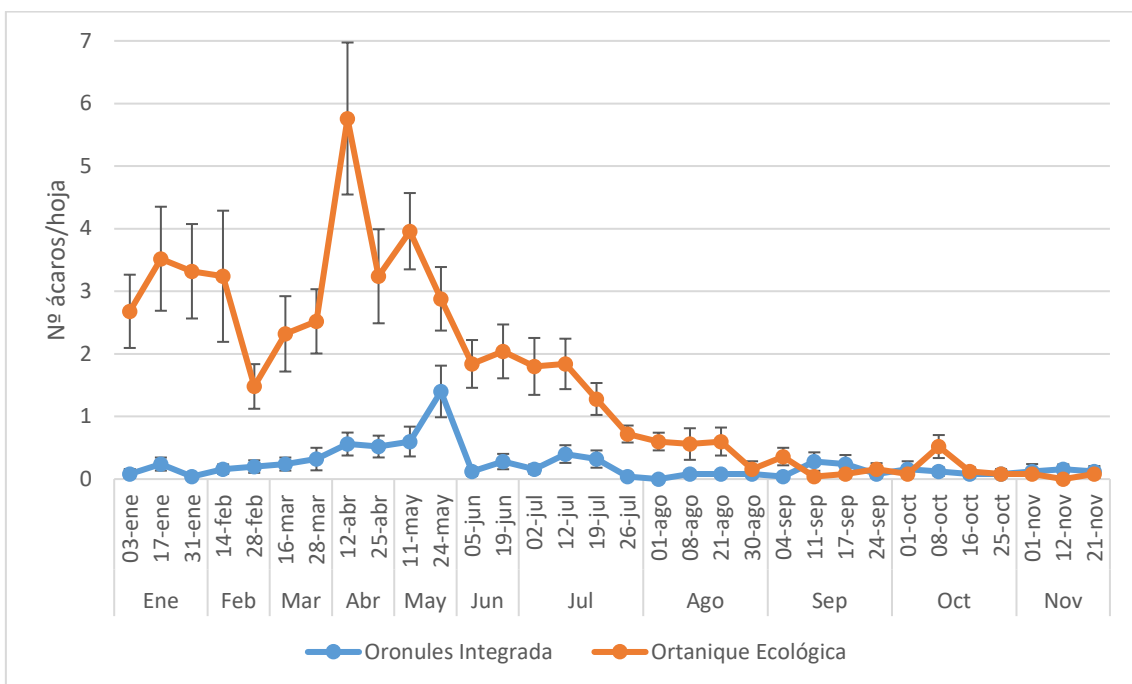


Figura 5.11. Dinámica poblacional de los fitoseidos en las parcelas de gestión integrada y ecológica ubicadas en Picassent.

Los fitoseidos fueron más abundantes sobre Navelina y Ortanique, parcelas con gestión de tipo residuo cero y ecológica, respectivamente. Esto puede deberse al historial fitosanitario de la parcela, así como al tamaño de las hojas y la estructura de los árboles. Sin embargo, la parcela de Valencia-late, a pesar de ser de gestión ecológica, experimentó

unos niveles bajos durante todo el periodo de estudio. Se sabe desde hace tiempo que los fitoseidos son más abundantes en naranjos del grupo Navel, hecho que puede deberse tanto a la morfología y tamaño de las hojas (hojas grandes y anchas) como a la estructura de los árboles (árboles con copas grandes y densas, con abundante follaje). Estas condiciones, relacionadas con la arquitectura de la copa, les proporciona áreas sombreadas donde refugiarse. En los árboles de las variedades Oronules y Valencia-late, debido al manejo cultural contra otras plagas y enfermedades (por ejemplo, para el cotonet *Delottococcus*), se llevan a cabo a lo largo del año podas que eliminan ramas del interior de la copa dando lugar a copas más ventiladas y abiertas a la entrada de luz. Este hecho que puede resultar beneficioso en el manejo fitosanitario de estas parcelas, puede ejercer un efecto perjudicial sobre los fitoseidos.

5.2.3.3. Relación entre la población del ácaro de Texas y la de los fitoseidos depredadores.

La relación entre las abundancias de la presa *E. banksi* y el depredador *E. stipulatus* se han representado en la Figura 5.12, agrupando los datos obtenidos en las cuatro parcelas.

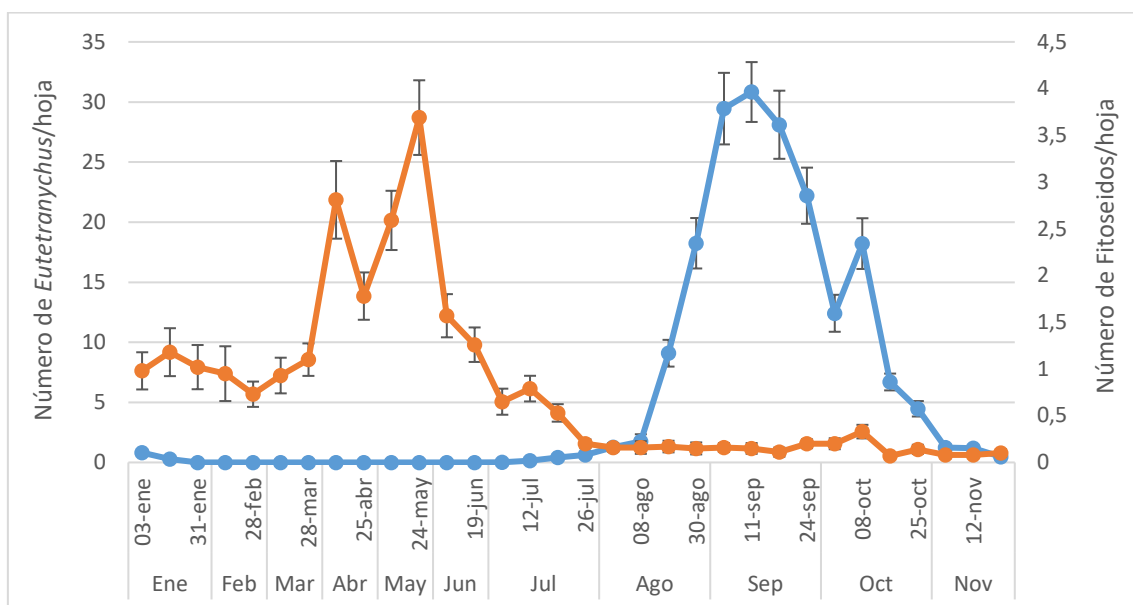


Figura 5.12. Evolución poblacional comparada de *E. banksi* y el depredador *E. stipulatus*. Se han representado conjuntamente los datos de las cuatro parcelas.

Se observa que no existió relación entre la abundancia de la presa y del depredador. El crecimiento poblacional del ácaro de Texas se produjo en pleno verano, cuando las poblaciones del fitoseido fueron mínimas. Por otra parte, la densidad poblacional de *E. stipulatus* fue variable durante el invierno, primavera y principio de verano, con el máximo poblacional observado en el mes de junio, cuando todavía no se encontraba el ácaro de Texas en los muestreos. Estos resultados de campo indican que no existe una relación depredador-presa entre ambas especies.

A lo largo de este estudio se han observado algunos fitoseidos alimentándose de *E. banksi*, y otros con el tubo digestivo de color rojo, lo que demuestra una ingestión anterior de la presa. Sin embargo, esta depredación es seguramente ocasional e insuficiente para reducir la población de la plaga, o bien se trata de un alimento alternativo sin el suficiente valor nutricional para permitir el correcto desarrollo y reproducción del fitoseido.

5.2.4. Conclusiones

1. Las poblaciones del ácaro de Texas aumentaron en verano, presentando sus máximos a finales de agosto o principios de septiembre. Durante el otoño, descendieron rápidamente y permanecieron indetectables durante los meses de invierno y primavera.

2. Las parcelas de gestión integrada y residuo cero presentaron niveles de la plaga claramente superiores (con medias máximas de 64 y 86 ácaros/hoja, respectivamente) a las de gestión ecológica (con picos de 23 y 4 ácaros/hoja).

3. El crecimiento poblacional de la plaga se observó antes en las parcelas de gestión integrada y residuo cero que en las de gestión ecológica. En estas últimas, se produjo un retraso de un mes en el incremento de la población.

4. Los fitoseidos fueron abundantes en las hojas, siendo la especie predominante *Euseius stipulatus*, que representó el 96,4% del total. Su abundancia anual fue variable, alcanzando los máximos poblacionales en abril y mayo y desapareciendo en verano.

5. Los fitoseidos fueron más abundantes en las parcelas de Navelina y Ortanique, donde no se aplicaron plaguicidas orgánicos de síntesis. Además, la estructura de la copa de los árboles, diferente entre variedades, puede influir en su abundancia en las parcelas.

6. El interés de los fitoseidos en control biológico de *E. banksi* parece escaso. Las respectivas dinámicas poblacionales no coinciden, de manera que cuando los fitoseidos son abundantes en el cultivo (invierno, primavera y otoño) el ácaro de Texas es muy escaso y el crecimiento poblacional de la plaga se produce en el momento en que apenas hay fitoseidos en las hojas.

5.3 Comportamiento poblacional de *Aceria sheldoni* en naranjo, manifestación de daños e influencia de sus enemigos naturales

5.3.1. Justificación y objetivos

El ácaro de las maravillas *Aceria sheldoni* ha producido daños en limonero en el pasado, demostrando una clara preferencia por este cultivo. Se ha considerado que dicha preferencia se debe al mayor tamaño de las yemas del limonero que permiten una gran protección a los ácaros y un mayor crecimiento poblacional de la plaga. Sin embargo, desde hace unos pocos años se está observando una mayor proporción de pequeños frutos deformados en naranjo y mandarino y una mayor caída de frutos en primavera, que se atribuyen a *Aceria* (Figura 5.13).



Figura 5.13. Deformaciones en el futuro fruto de naranjo en la parcela de Navelina de Pego, con las características costillas producidas por *Aceria sheldoni*.

No existe información del comportamiento de este ácaro en naranjo, ni a nivel nacional ni en otros países, ya que no se ha manifestado nunca como plaga importante. Toda la información previa se ha obtenido en estudios sobre limonero. Con el fin de conocer el comportamiento del ácaro en naranjo y la posible influencia de los enemigos naturales se ha planteado su estudio en una parcela de Navelina situada en Pego, Alicante, donde se observó en primavera la aparición de frutitos deformados. Hubiera sido deseable estudiar más parcelas con distintos tipos de gestión de plagas y en otras comarcas geográficas, a fin de conocer la influencia de estos factores en la abundancia de la plaga. Sin embargo, el volumen de trabajo que esto representaba no pudo ser asumido en el presente Convenio. Por este motivo, se presentan los datos de una única parcela donde se ha realizado el seguimiento. Los objetivos planteados fueron los siguientes:

1. Estudiar la evolución poblacional del ácaro en naranjo y su movimiento entre los órganos de la planta.
2. Estimar la relación entre la abundancia poblacional y el porcentaje de frutos deformados.
3. Estudiar el complejo de enemigos naturales asociados y las posibilidades de control de la plaga.

5.3.2. Metodología

El seguimiento se realizó en la misma parcela donde se estudió la dinámica poblacional de *Eutetranychus* y fitoseidos en Pego, a fin de aprovechar los viajes al campo para la toma de muestras. Los datos de la parcela se encuentran en el punto 2.2. de este Informe. Se trata de una parcela de Navelina con gestión de plagas residuo cero y abonado convencional.

Los muestreos se realizaron desde el 22 de mayo al 31 de octubre, con una periodicidad de 7 a 15 días, según la época. El objetivo fue relacionar la abundancia de ácaros y el porcentaje de frutos deformados. En cada fecha de muestreo se colectaron 30 brotes de 10 árboles distribuidos por la parcela. En cada árbol se tomaban tres brotes de

la última brotación, de una longitud entre 5 y 10 cm. Una vez trasladados al laboratorio, los brotes se colocaban en un vaso de precipitados con agua destilada, y sobre un agitador magnético se procedía al agitado de la muestra durante 10 minutos, con el fin de separar los ácaros del tejido vegetal. Las brácteas de las yemas presentes se abrían previamente para permitir el arrastre de los ácaros por el líquido, ya que se encuentran protegidos en su interior. Posteriormente, el líquido conteniendo los ácaros era filtrado a través de unos tamices metálicos de varias medidas de luz para retener los ácaros que, finalmente eran depositados sobre una placa Petri para realizar el conteo a la lupa binocular.

En cada muestreo se realizaba, también, una estimación en campo del porcentaje de frutos deformados en el árbol. Para ello, se examinaban 100 frutos repartidos entre los mismos 10 árboles de donde se cogieron los brotes para el conteo de los ácaros.

5.3.3. Resultados y Discusión.

Los resultados obtenidos (Figura 5.14) indican que el número de ácaros presentes en los brotes era muy bajo al inicio del muestreo. A partir de finales de junio y con el aumento de las temperaturas se observó un aumento poblacional, que alcanzó algunos valores medios de alrededor de 25 ácaros por brote en agosto y septiembre. Posteriormente, se produjo una disminución en el número de *Aceria* hasta el final de los muestreos. El porcentaje de frutos deformados en el árbol presentó una evolución diferente. El porcentaje fue máximo al inicio del muestreo, con valores del 8% de los pequeños frutos con la deformación típica. Posteriormente, el número de frutos con síntomas disminuyó hasta ser nulo o muy pequeño durante el verano y otoño. En los meses de verano y otoño todavía fue posible observar algunos frutos dañados que permanecían en el árbol sin caer y que, a consecuencia de los daños, manifiestan tras el crecimiento formas anormales. Esto demuestra que una pequeña parte de los frutos deformados no caen al final de la primavera, sino que consiguen mantenerse en el árbol y completar su desarrollo.

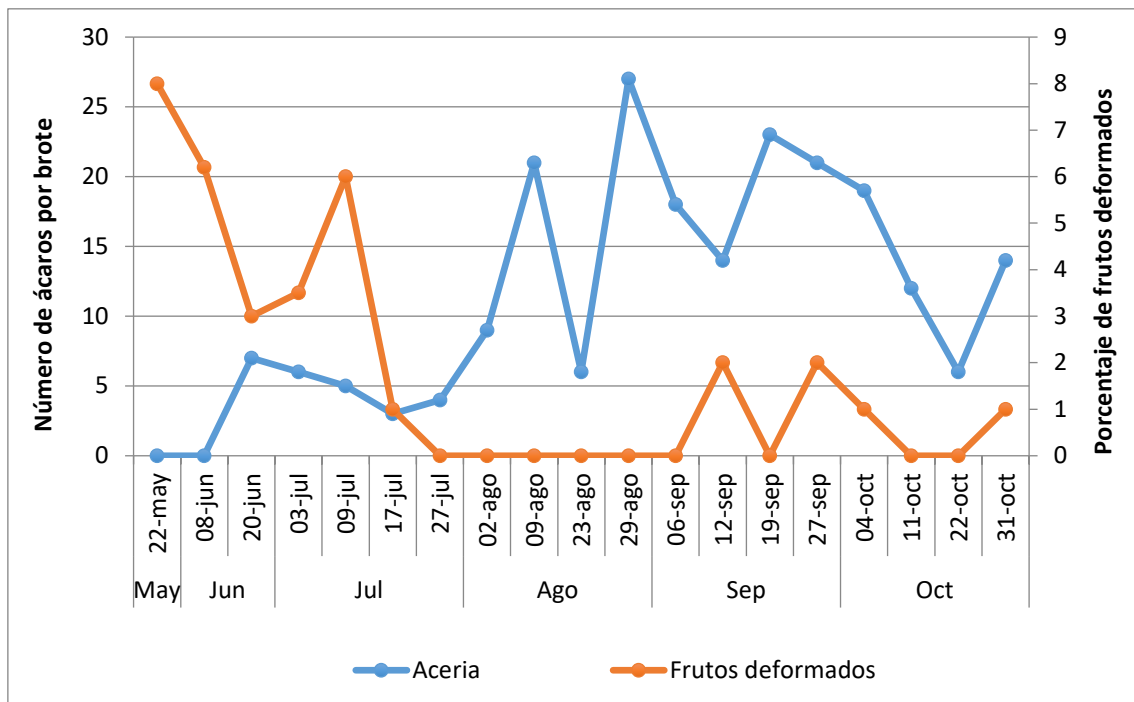


Figura 5.14. Relación entre el porcentaje de frutos de naranja deformados por *Aceria sheldoni* y el número medio de ácaros en los brotes.

Los resultados obtenidos fueron muy variables, sobre todo en la abundancia de los ácaros. Esto es lógico si se tiene en cuenta el pequeño tamaño de estos animales (alrededor de 0,15 mm de longitud) y la dificultad de localizarlos y extraerlos del material vegetal donde están protegidos. A nivel del árbol, deben estar muy localizados en unos pocos brotes y ausentes de otros, lo que produce esta variación en los conteos. En algún momento los ácaros se dispersan por la planta, moviéndose a nuevas yemas o brotes en formación. Sin embargo, en los muestreos no conseguimos detectar visualmente ácaros libres que pudieran estar dispersándose. Algunos frutitos deformados se trasladaron al laboratorio para observarlos al binocular a mayor aumento. En ninguno de estos frutos se encontraron ácaros. Esto demuestra que los ácaros dañan el ovario en una etapa muy temprana de su desarrollo y después lo abandonan. Posteriormente, las deformaciones se manifiestan a medida que el fruto crece. La mayoría de los ácaros encontrados estaban en el interior de las yemas, y al principio de los muestreos las deformaciones de brotes y hojitas tiernas eran evidentes en la brotación de primavera.

Por todo lo comentado, no se encontró una relación entre el porcentaje de frutos deformados y la abundancia de los ácaros. Para encontrar un mayor número de ácaros

hubiera sido necesario, seguramente, iniciar los muestreos mucho antes, a finales del invierno, para detectar su presencia en la fase de hinchamiento y posterior apertura de las yemas.

No ha podido evaluarse la magnitud de la caída de frutos como consecuencia de las deformaciones. Al inicio de los muestreos la cantidad de pequeños frutos deformados en el suelo era evidente. Tampoco es posible saber si esta caída causada por el ácaro afecta posteriormente a la cosecha o simplemente es un factor más del aclareo natural. Para comprender estos aspectos es necesario realizar muestreos intensivos durante el invierno y la primavera, lo que estuvo fuera de nuestras posibilidades.

Otro punto que se ha valorado en este trabajo es la presencia de depredadores asociados a los brotes con *Aceria*. Durante el periodo de muestreo se encontraron dos especies de fitoseidos, *E. stipulatus* y *Typhlodromus phialatus* y un estigmeido, *Zetzellia mali*, también depredador, como los fitoseidos. El número de depredadores encontrados fue bajo, y no superó nunca los 5 ejemplares por fecha de muestreo. Tampoco encontramos relación entre la presencia de depredadores y los momentos de mayor abundancia de *Aceria*. Por ello, aunque potencialmente todas estas especies pueden alimentarse de la plaga, no tenemos constancia de que sea así y tampoco del impacto que pueden tener sobre sus poblaciones. En el caso de los ácaros tetraníquidos, que suelen ser de color rojo, pardo o verdoso oscuro, es muy fácil detectar la presencia de fitoseidos que han consumido esas presas, ya que su cuerpo toma el color de la presa. Sin embargo, en el caso de *Aceria* esto no ocurre, ya que este ácaro tiene un color blanquecino y los depredadores que puedan haberlo consumido no muestran ninguna prueba de ello.

Por último, un aspecto que ha quedado sin comprender es la razón por la que esta especie ha colonizado en los últimos años parcelas de naranjos y clementinos de diferentes variedades, provocando daños en ellos. Es posible que los cambios en las estrategias de manejo de plagas puedan influir en este hecho. Tal vez, algunos plaguicidas empleados regularmente en el pasado eliminaban el ácaro. La sustitución de esas materias activas por otras o la ausencia de tratamientos puede hacer que la presencia de esta plaga se manifieste ahora, con un escenario distinto. Para comprobar este punto sería necesario hacer una prospección a gran escala que abarcara parcelas integradas y ecológicas, de la misma forma que se ha hecho en el caso de *Eutetranychus*. Otro punto que sería necesario abordar para un mejor manejo de la especie es evaluar el impacto económico que produce.

No está claro cual es la magnitud del daño en términos de flores abortadas, brotes deformados y frutos no comerciales, ni tampoco la caída de frutos. No se conoce la relación entre estos parámetros y la abundancia poblacional del ácaro, ni siquiera el lugar que ocupa en la planta en función de la época del año. Pero lo que sería más importante es demostrar de forma rigurosa si todos estos daños, tienen una repercusión en la cosecha final. Algunos trabajos publicados con anterioridad sobre este ácaro en limonero consideran que las pérdidas económicas son mínimas y que la caída de frutos podría ser, incluso, beneficiosa ya que favorecería un aumento en el diámetro de los frutos en el árbol.

5.3.4. Conclusiones

El trabajo realizado ha puesto de manifiesta la dificultad de evaluar las poblaciones del ácaro y la magnitud de los daños. Sin embargo, de los datos obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El ácaro se detectó en los brotes en el mes de junio, aumentando su número en agosto y septiembre y disminuyendo en octubre. Los valores obtenidos fueron muy variables, seguramente debido a la dificultad de extraer los ácaros del material vegetal de forma eficaz.

2. No se encontró una relación entre la abundancia poblacional y la proporción de frutos deformados. Esto no excluye que esa relación pueda existir en otros periodos del año.

3. Se encontraron ácaros depredadores en los brotes con presencia de *Aceria*, concretamente los fitoseidos *E. stipulatus* y *T. phialatus* y el estigmeido *Zetzellia mali*. Sin embargo, no se pudo observar depredación directa ni cuantificar la reducción de la plaga, ya que los depredadores fueron escasos y la plaga muy variable.

5.4. Realización de tratamientos ecológicos contra la araña roja *Tetranychus urticae* en clementinos residuo cero.

5.4.1. Justificación y Objetivos

La araña roja *Tetranychus urticae* es una de las principales plagas del clementino. El control biológico es insuficiente y tradicionalmente se han empleado plaguicidas de síntesis para su control. En este trabajo se ha ensayado la eficacia de cuatro tratamientos con productos aptos para agricultura ecológica en una parcela de clementino de la variedad Clemenules de la localidad de Nules (Castellón), destinada a la producción de fruta con residuo cero.

5.4.2. Metodología

Los niveles de araña roja en la parcela eran altos antes de los tratamientos, situándose entre el 26 y el 40% de hojas ocupadas por araña viva y entre 2,1 y 3,4 ácaros/hoja de media, valores por encima del umbral de daño económico. Las aplicaciones se realizaron el 18 de julio. Los productos y dosis utilizados fueron aceite parafínico 1,25 l/hl; aceite parafínico 1 l/hl+ azadiractina 0,05 l/hl; extracto botánico de cítricos 0,5 l/hl+extracto de aceite de Chía 0,2 l/hl y Aceite de naranja 6%, 0,35 l/hl. La población de araña roja fue evaluada inmediatamente antes y hasta cinco semanas después de los tratamientos, mediante muestreos semanales con observación de 50 hojas por tratamiento. Las hojas se tomaron siempre de los mismos árboles, situados en el centro de la subparcela tratada para evitar el posible efecto de otros tratamientos. En cada muestreo se calculó el porcentaje de hojas ocupadas por araña roja viva y el número medio de ácaros por hoja para cada tratamiento.

5.4.3. Resultados

Los productos más eficaces al final del ensayo fueron el aceite parafínico y la mezcla aceite+azadiractina, que redujeron el porcentaje de hojas ocupadas por los ácaros a niveles por debajo del umbral de daño antes de las dos semanas del tratamiento y durante todo el ensayo (Figura 5.15). También la mezcla extracto botánico de cítricos+extracto de aceite de Chía obtuvo unos resultados similares al final del ensayo, aunque su efecto fue más lento, no apreciándose la reducción de la población hasta la tercera semana del

tratamiento. En cambio, el aceite de naranja no alcanzó al final del ensayo niveles de reducción similares a los otros productos. El aceite de naranja no redujo la araña a niveles no detectables en los muestreos, como lo hicieron los otros tratamientos, y aunque se observó una disminución de la población, ésta se recuperó al final del ensayo hasta alcanzar valores similares a los previos al tratamiento.

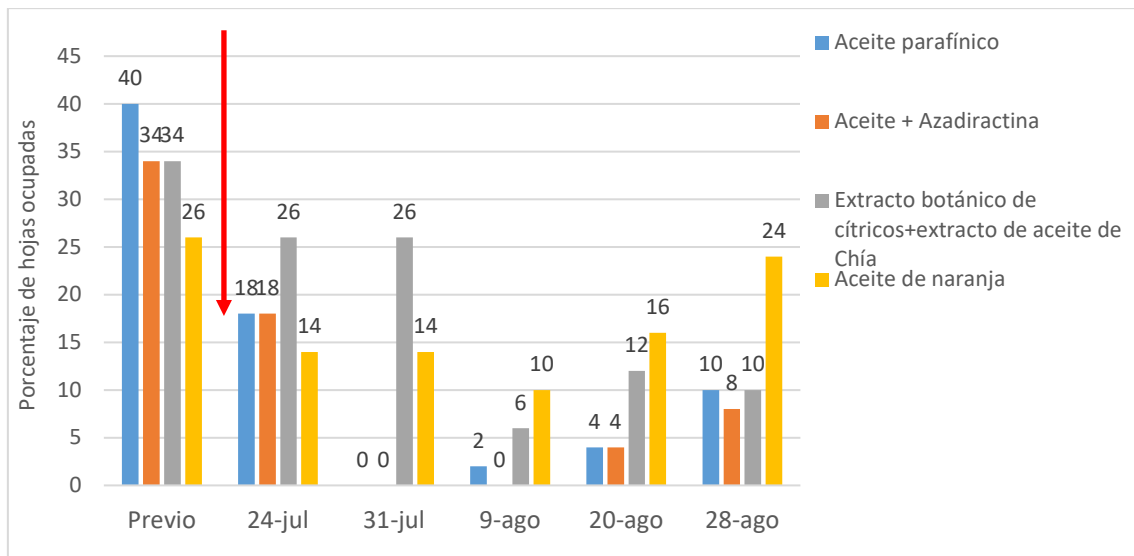


Figura 5.15. Porcentaje de hojas ocupadas por araña roja antes y después de los tratamientos. La flecha roja indica el momento de las aplicaciones.

La Figura 5.16 muestra la evolución de la densidad poblacional de la araña roja en el mismo periodo. También en este gráfico se observa que el aceite parafínico y el aceite+azadiractina reducen la abundancia de la plaga y este efecto se mantiene hasta el final del ensayo. En cambio, la araña en los arboles tratados con extracto botánico de cítricos+extracto de aceite de Chía y aceite de naranja sigue aumentando hasta el 31 de julio, alcanzando niveles de 6 y 10 arañas rojas/hoja de media, respectivamente. A partir de esa fecha, ambos productos reducen la abundancia de la araña, aunque ésta aumenta de nuevo en el tratamiento de aceite de naranja al final del ensayo.

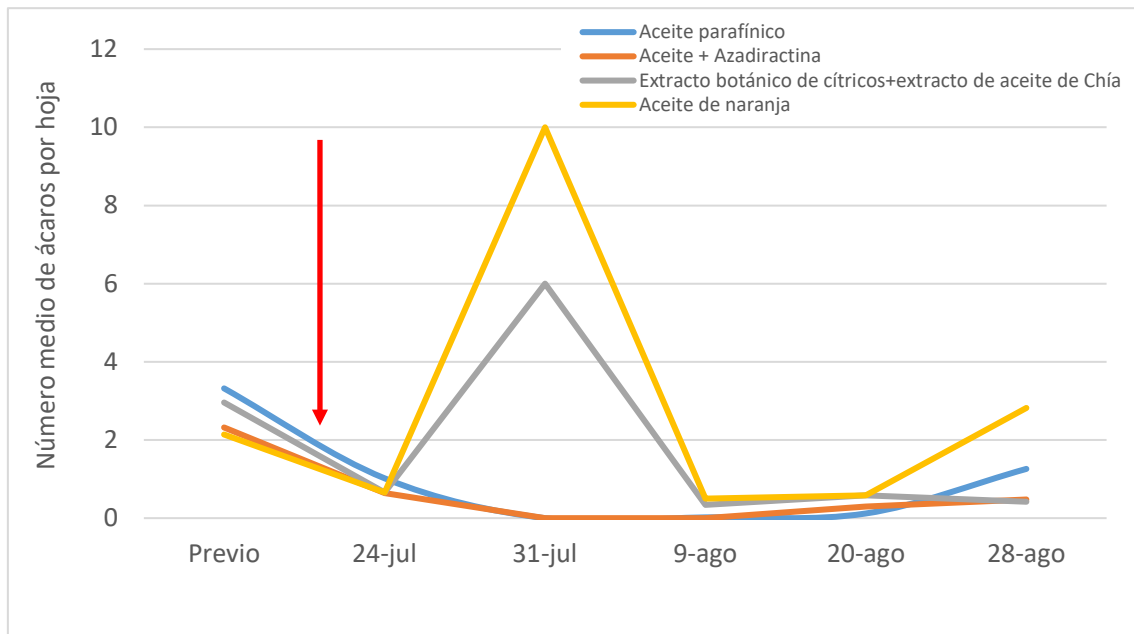


Figura 5.16. Densidad poblacional de araña roja (media de ácaros/hoja) antes y después de los tratamientos. La flecha roja indica el momento de las aplicaciones.

5.4.4. Conclusiones

1. Tanto el aceite parafínico como la mezcla aceite+azadiractina fueron eficaces reduciendo rápidamente la araña y manteniendo niveles bajos hasta cinco semanas después del tratamiento.

2. El extracto botánico de cítricos+extracto de aceite de Chía tuvo un efecto más lento, que se apreció a la tercera semana, aunque al final del ensayo no mostró diferencias con los dos anteriores.

3. El aceite de naranja no fue tan eficaz como los otros productos, provocó una reducción de la araña, pero se observó una rápida reinfestación a partir de la tercera semana.

5. 5. Seguimiento de la araña roja (*Tetranychus urticae*) en parcelas de clementino con diferentes tipos de manejo, cultivo ecológico, control integrado y sueltas aumentativas de ácaros fitoseidos.

5.5.1. Justificación y objetivos

La araña roja *Tetranychus urticae* produce todos los años daños importantes en clementino debido al manchado del fruto a causa de la actividad alimenticia de los ácaros. A pesar de ser una plaga habitual, su control continúa siendo problemático, ya que los tratamientos acaricidas no siempre son eficaces y la utilidad del control biológico no ha sido suficientemente acreditada. Además, la dinámica de la araña roja es muy variable de unos años a otros, tanto a nivel de comarca, como a nivel de parcela.

En este punto se han establecido los siguientes objetivos:

1. Realizar seguimientos en tres parcelas de clementino con antecedentes de daños por *Tetranychus*, estudiando la evolución de la araña roja y de los fitoseidos durante los meses de verano.
2. Comparar la abundancia y evolución poblacional de la araña roja y fitoseidos en tres parcelas con distintos tipos de gestión de plagas.
3. Evaluar la eficacia de la suelta del depredador *Neoseiulus californicus* para el control biológico de araña roja en una de las parcelas.

5.5.2. Metodología

Este trabajo se realizó en colaboración con los técnicos del Servicio de Producción Ecológica de Villareal y del Servicio de Sanidad Vegetal de Almassora. Con ellos, se seleccionaron tres parcelas con antecedentes de ataques de araña roja y con distintos tipos de gestión de plagas. Dos de ellas ubicadas en la provincia de Castellón, en los términos municipales de Castelló (denominada parcela Lledó por su cercanía a la ermita de la Virgen del Lledó) y L'Alcora, situada en el término de Borriol, y la otra en el norte de la provincia de Valencia, en el término de Sagunt. En la parcela de Lledó no se realizaron tratamientos químicos, solo colocación de trampas para confusión sexual y suelta de depredadores; la parcela de l'Alcora era de gestión integrada, con solo dos tratamientos plaguicidas en el periodo de muestreo, mientras que en Sagunt se aplicaron tratamientos

con productos autorizados en agricultura ecológica. Las características de cada parcela se muestran en la Tabla 5.3.

Los muestreos se realizaron desde finales de mayo hasta finales de septiembre, a fin de abarcar el periodo de crecimiento poblacional estival de la araña roja. Se tomaron muestras cada 7-10 días, colectando en cada parcela y fecha de muestreo un total de 80 hojas, 40 del exterior de la copa para la estimación de la presencia de araña roja y 40 del interior de la copa para evaluar la población de fitoseidos. De cada muestra se evaluaron los siguientes parámetros: el porcentaje de hojas ocupadas por araña roja viva, el número medio de arañas rojas por hoja, el porcentaje de hojas ocupadas por fitoseidos, la densidad poblacional de fitoseidos expresada como el número medio de fitoseidos por hoja y la identificación específica de los fitoseidos.

Tabla 5.3. Nombre, características y tipo de gestión de las parcelas de clementino donde se realizó el seguimiento de araña roja y fitoseidos.

Nombre parcela	Término	Variedad	Gestión suelo	Gestión plagas
Lledó	Castelló	Clemenules	Cubierta vegetal espontánea	Parcela sin tratamientos plaguicidas, solo confusión sexual para piojo rojo de California y suelta de fitoseidos para araña roja
L'Alcora	Borriol	Clemenules	Cubierta vegetal espontánea	Tratamientos químicos contra piojo rojo, mosca blanca y ácaros
Sagunto	Sagunt	Marisol	Cubierta vegetal espontánea, segada dos o tres veces por año	Tratamientos químicos con mezclas de aceites y extracto de Neem contra pulgón, cotonet de les Valls, <i>Aonidiella</i> y <i>Tetranychus</i>

En la parcela de Lledó (Figuras 5.17 y 5.18) se efectuaron sueltas del depredador *Neoseiulus californicus* para controlar la araña roja *Tetranychus* en dos ocasiones, el 23 de mayo, unos días antes del primer muestreo, y el 11 de julio. En cada suelta se liberaron 100.000 fitoseidos en la parcela. En esta parcela el seguimiento de araña roja y fitoseidos se utilizó, también, para evaluar la eficacia del depredador en el control de la araña roja.

En la parcela de L´Alcora (Figura 5.19) se llevaron a cabo dos tratamientos contra plagas durante el periodo de seguimiento. El 28 de junio se trató con spirotetramat contra piojo rojo y mosca blanca, y 5 de septiembre se hizo un tratamiento acaricida con spirodiclofen.

En la parcela de Sagunto (Figura 5.20 y 5.21) existía una cubierta vegetal espontánea bien desarrollada al inicio del seguimiento. La cobertura estaba formada, sobre todo, por *Parietaria judaica*. Esta cubierta fue eliminada manualmente dos semanas después de iniciar los muestreos. Mientras estuvo presente, se tomaron muestras de la cubierta y se extrajeron de ella los ácaros fitófagos y depredadores que contenían. Durante el periodo de seguimiento poblacional, se realizaron tratamientos contra *Delottococcus* el 16 de mayo con aceite parafínico y extracto de Neem, el 4 de junio con aceite de naranja y aceite de Neem y el 28 de junio con aceite parafínico; contra piojo rojo de California y *Tetranychus* el 19 de julio a base de aceite parafínico y extracto de Neem.



Figura 5.17. Parcela de Lledó, con árboles con escaso desarrollo y filas anchas entre ellos.



Figura 5.18. Parcela de Lledó. Hojas deformadas y con las características manchas amarillas producidas por la araña roja.



Figura 5.19. Parcela de L'Alcora, formada por árboles adultos con copas con abundante vegetación y filas relativamente estrechas.



Figura 5.20. Parcela de Sagunt, donde se muestra el estado de los árboles y la presencia de cobertura vegetal espontánea al inicio del seguimiento.



Figura 5.21. Detalle de la parcela de Sagunt, con presencia de vegetación espontánea entre los árboles y junto al tronco, sobre todo *Parietaria judaica*.

5.5.3. Resultados

5.3.1. Seguimiento de araña roja y fitoseidos en clementino

La abundancia de araña roja fue muy diferente en las tres parcelas. De ellas, solo la de Lledó presentó niveles poblacionales altos, mientras que en las de L'Alcora y Sagunt la densidad de araña roja fue muy baja o nula durante todo el verano. (Figuras 5.22 y 5.23). En la parcela de Lledó se produjo un rápido crecimiento poblacional de la plaga a partir del inicio de junio. A mediados de ese mes el porcentaje de hojas ocupadas por araña viva ya era superior al 25% y se mantuvo en valores altos, entre el 24 y el 32% hasta la segunda mitad de agosto (Figura 5.22). A partir de ese momento, los niveles descendieron hasta el final del periodo de muestreo. La abundancia o densidad poblacional de la araña roja se muestra en la Figura 5.23, donde se observa que el crecimiento en la parcela de Lledó fue muy rápido y alcanzó su valor máximo el 10 de julio con una media de 3,8 arañas roja por hoja. Posteriormente, la abundancia fue disminuyendo, aunque se mantuvieron valores altos de porcentaje de hojas ocupadas. La presencia de araña fue muy baja o inapreciable en la parcela de Sagunt y muy baja en la de L'Alcora, con porcentajes de hojas ocupadas bajos y densidades poblacionales que no superaron nunca el valor medio de 0,5 ácaros por hoja.

Las diferencias en abundancia de araña roja entre parcelas pueden deberse a los tratamientos que se realizaron en ellas. La parcela de Lledó, donde no se aplicaron plaguicidas, fue la única que presentó niveles de araña roja por encima de los umbrales de tratamiento, niveles que se mantuvieron durante bastantes semanas. La parcela ecológica de Sagunt tuvo unos niveles de araña muy bajos, lo que demuestra que los productos utilizados a base de aceite parafínico y extracto de Neem fueron eficaces para su control. Lo mismo ocurrió con la de L'Alcora, donde los tratamientos mantuvieron los árboles libres de araña durante todo el verano.

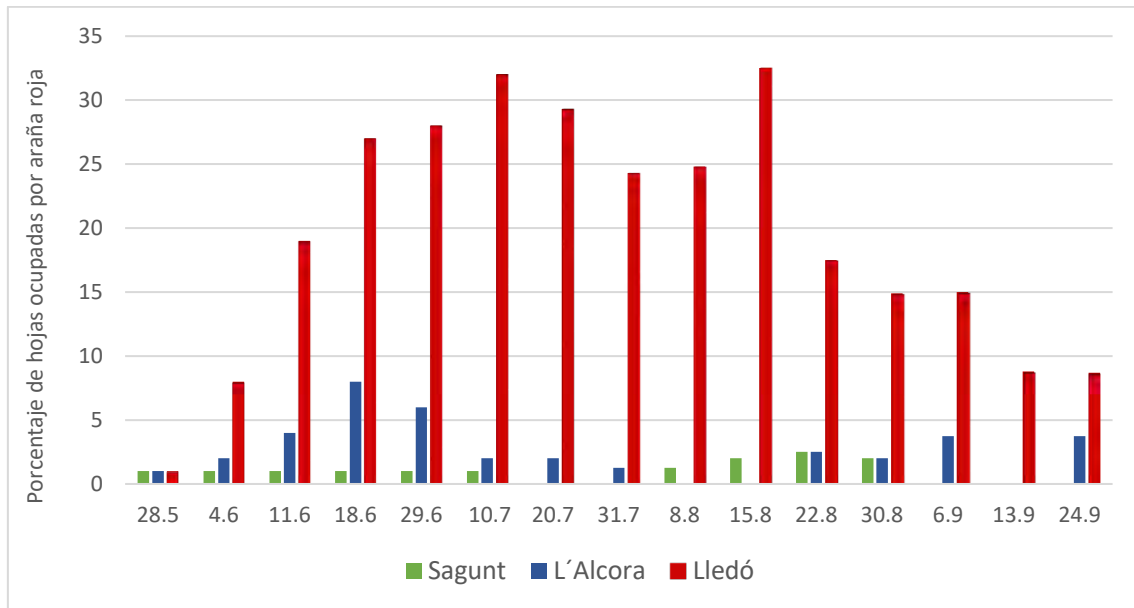


Figura 5.22. Porcentaje de hojas ocupadas por la araña roja en las tres parcelas

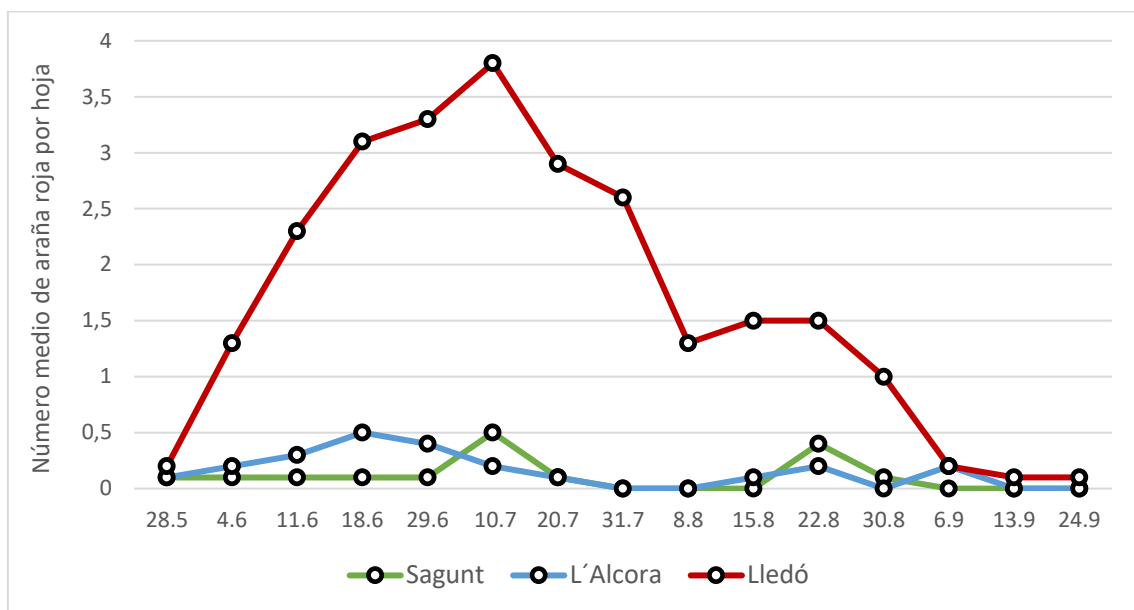


Figura 5.23. Evolución de la abundancia de la araña roja en las tres parcelas de seguimiento.

Los fitoseidos estuvieron también presentes en las tres parcelas durante el periodo de seguimiento. En la parcela de Sagunto, durante los dos primeros muestreos estaban presentes, también, en cubierta vegetal, siendo todos los individuos identificados *Euseius stipulatus*, la misma especie que vive en los árboles. Esto demuestra que hay un movimiento de depredadores entre la copa del árbol y la vegetación espontánea. La presencia de araña roja en las hierbas fue mínima, solo en *Solanum nigrum* se observaron

poblaciones importantes, pero en este caso correspondían a otra araña roja, *Tetranychus evansi*, que no sube a los árboles.

Se colectaron un total de 1742 fitoseidos en las tres parcelas durante todo el periodo de muestreo, de los que el 93,5% eran *Euseius stipulatus*. Las especies encontradas, su abundancia e importancia relativa se muestran en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Especies de fitoseidos identificadas en las parcelas de seguimiento, abundancia poblacional e importancia relativa. *Neoseiulus californicus* se encontró solo en la parcela de L´Alcora.

Especie	Abundancia	Importancia relativa
<i>Euseius stipulatus</i>	1628	93,4%
<i>Typhlodromus phialatus</i>	72	4,1%
<i>Typhlodromus rhenanoides</i>	23	1,3%
<i>Neoseiulus californicus</i>	13	0,8%
<i>Paraseiulus talbii</i>	6	0,4%
Total	1742	

Las Figuras 5.24 y 5.25 muestran el porcentaje de hojas ocupadas y la evolución en la abundancia de los fitoseidos en las tres parcelas. Al inicio de los muestreos, la abundancia de los fitoseidos ya era muy alta en la parcela de Sagunto, con porcentajes de hojas ocupadas por depredadores superiores al 50% y medias de alrededor de 1,4 ácaros por hoja. En esta parcela, la densidad de fitoseidos se mantuvo alta hasta mediados de julio, encontrándose entre el 40 y 45% de hojas ocupadas y con densidades medias cercanas a 1 fitoseido por hoja. En las otras parcelas, los fitoseidos eran más escasos en mayo, pero las poblaciones crecieron rápidamente, alcanzando valores máximos a mediados de junio y superando, en algunos muestreos, los niveles que se encontraron en la parcela de Sagunt. En las tres parcelas se observaron disminuciones rápidas e importantes en la abundancia de los fitoseidos a partir de mediados de julio. En pleno verano las poblaciones fueron muy bajas o inapreciables, excepto en la parcela de Lledó, donde observamos entre el 8 y el 22% de las hojas ocupadas en el mes de agosto, con medias entre 0,1 y 0,3 ácaros por hoja.

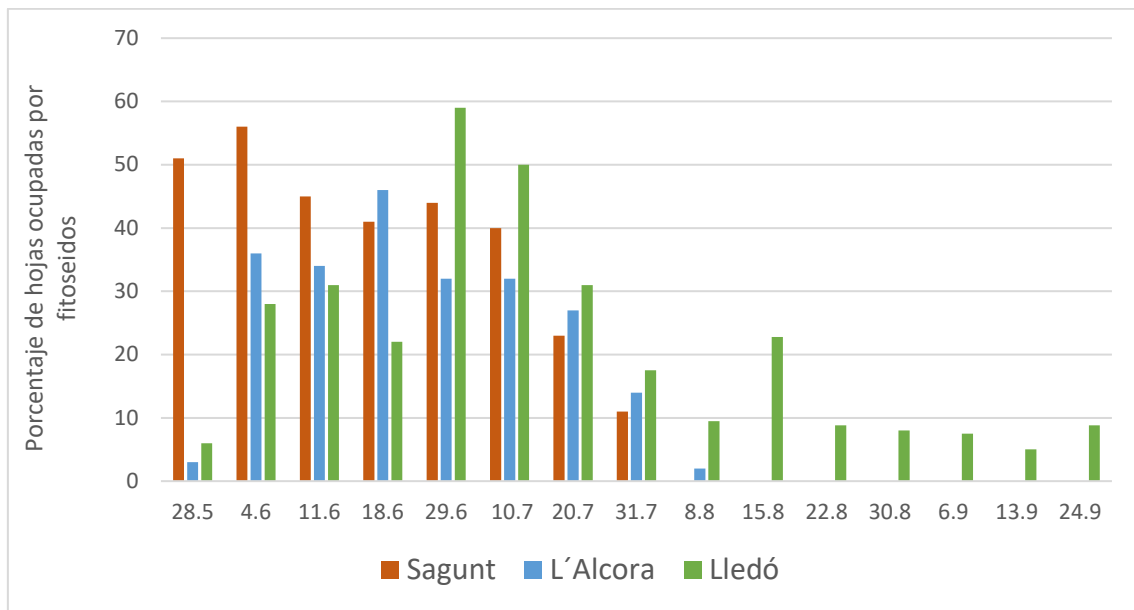


Figura 5.24. Porcentajes de hojas ocupadas por fitoseidos en las tres parcelas durante el periodo de muestreo.

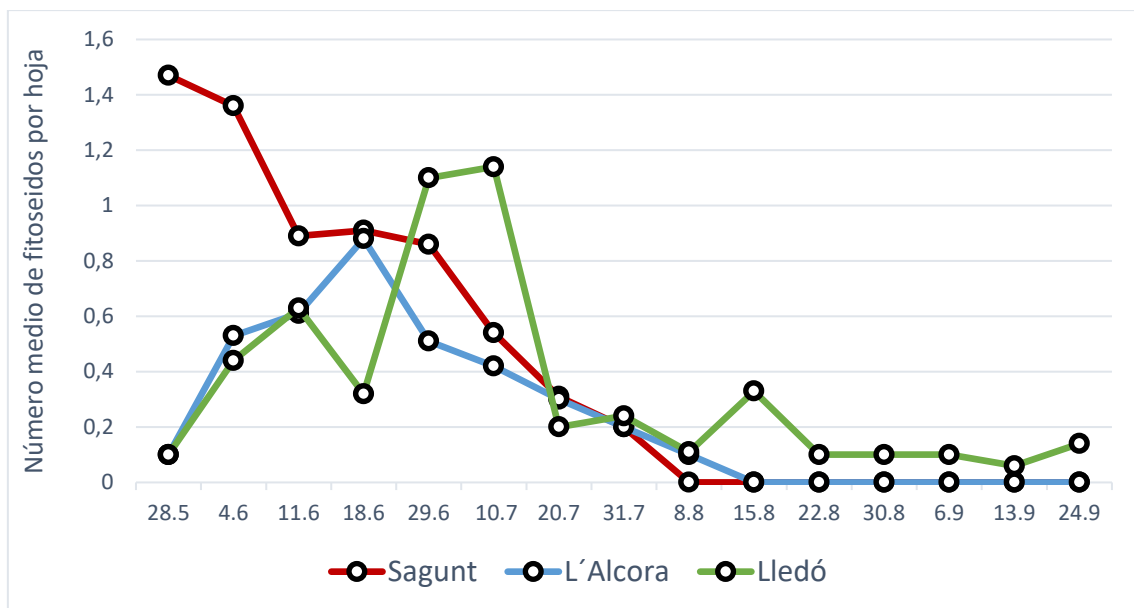


Figura 5.25. Densidad poblacional de los fitoseidos en las tres parcelas durante el periodo de muestreo.

El fitoseido predominante en las tres parcelas fue *E. stipulatus*. Esta es la especie característica de los cítricos españoles, las restantes especies encontradas fueron mucho menos abundantes y ya se han encontrado anteriormente en cítricos. El comportamiento poblacional de los fitoseidos representado en las figuras corresponde, en realidad, al de *E. stipulatus*, ya que la proporción de las restantes especies fue muy pequeña. Lo

observado coincide con la información previa que tenemos sobre este depredador. Sus poblaciones tienen un pico poblacional que se sitúa a final de primavera y principio del verano. Este es el periodo reproductivo, ya que el pico poblacional coincide con una producción masiva de huevos e inmaduros por parte de las hembras. A mediados de julio las poblaciones disminuyen y prácticamente desaparecen en agosto y septiembre. También este resultado es coincidente con la evolución poblacional habitual de la especie. La desaparición de los fitoseidos es debida a las altas temperaturas y descenso de la humedad que caracteriza al periodo más cálido del año. Estas condiciones provocan la mortalidad de muchos individuos y la esterilización de las hembras. Los fitoseidos no se recuperan hasta que pasado el mes de septiembre se suavizan las temperaturas.

En la parcela de Lledó se encontraron fitoseidos durante todo el verano, a diferencia de las otras dos parcelas. Se sabe que la arquitectura de la copa de los árboles influye en la abundancia de los fitoseidos, siendo más abundantes en las variedades de copa grande y cerrada y abundante vegetación. Curiosamente, la parcela de Lledó es la que tiene los árboles más pequeños, con copas más abiertas y menor densidad de hojas, lo que no favorecería a estos depredadores. Por ello, pensamos que la causa de su presencia en esta parcela puede deberse a la ausencia de tratamientos químicos. Los tratamientos plaguicidas realizados en las otras dos parcelas respetan, teóricamente, a los fitoseidos, pero siempre se produce una mortalidad asociada a las aplicaciones.

5.5.3.2. Eficacia de la suelta del fitoseido *Neoseiulus californicus* contra la araña roja

La Figura 5.26 muestra la abundancia de araña roja y fitoseidos en la parcela de Lledó después de la liberación del ácaro depredador *N. californicus*. Los muestreos se iniciaron la semana siguiente a la primera suelta de depredadores. Tras esta primera liberación, la curva de la araña roja sigue creciendo hasta alcanzar su máximo en julio. Tras la segunda suelta se aprecia una disminución en el nivel de araña roja. Sin embargo, hay también una disminución en el número de fitoseidos, lo que indica que los que se liberaron no se establecieron en los árboles y el descenso, tanto de la araña como de los fitoseidos, puede deberse al aumento de las temperaturas que se produce a mediados de julio.

La relación entre la densidad poblacional de los fitoseidos y la araña roja fue siempre favorable para el control biológico, ya que no superó nunca la proporción de 1

depredador por cada 10 arañas rojas, que se considera suficiente para el control. La razón de la ineficacia de la suelta se encontró al identificar los fitoseidos que se colectaban en las hojas. En ninguno de los 15 muestreos realizados tras la primera liberación se capturó *N. californicus*. Todos los fitoseidos que se encontraron en las hojas eran *E. stipulatus*, junto a unos pocos ejemplares de *Typhlodromus phialatus* y *Paraseiulus talbii*. Por tanto, los fitoseidos liberados para el control no llegaron a establecerse y permanecer en los árboles y no controlaron la plaga. La abundancia de *E. stipulatus* fue alta, pero este depredador no es buen agente de control biológico de *Tetranychus*.

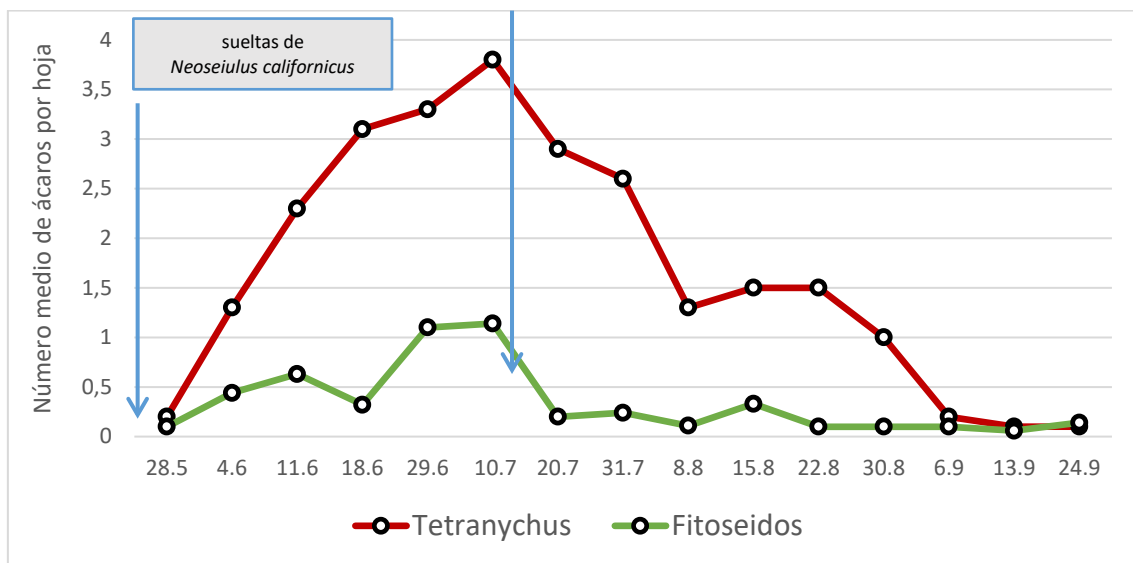


Figura 5.26. Abundancia poblacional de araña roja *Tetranychus urticae* y fitoseidos en la parcela de Lledó. Las flechas de color azul indican los momentos de suelta del depredador *Neoseiulus californicus*.

5.5.4. Conclusiones

De los estudios realizados en las tres parcelas se desprenden las siguientes conclusiones:

1. El tipo de gestión agronómica de la parcela en relación al control de plagas influye en la abundancia de la araña roja.
2. Para mantener niveles muy bajos de araña durante todo el verano es necesario aplicar plaguicidas para su control. La ausencia de tratamientos (parcela de Lledó) no garantiza el mantenimiento de niveles aceptables de la plaga.

3. Los tratamientos aplicados en la parcela ecológica a base de aceite parafínico, aceites vegetales y extracto de Neem fueron suficientes para un buen control de la plaga sin necesidad de recurrir a acaricidas de síntesis.

4. La suelta del fitoseido *Neoseiulus californicus* no sirvió para reducir la población de *Tetranychus*. El fitoseido no llegó a establecerse en el cultivo, ya que no se encontraron ejemplares de esta especie después de las sueltas. El fitoseido *Euseius stipulatus* fue abundante en los momentos de máximos de la araña roja; sin embargo, no fue suficiente para el control de la plaga.

5.6. Consideraciones generales.

Los resultados obtenidos han sido útiles para extraer conclusiones en el caso del ácaro de Texas *Eutetranychus banksi* y de la araña roja *Tetranychus urticae*; en cambio, en el caso de *Aceria sheldoni* han sido muy parciales e insuficientes. Estos resultados permiten entender cómo el cambio en las estrategias de manejo de plagas de las parcelas afectará el comportamiento del ácaro de Texas y de la araña roja

Disponemos ahora de una imagen clara de la situación de *E. banksi* en nuestros cítricos. El ácaro se ha extendido y es predominante en las comarcas de Valencia y norte de Alicante, coexiste con *E. orientalis* en el sur de Alicante y no ha llegado a la provincia de Castellón. Sigue extendiéndose en dirección norte y sur. El periodo crítico de la plaga se sitúa en pleno verano, en los meses de agosto y septiembre, el resto del año sus poblaciones son mínimas. El tipo de gestión de la parcela influye, tanto en la presencia como en la abundancia de la plaga. Las probabilidades de encontrar el ácaro son mayores en las parcelas integradas que en las ecológicas y su abundancia también es mayor en las primeras. Además, el inicio del crecimiento poblacional estival se adelanta en las parcelas integradas en relación a las ecológicas. Los resultados encontrados indican que el control biológico de la plaga no es suficiente, ya que sus máximos poblacionales coinciden con mínimos en la población de depredadores.

El seguimiento poblacional de la araña roja ha permitido establecer su fluctuación poblacional en parcelas de clementino con distintos modos de gestión. Los resultados obtenidos indican que es necesario proteger el cultivo para evitar el ataque estival de la plaga. Sin embargo, no parece necesario recurrir a los acaricidas convencionales para

conseguirlo. Los ensayos realizados y los seguimientos en parcelas con distintas estrategias de tratamientos sugieren que los aceites parafínicos y los aceites y extractos de origen vegetal son suficientes para mantener niveles de plaga por debajo del umbral de daño. La experiencia con sueltas del fitoseido *Neoseiulus californicus* no dio resultados satisfactorios, debido a que el depredador no consiguió establecerse en el cultivo, a pesar de ser liberado en gran número.

El estudio del comportamiento y estrategias de manejo de *Aceria sheldoni* en cítricos ha demostrado la dificultad de trabajar con esta plaga, debido a su diminuto tamaño y a que pasa la mayor parte del tiempo escondida y protegida dentro del tejido vegetal. Para estimar sus poblaciones y entender las pautas de su comportamiento sería necesario abordar un estudio mucho más amplio y ambicioso, que incluyera parcelas con presencia y ausencia de la plaga y cuantificar los daños en relación a la deformación y caída de frutos y la repercusión en la cosecha final. Este último aspecto es muy importante para valorar la importancia económica real de la plaga y evitar tratamientos innecesarios. Tanto en este caso como en el del ácaro de Texas, está todavía por demostrar que los tratamientos que se realizan son justificados, ya que no existe información rigurosa del impacto de los daños en el momento de la cosecha y la comercialización de la fruta.

Todos estos resultados indican que el cambio de modelo productivo que se está llevando a cabo permitirá un manejo más eficaz, económico y saludable de los ácaros en cítricos.

5.7. Equipo participante

El trabajo de campo y laboratorio realizado ha sido llevado a cabo por:

Francisco Ferragut Pérez (responsable)

Jorge Gavara Vidal (técnico contratado con cargo al Convenio)

Sergio López Olmos (becario colaborador)

Además, se ha contado con la colaboración y apoyo del personal técnico del Servicio de Producción Ecológica y de la Sección de Protección de los Vegetales de Almassora (Castellón), ambos de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana, así como de la

Federación de Cooperativas y de numerosos técnicos que han facilitado la localización de las parcelas.

6. EFICACIA DE LA CONFUSIÓN SEXUAL EN EL CONTROL DE *Cryptoblabes gnidiella*

6.1. Introducción.

En 2017 se realizaron ensayos para evaluar la eficacia de la confusión sexual contra el barrenador *Cryptoblabes gnidiella* mediante la colocación de emisores de feromona de tipo nebulizador a una densidad de 5 por ha. Estos ensayos se realizaron sobre parcelas de granado ecológicas y parcelas de caqui de 1-2 ha de extensión. Durante 2018 se ha repetido el tratamiento en la misma parcela de granado para comprobar si hay un efecto acumulativo de los tratamientos de confusión sexual si se realizan en años sucesivos.

6.2. Materiales y métodos

El tratamiento de confusión sexual se aplicó en una parcela de 1,5 ha de cultivo de granado (var. Mollar València y Acco) con manejo convencional situada en el término municipal de Llaurí (València) (Polígono 6, parcela 30), localizada con la colaboración del Servicio de Producción Ecológica de la GVA (Figura 6.1.1). En esta parcela se distinguieron dos bloques: (A) 1 ha donde se instalaron los nebulizadores de feromona y además se realizó el manejo convencional del propietario, y (B) 0,5 ha de testigo con el manejo convencional del propietario.

El tratamiento de confusión sexual se aplicó mediante la instalación el 17 de mayo de 5 nebulizadores por hectárea de la feromona sexual de *C. gnidiella*, proporcionados por Ecología y Protección Agrícola SL (Carlet, Valencia), distribuidos homogéneamente por la parcela (Figura 6.1). La feromona está contenida en un aerosol que tiene una vida útil de aproximadamente 50 días, por lo que se realizó la reposición de los botes en las siguientes fechas: 4 julio y 28 agosto.



Figura 6.1 Parcela de granado (izquierda) en la que se realizó el ensayo. Área delimitada en verde indica la zona tratada con confusión sexual; la roja indica la zona testigo. Los puntos blancos indican la posición de las trampas de monitoreo en cada zona. A la derecha imagen de nebulizador instalado junto a granado.

La evaluación de la eficacia de la técnica se realizó atendiendo a dos parámetros: (1) el seguimiento de la población en cada parcela, instalando 2 trampas de monitoreo de tipo Delta (Figura 6.2) cebadas con un emisor de feromona de tipo rubber septum, y (2) la prospección de daño al final de la campaña, considerando fruto dañado aquel que presenta síntomas de ataque por barreneta (cicatrices en la epidermis, serrín, excrementos, presencia de formas vivas...).



Figura 6.2 Trampa para el seguimiento de poblaciones tipo Delta instalada en ambos bloques del ensayo (izquierda) e individuo de *Cryptoblabes gnidiella* capturado en su base pegajosa (derecha).

También se ha realizado un seguimiento de la emisión de feromona proporcionada por los nebulizadores para asegurar el suministro correcto de la misma. Para ello se tomaron medidas regularmente del peso de los nebulizadores. Las diferencias de peso entre fechas corresponden a la emisión de feromona en ese periodo.

6.3. Resultados

6.3.1 Seguimiento de la emisión de feromona

Cada 15-30 días se realizó el control de la emisión de feromona mediante el pesaje de los nebulizadores. Los datos obtenidos demuestran que el nivel de emisión se mantuvo por encima de los 2 g/día durante todo el ensayo (Figura 6.3).

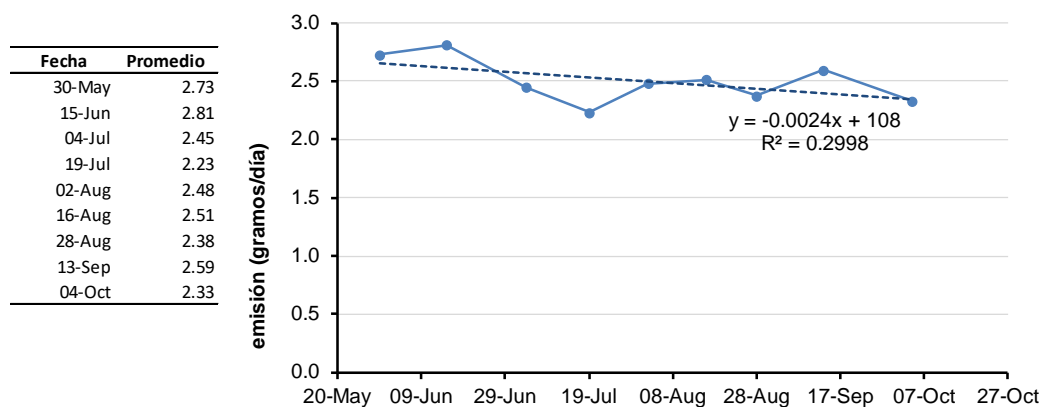


Figura 6.3 Emisión de feromona (g/día) proporcionada por los nebulizadores durante el periodo de ensayo.

6.3.2 Capturas en trampas de seguimiento de población

El seguimiento de las capturas obtenidas en los distintos puntos de monitoreo dentro de cada parcela muestra que el tratamiento de confusión sexual tuvo un efecto significativo, logrando reducir significativamente las capturas respecto a la parcela control (Figura 6.4) (Factor tratamiento: $F_{1,10} = 62,62$; $P < 0,001$; Factor semana: $F_{10,10} = 4,0$; $P = 0,02$).

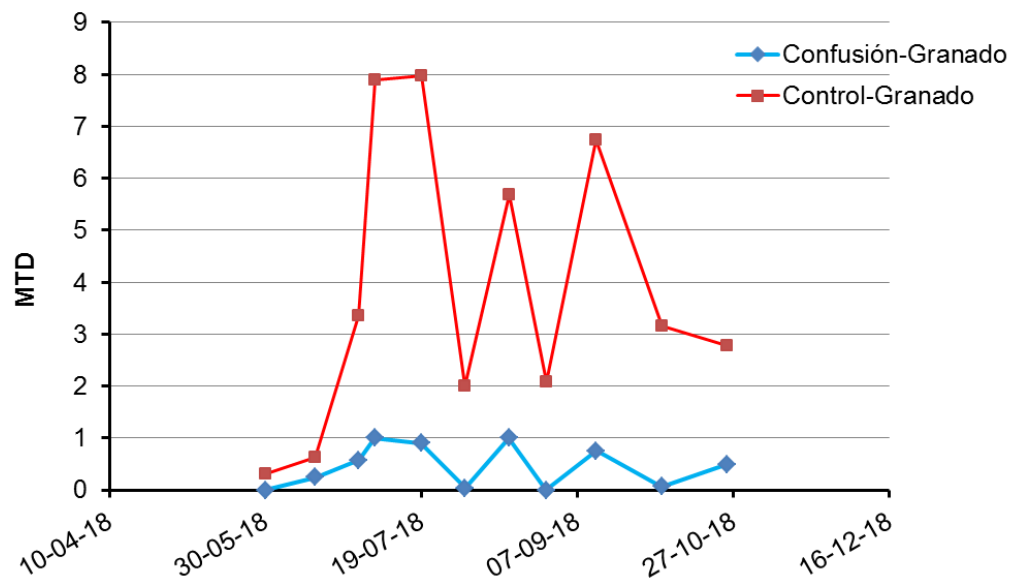


Figura 6.4 Media de las capturas de *Cryptoblabes gnidiella* obtenidas a lo largo del ensayo en cada una de las parcelas, con y sin tratamiento de confusión sexual.

6.3.3 Prospección de daño en fruto

Durante esta campaña se ha registrado una población mayor de esta polilla y la presencia de formas vivas o indicios de su presencia (serrín y nidos) ha sido muy elevada. En estas condiciones, el tratamiento de confusión sexual ha conseguido reducir significativamente el daño en fruto al 50% respecto a la parcela control (Figura 6.5).

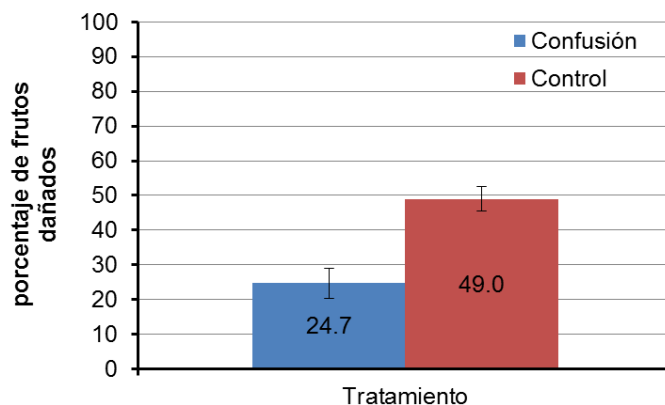


Figura 6.5 Media ($\pm EE$) del porcentaje de frutos con daños provocados por *Cryptoblabes gnidiella* en cada una de las parcelas.

En estas valoraciones se ha calificado como daño cualquier escoriación por pequeña que fuera en la piel de la granada, aunque se estima que aproximadamente el 76% de los frutos podrían ser aun comercializables en la zona de confusión y un 65% en la zona testigo. Aplicando el criterio de considerar daño cuando el fruto no es comercializable los resultados serían de un 5,9% de daño en la zona de confusión sexual frente al 17,2% en la zona control.

6.4. Conclusiones

El método de confusión sexual ha demostrado ser un método de control que reduce significativamente el daño en kaki (ensayos de 2017) y granado (2017 y 2018). Los resultados de los ensayos en kaki muestran que, si bien el nivel de daño por *Cryptoblabes* desciende significativamente, otras barrenetas como *Anatrachyntis badia* son capaces de ocupar el nicho de *Cryptoblabes gnidiella*, lo que puede suponer un inconveniente para este método de control ya que la confusión sexual es específica de la especie contra la que se aplica. Este problema no se ha observado en granado en ninguno de los dos años de ensayos ya que no se ha detectado la presencia de *Anatrachyntis badia* en los campo de ensayos, aunque no se puede descartar su presencia.

Un aspecto de especial importancia es considerar que la confusión sexual tiene un efecto acumulativo tras varios años de aplicación, lo que reduce enormemente el nivel de daño dejándolo por debajo del umbral de tratamiento. Los estudios de 2018 no son concluyentes en este aspecto ya que, aunque la reducción del daño ha resultado significativa, no se aprecia una reducción del daño en 2018 respecto a 2017. Este hecho puede deberse a la propia variación poblacional de la barreneta o a la proximidad de muchos campos sin tratar que propician un aumento poblacional. Cabe citar que en 2018 el ataque por cotonet fue mucho más severo que en 2017 y las sueltas de *Cryptolaemus montrouzieri* se retrasaron al mes de septiembre, lo que facilitó e incrementó el ataque de la barreneta.

En 2018 se ha presentado en el mercado un sistema de control de la barrenta utilizando confusión sexual llamado Cryptotec por la empresa SEDQ (Acin 2018). Este sistema tiene un comportamiento similar al conseguido con la confusión sexual mediante nebulizadores que hemos ensayado nosotros, pero en su caso utilizando 400 difusores por ha en vez de los 5 nebulizadores que hemos ensayado en la UPV. La existencia de una alternativa comercial permitirá ensayar este producto de forma mas extensiva en los próximos años, aunque su aplicación resulte más costosa que el tratamiento estudiado en la UPV.

5. Bibliografía

- Acín P. 2018 La confusión sexual como nueva herramienta de control de *Cryptoblabes gnidiella*. *Phytoma* 298. Abril

7. IDENTIFICACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DEL COTONET DE LES VALLS Y APLICACIÓN PARA LA DETECCIÓN Y EL SEGUIMIENTO DE PLAGAS

7.1 Introducción

Tras los estudios llevados a cabo hasta finales de 2017 se consiguió detectar un compuesto emitido únicamente por las hembras vírgenes de *Delottococcus aberiae*, candidato a ser la feromona sexual de la especie. Durante el presente año se ha procedido al aislamiento de una cantidad suficiente del compuesto natural para elucidar su estructura química y realizar los primeros ensayos de campo con el compuesto natural. Además con la colaboración de la empresa EPA SL se ha dispuesto de 5 mg de la feromona sintética para realizar los primeros seguimientos de campo del vuelo y demostrar la eficacia de la feromona..

7.2 Materiales y métodos

7.2.1 Aislamiento y síntesis del compuesto feromonal

Para continuar aislando una cantidad suficiente de compuesto feromonal que permita su elucidación estructural, se ha seguido realizando la aireación de hembras vírgenes de *D. aberiae* procedente de la colonia propia de nuestro centro. Brevemente, se trata de captar los volátiles emitidos en cartuchos rellenos con la resina Porapak-Q, utilizando un flujo de aire purificado. Las sustancias adsorbidas en la resina se extraen por elución con disolvente, 20 ml de pentano, y el extracto obtenido se concentra hasta 500 µl para analizar su composición mediante cromatografía de gases acoplada a espectrómetro de masas de cuadrupolo simple (CG/EM). Se inyectan 2 µl de cada extracto en el cromatógrafo (Clarus 600 GC-MS, Perkin Elmer), equipado con una columna capilar ZB-5MS (30 m × 0.25mm × 0.25 µm; Phenomenex), en el que se programan las siguientes temperaturas: 40 °C durante 2 min, 5 °C/min hasta 180 °C y posteriormente a 10 °C/min hasta 280 °C, que se mantienen durante 1 min. El gas portador es helio con un flujo de 1 ml/min. La detección se realiza en modo de impacto electrónico (70 eV), con la temperatura de la fuente programada a 180 °C, realizando un escaneo de masas entre m/z 35–500.

Tras la unión de aproximadamente 50 de estos extractos se ha obtenido una cantidad de la sustancia suficiente para elucidar su estructura. Para ello, se necesita tener la sustancia aislada del resto de compuestos presentes en el extracto. Dicho aislamiento se ha realizado en dos fases:

- aislamiento previo por columna de gravedad con gel de sílice como fase estacionaria y mezclas de pentano:éter (100:0, 95:5, 80:20, 50:50, 0:100) como eluyentes. De esta manera, se obtienen fracciones ricas en el compuesto feromonal para su aislamiento final.
- aislamiento final de la sustancia por cromatografía de gases preparativa, utilizando un equipo Clarus 500 GC (Perkin Elmer) equipado con un detector de ionización de llama y una columna capilar TRB-1 (30 m × 0.53 mm i.d. × 0.5 μm; Teknokroma Analítica SA, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Spain). La temperatura del horno se program a 40 °C durante 2 min, subiendo después a 3 °C/min hasta 100 °C y a 30 °C/min hasta 280 °C, que se mantienen finalmente durante 12 min. El final de la columna está conectado a una pieza que divide una pequeña parte del efluente hacia el detector y el resto a un colector de fracciones para recoger la sustancia por condensación en un bucle de metal enfriado en un baño de acetona-hielo seco (Figura 7.1). Finalmente, la sustancia se recupera del bucle mediante elución con disolvente deuterado para su posterior análisis de resonancia magnética nuclear (RMN).

La elucidación estructural de la molécula se ha realizado de acuerdo a los espectros de RMN de protón y carbono (^1H y ^{13}C), obtenidos a una frecuencia de 600 MHz en el equipo Bruker 600 Ultrashield Plus spectrometer (Bruker, Billerica, MA) disponible en el servicio de resonancia magnética nuclear del Centro de Investigación Príncipe Felipe (CIPF).

Una vez identificada la estructura de la molécula, se ha procedido a su síntesis química en colaboración con la empresa Ecología y Protección Agrícola SL, para confirmar la estructura y realizar los ensayos de actividad. El producto resultante de la síntesis ha sido una mezcla isomérica, que se ha utilizado directamente en los ensayos biológicos.



Figura 7.1. *Equipo adaptado para cromatografía de gases preparativa (izquierda) y detalle de los bucles utilizados para el aislamiento de la sustancia (derecha)*

7.2.2 Ensayos de actividad en laboratorio

La respuesta de los machos al producto sintetizado se ha evaluado en el laboratorio de nuestro centro mediante un ensayo de actividad en placa Petri de vidrio. Los ensayos se realizaron con luz y en las mismas condiciones de cría, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y 40-50 % de humedad relativa. Los individuos utilizados proceden de la cría propia, separando los machos en placas Petri justo al empezar a formar el capullo algodonoso. Tras pupar y finalmente emerger del capullo, se seleccionan los machos para realizar el ensayo durante el mismo día de su emergencia.

Procedimiento: en extremos opuestos de una placa Petri de 19 cm de diámetro se coloca un pedazo de papel de filtro (1 cm^2) impregnado con $10 \mu\text{l}$ de una solución del producto sintético o $10 \mu\text{l}$ de disolvente (control). Inmediatamente, se depositan grupos de machos cuidadosamente con ayuda de un pincel muy fino en la placa de ensayo y se observa el comportamiento de los individuos, registrando el número de machos que se orientan hacia cada estímulo (feromona o control).

7.2.3 Ensayos de actividad en campo

La respuesta de los machos al producto sintetizado se ha evaluado también en condiciones de campo en una parcela de cítricos var. Marisol, situada en la localidad de Sagunto (Valencia). El producto sintético se formuló en emisores de tipo rubber septum (~ 100

$\mu\text{g/septum}$), que se colocaron en el centro trampas de tipo lámina blanca pegajosa (95 x 150 mm) proporcionadas por Ecología y Protección Agrícola SL. Dada la cantidad disponible de feromona, se instalaron 3 trampas de feromona en 3 zonas diferentes de la parcela, así como trampas sin atrayente para descartar el efecto del color de la trampa. Las capturas obtenidas en cada una de las trampas se revisaron semanalmente y los individuos capturados se llevaron a laboratorio para ser identificados y contados. Cada semana se realizó la rotación de trampas intrabloque.

7.3 Resultados

7.3.1 Elucidación estructural del componente feromonal

Los datos espectroscópicos, tanto de masas como de RMN, confirman que se trata de una estructura no descrita hasta el momento, de fórmula molecular $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$, a la que hemos denominado *acetato de delottococcilo*. Las peculiaridades de esta nueva molécula, tales como la posición de los dobles enlaces y el centro quiral, hacen que el procedimiento de síntesis no haya sido fácilmente abordable en un primer momento, por lo que se ha sintetizado solo una pequeña cantidad para confirmar la estructura y realizar las pruebas de actividad. La síntesis de esta feromona requiere aún un proceso de optimización.

7.2.2 Ensayos de actividad

Los ensayos llevados a cabo en **laboratorio** con el producto de síntesis (mezcla racémica) indican que existe una respuesta atrayente significativa de los machos hacia los pedazos de papel de filtro impregnados con la feromona sintética (Figura 7.2). Inmediatamente tras la liberación en la placa Petri, los machos se orientaban hacia el pedazo de papel de filtro impregnado con el producto de síntesis.

En las **experiencias de campo** se demuestra el gran poder atrayente del producto de síntesis para los machos del cotonet de les Valls. Se quiso comprobar que no había un efecto significativo de la trampa utilizada, observando que las láminas cebadas con la feromona tienen un poder de atracción significativamente mayor que las trampas sin atrayente (Figuras 7.3 y 7.4). Tras la colocación de las trampas en el mes de mayo. Se ha comenzado a realizar el seguimiento de las capturas, obteniendo que uno de los picos de

vuelo de la plaga tiene lugar a mediados del mes de Junio (Figura 7.5), para ir disminuyendo progresivamente hasta finales de verano.

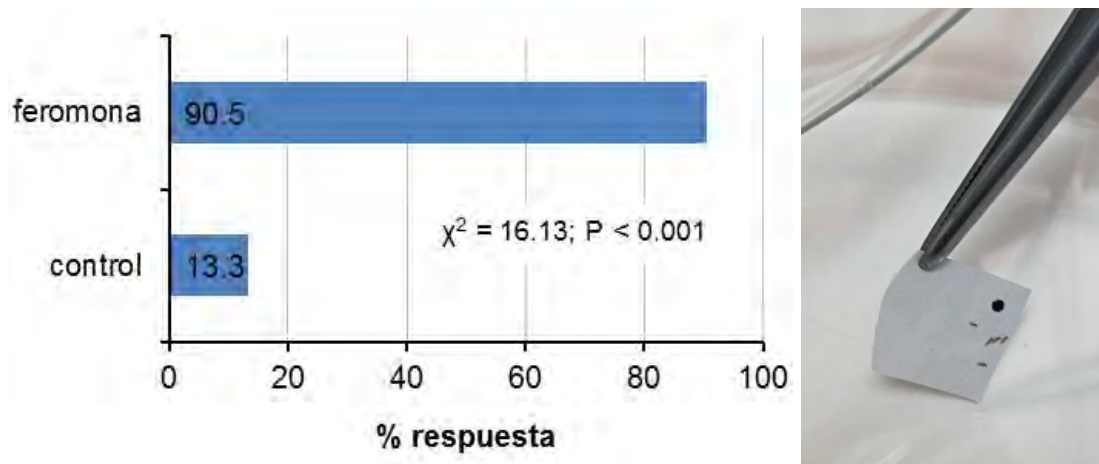


Figura 7.2. Respuesta de los machos de *Delottococcus aberiae* al producto de síntesis en ensayo de elección en condiciones de laboratorio. Porcentajes respecto al total de individuos que mostraron actividad (izquierda). El control negativo fue el disolvente pentano en todos los casos. Test χ^2 , $P < 0.05$. Fotografía del papel de filtro impregnando con la feromona al final del ensayo (derecha).

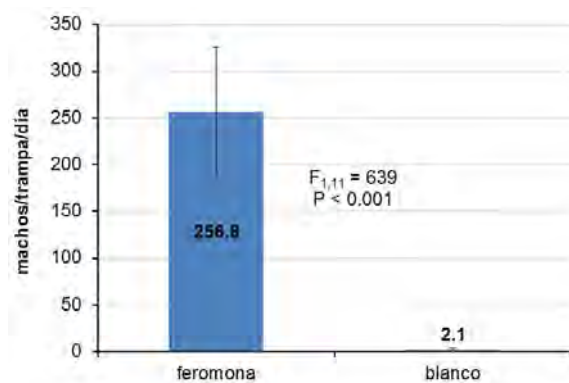


Figura 7.3 Media (\pm error estándar) del número de machos de *Delottococcus aberiae* capturados por trampa y día en el ensayo de respuesta de atracción en campo al producto de síntesis. Barras con la misma letra no difieren significativamente (ANOVA, LSD test at $P > 0.05$).



Figura 7.4 Fotografías de trampas en campo: trampa control sin feromona (izquierda), trampa cebada con feromona, parte delantera (centro) y parte trasera (derecha).

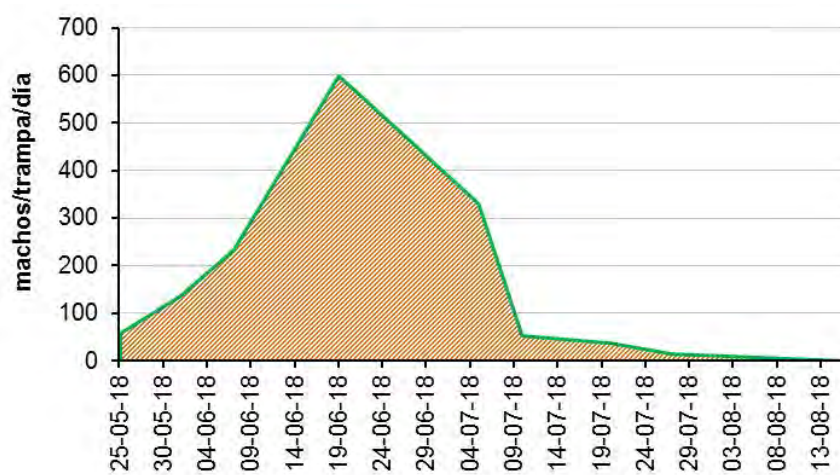


Figura 7.5 Seguimiento de capturas de macho de *Delottococcus aberiae* en trampas cebadas con la feromona sintética.

7.4 Conclusiones

Tras reunir y aislar la cantidad de feromona suficiente a partir de los volátiles de hembras vírgenes de *D. aberiae*, los datos cromatográficos y espectroscópicos nos han permitido elucidar que la estructura de la molécula corresponde con una sustancia no descrita hasta el momento, a la que hemos denominado *acetato de delottococcilo*. La síntesis de la

feromona no resulta immediatament asequible, però la ruta utilitzada ha permès obtenir una petita quantitat per confirmar la estructura i provar la seva activitat en camp. Al tractar-se d'una molècula quiral, el producte de síntesi obtingut fins al moment és una barreja d'isòmers, entre els quals es troba el compost natural. Per al moment, s'està intentant modificar la ruta utilitzada per sintetitzar una major quantitat de producte que ens permeti identificar inequívocament l'enantiòmer corresponent a la feromona natural.

Mentrestant, les proves d'activitat, tant de laboratori com de camp, s'han realitzat amb la barreja sintètica obtinguda, demostrant un gran poder atractiu per als mascles d'aquesta espècie. Encara que encara cal comprovar què seria el poder atractiu de l'isòmer natural pur, tot apunta a que l'eficàcia de la barreja isomèrica s'ha de deure a l'isòmer natural i que la presència del rest dels isòmers no interfire i no redueix el nivell d'atracció.

En les condicions actuals, una vegada sintetitzada una major quantitat de feromona, podria ser formulada en emissors de monitoratge, per realitzar el seguiment de poblacions de la plaga allà on hi hagi un historial d'atac i fins i tot per detectar la seva presència en llocs on encara no s'hagi declarat la plaga.

Per altra banda, si aconseguim finançament per al 2019 es pretén arribar a un acord amb l'empresa EPA SL per a la fabricació de uns grams de feromona que permetin la realització d'assajos de control de la plaga basats en feromones com la confusió sexual o la captura massiva.

8. DETECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE VUELO DE *Eurytoma amygdali*. IDENTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE ACTIVIDAD DE NUEVAS SUSTANCIAS ATRAYENTES INCLUYENDO FEROMONAS O KAIROMONAS.

8.1 Introducción

Los principales objetivos planteados en el convenio 2018 han sido obtener atrayentes más eficaces para el seguimiento de la avispa y mejorar el trampeo existente para proporcionar información de la existencia de la plaga, momento de vuelo e intensidad del mismo.

En laboratorio, hemos intentado desarrollar una metodología para realizar ensayos de comportamiento de manera que nos permita probar la eficacia atrayente de las sustancias identificadas, antes de salir a campo.

Posteriormente, en campo hemos probado la actividad de compuestos identificados en las emisiones volátiles de los almendros como kairomonas para mejorar la capacidad atrayente de las trampas. También se han probado otros atrayentes inespecíficos y diferentes tipos de trampas.

8.2 Resultados

8.2.1 Ensayos biológicos de comportamiento en laboratorio

Para desarrollar protocolos de ensayos de comportamiento en laboratorio hemos comprobado la respuesta de los machos, tanto a la feromona sintética como a hembras vírgenes, en distintos equipamientos disponibles en nuestro grupo. Es muy importante disponer de un control que proporcione una respuesta positiva conocida, como referencia del correcto funcionamiento del ensayo.

En túnel de viento (40 x 40 x 200 cm; Figura 8.2.1) con flujo de aire forzado y jaula de malla metálica (Figura 8.2.2) en condiciones de laboratorio no hemos obtenido ninguna respuesta de los machos, colocando el estímulo (feromona o hembras) en el extremo opuesto. Los individuos prácticamente no se mueven, caminan sin orientarse hacia la

fuente del estímulo y ni tan si quiera vuelan. Dado que no se les ha observado volando, decidimos probar el comportamiento en olfatómetro de vidrio en Y (Figura 8.2.3).



Figura 8.2.1 Túnel de viento con individuos de la avispa en su interior.



Figura 8.2.2 Jaula de malla metálica con individuos de la avispa en su interior.

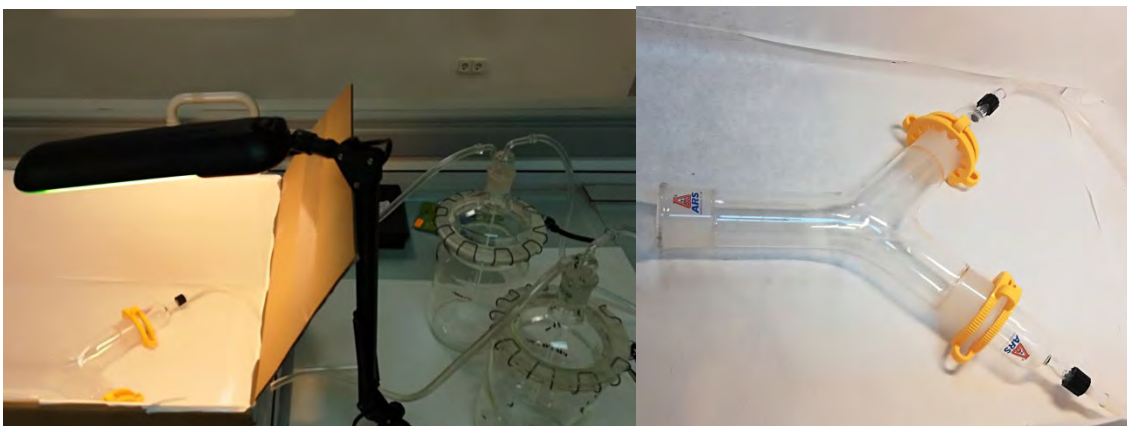


Figura 8.2.3 Ensayo de olfatometría con estímulo de hembras vírgenes vivas en recipiente de aireación (izquierda) y detalle de olfatómetro (derecha).

- *Condiciones de los ensayos en olfatómetro Y*: se coloca el individuo de la avispa a la entrada de la Y, y se coloca el estímulo a ensayar en uno de los brazos, realizando ensayos individuales y observando el comportamiento durante 5 minutos en cada ensayo; si el individuo no se mueve del lugar de partida se descarta. El flujo de aire programado fue de 200 ml/min, con iluminación superior. El brazo contrario es el control negativo (disolvente sin feromona o nada).

- *Resultados de los ensayos de olfatometría*: no se observó respuesta significativa de machos hacia hembras vírgenes ($n = 20$) y tampoco hacia la feromona sintética ($n = 12$) (Tabla 8.1). No mostraron ninguna preferencia por los estímulos, se movían aleatoriamente por los brazos del olfatómetro.

Tabla 8.1 Resultados de los ensayos en olfatómetro en Y

	tipo resp	hembras vs. blanco		feromona vs. blanco	
		# individ	% resp	# individ	% resp
va hacia el supuesto atrayente	+	7	35	5	41.7
va hacia el blanco	-	7	35	2	16.7
se pasea por ambos brazos	±	5	25	1	8.3
no responde	NR	1	5	4	33.3

8.2.2 Identificación de compuestos procedentes del material vegetal y ensayos de electroantenografía

En numerosas especies de insectos es conocida la necesidad de una kairomona relacionada con el hospedero para obtener una atracción eficaz hacia la feromona. Para comprobar si este fenómeno ocurre en *E. amygdali*, hemos estudiado el perfil de volátiles de distintos órganos del almendro mediante la técnica de captación de volátiles denominada micro-extracción en fase sólida (SPME, *solid-phase microextraction*). Se tomaron muestras de hojas, flores y frutos colocados en recipientes de vidrio herméticos

exponiendo la fibra de SPME al espacio de cabeza de los recipientes. Los componentes volátiles quedan adsorbidos en la fibra y se analizan posteriormente por desorción térmica y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS).



Figura 8.2.4 Captación de volátiles de flores y hojas de almendro

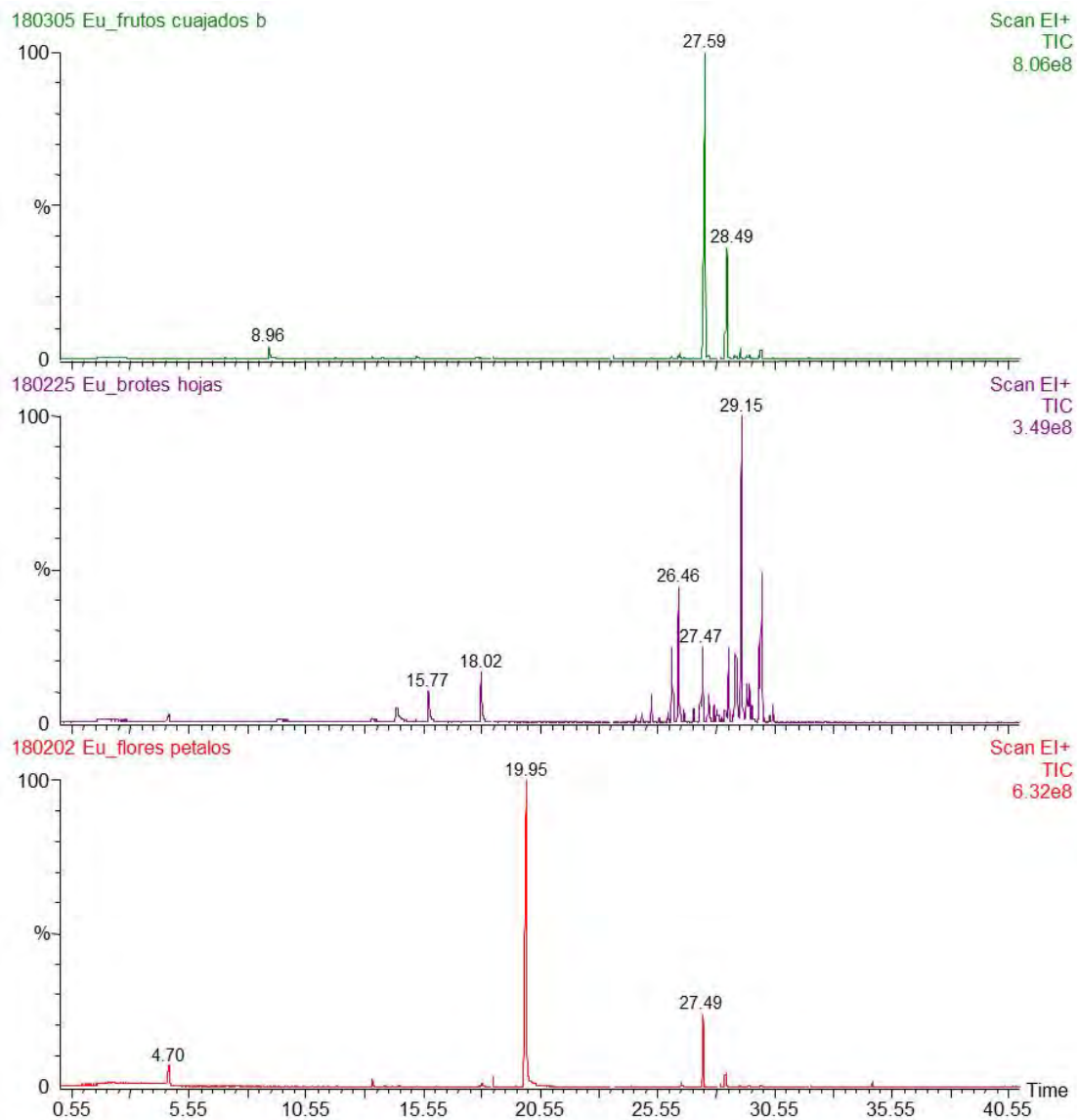


Figura 8.2.5 Cromatograma del perfil de volátiles de frutos, hojas y flores de almendro

Los compuestos más significativos detectados en los distintos muestreos de volátiles son:

- flores: 1,4-dimethoxybenzene
- hojas: hexanal, heptanal, 3-hexen-1-ol, benzaldehyde, 3-hexenyl acetate, β -caryophyllene, α -caryophyllene
- frutos: ethyl isovalerate, benzaldehyde, β -caryophyllene, α -caryophyllene

Además, se probó la actividad de estos compuestos en ensayos de electroantenografía, para comprobar si los individuos de la avispa son capaces de detectarlos. Se ha estudiado la respuesta electroantenográfica montando la cabeza de la avispa en un circuito eléctrico cerrado al conectar la base de la cabeza y la punta de una de las antenas mediante electrodos de plata impregnados con gel conductor (Figura 8.2.6). La diferencia de potencial que se genera en la interacción entre las moléculas de los compuestos y los receptores antenales se registra con el equipo de electroantenografía IDAC-2 de Syntech.



Figura 8.2.6 Detalle de la conexión de la cabeza de la avispa entre los electrodos de plata conectados al detector de electroantenografía

De acuerdo con todos estos resultados, se agruparon los compuestos con respuesta significativa y se elaboraron las siguientes mezclas para probar la actividad en campo:

- (A) mezcla de GLVs: 3-hexen-1-ol + 3-hexenyl acetate
- (B) mezcla de aromáticos: benzaldehyde + 1,4-dimethoxybenzene
- (C) mezcla de sesquiterpenos: β -caryophyllene + α -caryophyllene

También se realizaron extractos de disolvente de almendras recién cuajadas (EA), se identificaron sus componentes principales por cromatografía de gases y se elaboró una mezcla sintética de los mismos (MSA), compuesta por hexanal, 2-hexenal, 2-hexenol y

benzaldehído. Posteriormente, se probó su actividad atrayente en campo, tanto del extracto de almendras (EA) como de la mezcla sintética (MSA).

8.2.3 Ensayos de atracción en campo

Todos los ensayos se realizaron en parcelas de almendro situadas en el término municipal de Los Isidros (Requena), con variedades Langueta y Asperilla.

Comenzando en el mes de Abril, comenzamos probando la atracción en trampas pegajosas amarillas (Horiver) cebadas con feromona sintética y con las mezclas de compuestos volátiles descritas en el punto anterior (Tabla 8.2):

Tabla 8.2 Mezclas de volátiles ensayadas

Preparamos varias mezclas atrayentes		
A	verdes	3-hexen-1-ol + 3-hexenyl acetate (puros)
B	aromáticos	benzaldehyde + 1,4-dimethoxybenzene (puros)
C	sesquis	alpha y beta-caryophyllene (puros)
D	mezcla A diluida 1:80 en ethyl decanoate	
E	mezcla C diluida 1:40 en ethyl decanoate	

Todas en trampa amarilla pegajosa junto a rubber con 10mg de feromona

Desafortunadamente no obtuvimos ninguna captura con estos atrayentes, confirmando la nula eficacia de la feromona descrita en bibliografía. También incluimos la feromona que comercializa Econex para la avispa y tampoco consiguió ninguna captura durante el ensayo, por lo tanto no se recomienda su uso.

Posteriormente, continuamos probando la atracción en distintos tipos de trampas (Figura 8.2.7) cebadas con otros atrayentes inespecíficos como proteínas, levaduras, mezclas de vino y vinagre, miel... y también los extractos EA y MSA descritos en el punto anterior. Finalmente, incluimos trampas Delta cebadas con hembras vírgenes vivas obtenidas de las almendras mantenidas en laboratorio (Figura 8.2.8).



Figura 8.2.7 Diseños de trampa ensayados, de izquierda a derecha: trampa amarilla pegajosa (Horiver), polillero (Sansan), mosquero (Probodelt), trampa Hemitrap roja (Biobest), mosquero con cebo, trampa Delta con base pegajosa (Biagro), lámina pegajosa azul grande (Horiver), trampa de agua roja y azul (Sansan) y láminas pegajosas de diversos colores para atracción cromática (Ecotrampa).



Figura 8.2.8 Trampa Delta cebada con hembras vírgenes. Las hembras se colocaron en un bote de malla y se les proporcionó agua con azúcar para alargar su vida en la medida de lo posible.

- *Resultados de capturas en trampas*

Únicamente se obtuvieron algunas capturas casuales en el momento de máxima población, como se muestra en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3 Capturas obtenidas con diversos tipos de trampa y cebos

Recopilación de capturas en otras trampas		
Capturas totales		
PROT	mosquero con proteínas 10%	5♂/3♀
VINO-M	mosquero con vino	0/1♀
CAD	trampa delta con 8 cadáveres (4/4)	0/2♀
AZUL	lámina azul grande con feromona	3♂/3♀
AGUA	trampas de agua con feromona	2♂/0

- Resultados de capturas en trampas Delta cebadas con hembras vivas

Únicamente obtuvimos capturas de machos en las trampas Delta que cebamos con hembras vírgenes vivas. De esta manera, hemos podido hacer un seguimiento del vuelo de machos de la avispa, obteniendo el pico que se observa en la Figura 8.2.9.

	fecha	días	MT	MTD
parcela 1	02-05-18	5	4	0.8
parcela 2	07-05-18	5	44	8.8
parcela 2	11-05-18	4	10	2.5
parcela 2	15-05-18	4	9	2.3
parcela 2	21-05-18	6	15	2.5
parcela 2	28-05-18	7	6	0.9
parcela 2	12-06-18	5	2	0.4
parcela 2	22-06-18	10	1	0.1

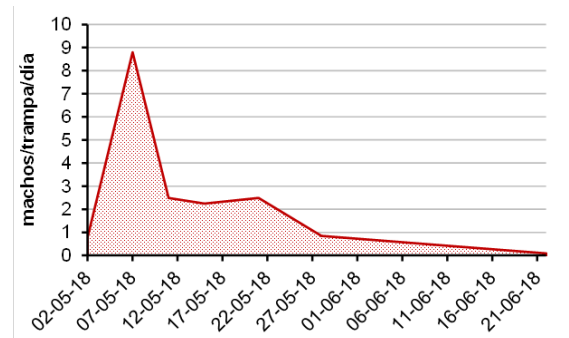


Figura 8.2.9 Capturas en trampas cebadas con hembras vírgenes vivas



Figura 8.2.10 Capturas de machos de la avispa obtenidas en trampas Delta cebadas con hembras vírgenes vivas

8.3 Conclusiones

La eficacia de capturas obtenida en las trampas cebadas con hembras vivas pone de manifiesto que todavía es desconocida la naturaleza del estímulo que guía a los machos hacia estas trampas. Es posible que aún quede por identificar algún compuesto feromonal que no hemos sido capaces de detectar hasta el momento. Dado que ha quedado demostrada la actividad atrayente de las hembras sobre los machos por las trampas delta cebadas con hembras vivas, se ha realizado la recolecta de varios miles de almendras picadas por la avispa para disponer de las suficientes hembras desde principios de 2019. Con estas hembras se pretenden realizar bioensayos de atracción sobre machos y disponer de un número suficiente de hembras para realizar extracciones del cuerpo de las hembras y detectar los volátiles emitidos por las mismas.

9. EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE EMISORES Y FEROMONA EXISTENTES EN EL MERCADO PARA LA APLICACIÓN DE LA CONFUSIÓN SEXUAL DE *Lobesia botrana* A GRAN ESCALA

La polilla del racimo, *Lobesia botrana*, es una de las plagas más importantes de la viticultura mundial. En España las zonas costeras mediterráneas son las más afectadas, ya que la plaga se presenta en tres generaciones coincidiendo con el cuajado y la maduración del fruto. Los daños que provoca son tanto directos por el orificio que provoca la larva en alimentarse sobre el grano, como indirectos ya que este orificio permite la entrada de hongos produciendo la pudrición del racimo. Actualmente el uso de la confusión sexual en la Comunidad Valenciana está ampliamente extendido ya que se trata de una técnica preventiva y compatible con la agricultura ecológica.

Para conseguir el efecto de confusión los agricultores utilizan tanto emisores pasivos como aerosoles que se instalan al inicio del cultivo y actúan liberando la feromona hasta la recolección. Las diferentes opciones que se encuentran disponibles comercialmente utilizan diferentes sistemas de emisión y, en algunos casos, productos asociados que mejoran el efecto de la feromona. Por estos motivos resulta interesante conocer cómo actúan las diferentes alternativas para que los agricultores seleccionen la más conveniente para cada caso.

9.1 Material y métodos.

Para realizar el estudio se han instalado emisores comerciales de tres empresas diferentes (BASF, SEDQ y Shin-Etsu) así como aerosoles de Sutterra en dos localizaciones diferentes, El Celler del Roure en Fontanars dels Alforins con un viñedo de la monastrell y una parcela en la Venta del Moro (Requena) de la variedad boval. En el caso del aerosol se introduce en un dispositivo de distribución automática con un mecanismo que activa el “sprayado” cada 15 minutos desde las 18:00 hasta las 06:00.

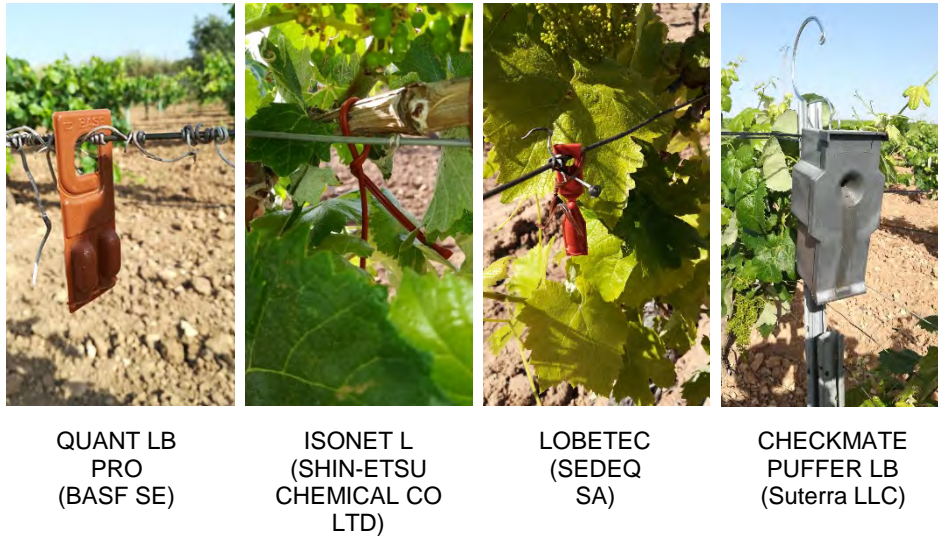


Figura 9.124. Las diferentes alternativas estudiadas. De izquierda a derecha primero se presentan los emisores pasivos (Quant LB PRO de BASF SE, Isonet L de Shin-Etsu Chemical CO LTD y LOBETEC de Sociedad Española de desarrollos Químicos SA) y el aerosol Checkmate Puffer LB de Suterra LLC)

Las dos localizaciones se dividieron en 5 parcelas en las que se instalaba cada una de las alternativas siguiendo las instrucciones de los distribuidores (Tabla 1) y una parcela se dejaba sin ningún tratamiento como testigo. Además, se instalaron trampas delta con emisores de seguimiento para poder trazar la curva de vuelo de los adultos de *Lobesia* y poder observar diferencias entre tratamientos.



Figura 9.125. Parcelas tratadas con las diferentes alternativas en Fontanars dels Alforins (izquierda) y Venta del Moro (Requena) (derecha). Los puntos representan las trampas de seguimiento.

Tabla 9.31. Instrucciones de los distribuidores para la colocación de los emisores y del aerosol.

Emisores	Quant LB PRO	Isonet L	LOBETEC	Checkmate Puffer LB
Dosis	350 emisores/ha	500 emisores/ha	400 emisores/ha	3 aerosoles/ha

Las capturas en las trampas de seguimiento se anotaban cada 15 días y se recogían muestras de emisores una vez al mes para extraerlos en el laboratorio y conocer la cinética de emisión de cada una de las alternativas. Extrayéndolos en el laboratorio se obtenía la cantidad de feromona que quedaba mensualmente y con esta información se elaboraron las distintas curvas de envejecimiento para cada caso, mediante las cuales se obtendría a posteriori información relevante como la uniformidad en la emisión, tiempo de vida útil, etc. En el caso de los aerosoles se pesaban mensualmente para comprobar su correcto funcionamiento.



Figura 9.126. Trampa delta y emisor utilizado para el seguimiento de los adultos y la posterior elaboración de la curva de vuelo. Captador de volátiles.

Paralelamente al seguimiento de la población en los diferentes tratamientos se obtuvieron muestras del aire tanto de la parcela con los aerosoles y de la parcela con los emisores Isonet L con un captador de alto volumen modelo CAV-A/Mb (MCV, España) automático con control másico de caudal para la captación de compuestos orgánicos en materiales adsorbentes para poder determinar la cantidad de feromona en el ambiente

necesaria para producir el efecto de confusión sexual. Las muestras se obtuvieron en el momento de inicio del ciclo de cultivo, al final del primer pico de vuelo y al final del ciclo de cultivo.

Además, se realizaron prospecciones de daño en fruto tras cada uno de los picos para comprobar las diferencias entre tratamientos observando diferencias en porcentaje de frutos afectados. En las prospecciones se anotaban el número de frutos que habían sido colonizados por larvas de Lobesia o presentaban restos de un nido.



Figura 9.127. Nido y larva de Lobesia

9.2 Resultados

Tras la extracción y cuantificación de la feromona de muestras de emisores procedentes de las parcelas se elaboraron sus curvas de emisión para las dos localizaciones dónde se realizó el estudio.

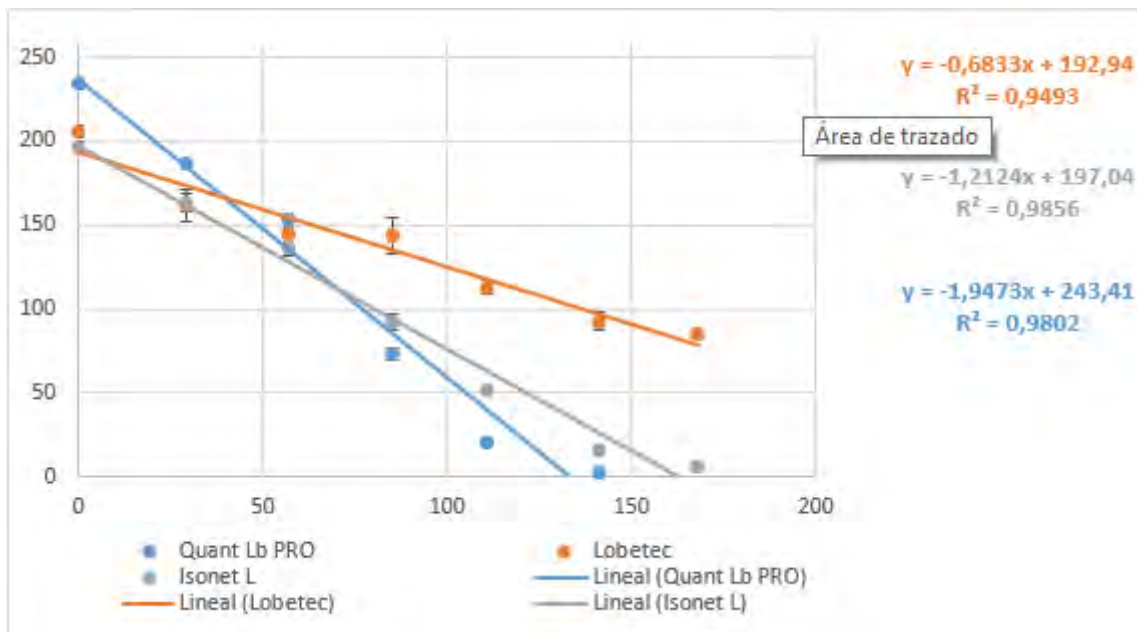


Figura 9.128. Curvas de emisión de los diferentes emisores en Fontanars dels Alforins.

Tras representar los diferentes valores mensuales de la cantidad de la feromona que quedaba en los emisores, la emisión de los mismos se ajustó a ecuaciones lineales con un índice R para todas las alternativas bastante aceptable.

Tabla 9.32. Parámetros de emisión de los emisores de feromona en Fontanars dels Alforins.

EMISOR	Carga nominal feromona (mg)	Carga inicial feromona (mg)	Emisión diaria media (mg/em·día)	Feromona emitida (mg)	Tiempo de vida útil (días)	R ²
Quant Lb PRO	240	234,66±2,96	1,95	232,26	124,99	0,9802
Isonet L	172	196,04±3,39	1,21	189,69	162,52	0,9856
Lobetec	210	206,05±3,70	0,68	121,53	282,36	0,9493

Como puede observarse las tres alternativas partían de un contenido en feromona similar al que aseguran los fabricantes excepto en el caso de los Isonet L de Shin-Etsu que contienen unos 20mg más de carga. En los 168 días de ensayo los emisores de Quant Lb PRO de BASF fueron los que mayor feromona emitieron (232.26mg en total) y los que menos tiempo de vida útil ofrecieron (125 días) quedando vacíos a mediados del mes de agosto. En el otro extremo encontramos los emisores Lobetec de la Sociedad Española

de Desarrollos Químicos, que con una carga mucho menor (210mg frente a los 240 de Quant Lb PRO) son los que tienen un tiempo de vida más largo (282 días).

Curvas de emisión en Requena

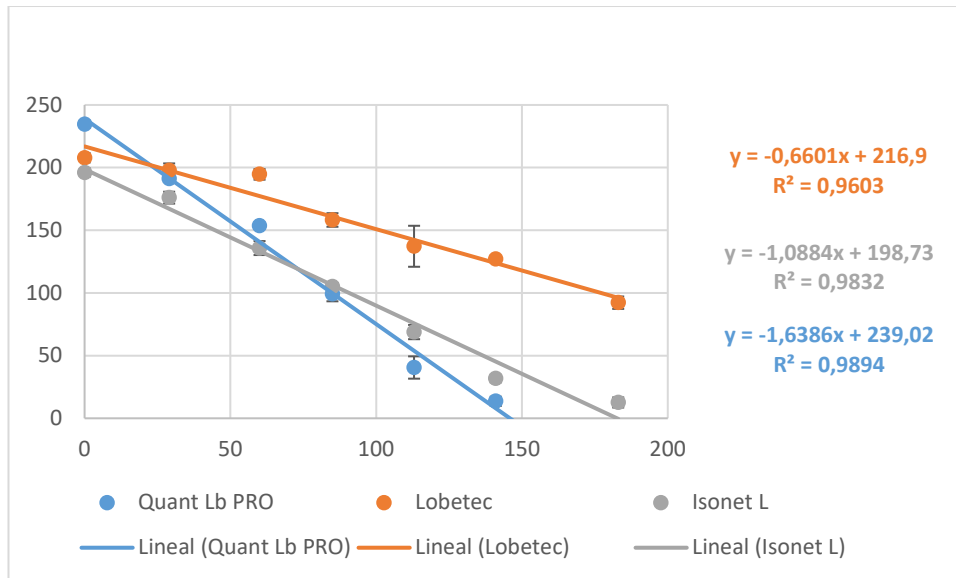


Figura 9.129. Curvas de emisión de los diferentes emisores en Requena.

Tras representar los diferentes valores mensuales de la cantidad de la feromona que quedaba en los emisores, la emisión de los mismos se ajustó a ecuaciones lineales con un índice R para todas las alternativas bastante aceptable.

Tabla 9.33. Parámetros de emisión de los emisores de feromona en Requena.

EMISOR	Carga nominal feromona (mg)	Carga inicial feromona (mg)	Emisión diaria media (mg/em·día)	Feromona emitida (mg)	Tiempo de vida útil (días)	R ²
Quant Lb PRO	240	234,66±2,96	1,64	221,11	145,86	0,9894
Isonet L	172	196,04±3,39	1,09	183,39	182,59	0,9832
Lobetec	210	206,05±3,70	0,66	115,57	328,58	0,9603

El comportamiento de los distintos emisores fue muy similar a los situados en Fontanars aunque se observó una ralentización en la emisión de la feromona. Esto estaría estrechamente relacionado con las diferencias climáticas entre las zonas. Al tratarse de una zona a mayor altitud y más fría la emisión se reduce un poco alargándose la vida útil

de los emisores. Los emisores que más cantidad de feromona emitieron fueron los de Quant Lb PRO de BASF (221,11mg en total) siendo también los que poseyeron un menor tiempo de vida útil (145,86 días). Los emisores Lobetec de la Sociedad Española de Desarrollos Químicos fueron los que tienen una vida útil mayor (328,58 días). Estos últimos también han sido los que han actuado de manera más diferente en las dos localizaciones ya que en Requena su vida útil se amplía unos 50 días. A diferencia de los Isonet L y los Quant Lb PRO (20 días de diferencia en ambos casos).

Curva de vuelo Fontanars

En la curva de vuelo elaborada a partir de las capturas de adultos en Fontanars, durante el tiempo en el que se ha llevado a cabo el ensayo, se observan los tres picos característicos de esta especie: un primer pico pequeño correspondiente a la primera generación procedente de las pupas que han hibernado, un segundo pico mucho más grande y que corresponde con la generación que suele producir más daños ya que coincide con el crecimiento y maduración del fruto y una última generación menos numerosa. La primera generación empezó a principios de mayo completando su desarrollo a mediados de junio. En el caso de la segunda generación, mucho más intensa que la primera, el pico se alcanzó a mediados de julio dando paso a la tercera generación registrada a partir de la primera semana de agosto prolongándose hasta el inicio de septiembre.

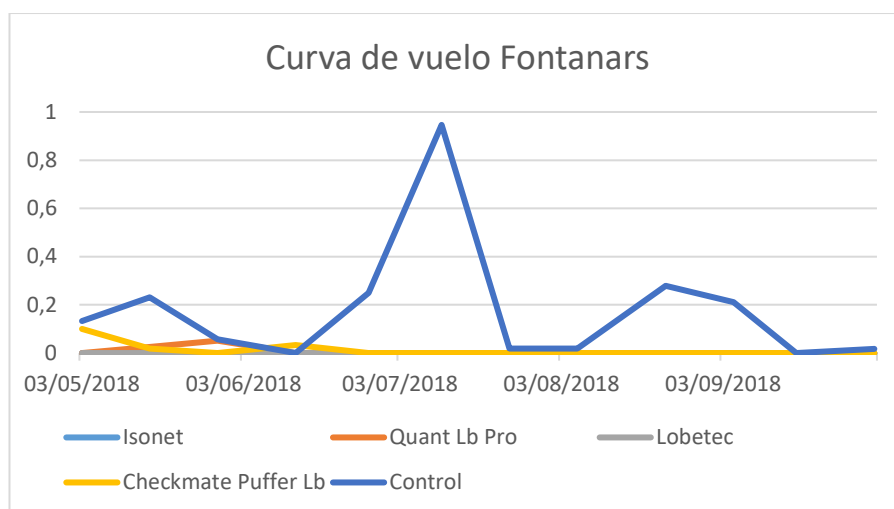


Figura 9.130. Curva de vuelo de *Lobesia botrana* en Fontanars dels Alforins (capturas/trampa·día).

Como puede observarse los cuatro tratamientos han tenido éxito ya que han conseguido disminuir la población al mínimo. Durante el primer mes se observaron unas pocas capturas tanto en los aerosoles como en la parcela en la que se trató con Quant Lb Pro pero se deduce que el motivo es la estabilización de la feromona en el aire.

Curva de vuelo Requena

En el caso de Requena los picos del vuelo de los adultos son más difíciles de apreciar. El primer vuelo se inicia a inicios de mayo alcanzando su máximo a mediados de ese mismo mes, el final del mismo se sitúa a inicios del mes de junio. El vuelo de la segunda generación, muy poco intenso, empieza a principios de julio y su máximo se observa el 25 de ese mismo mes. El tercer vuelo, y más numeroso en este caso, empieza a finales de agosto alcanzando su máximo en la primera semana de septiembre.

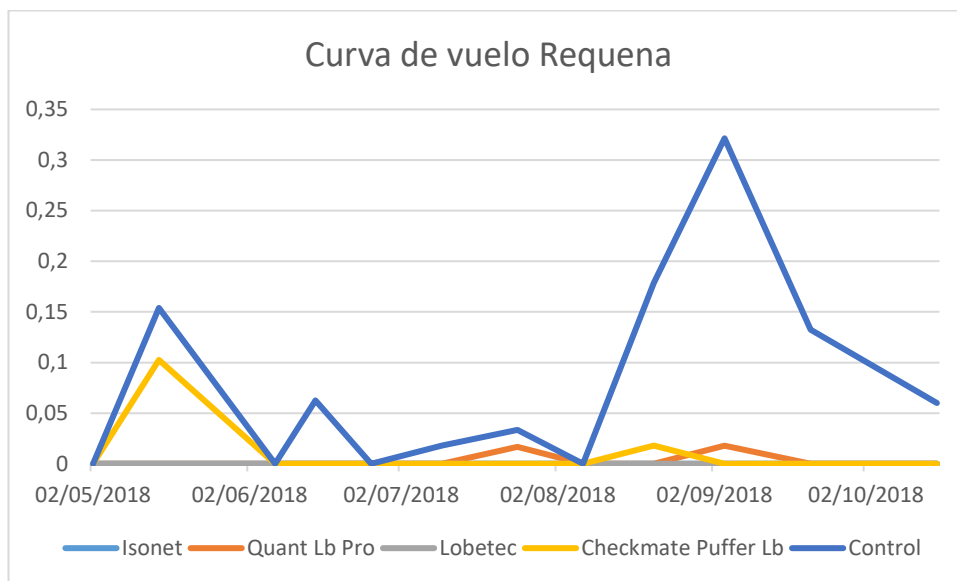


Figura 9.131. Curva de vuelo de *Lobesia botrana* en Venta del Moro, Requena (capturas/trampa·día).

Igual que ocurre en Fontanars, se puede constatar el éxito de los tratamientos, aunque como en el caso anterior pueden observarse algunas pocas capturas en el caso de los aerosoles como en la parcela con Quant Lb Pro.

Hay que puntualizar que, en Requena, el hecho de tener las parcelas en una zona que conforma una gran zona de confusión sexual puede afectar a la claridad de la zona

utilizada como control. Este sería el motivo por el que las capturas han sido menores que en Fontanars.

Las prospecciones de daño se realizaron en tres fechas diferentes tras cada uno de los picos de vuelo. Tanto en Fontanars como en Requena se realizó la prospección mediante análisis visual anotando el número de racimos en los que se observaba una forma larvaria o un nido de tela. En el caso de la última prospección es importante comentar que, debido a un pedrisco próximo a la fecha de la misma, había una cantidad considerable de racimos afectados por Botrytis, complicando de manera considerable la localización de larvas y nidos.

Prospecciones Fontanars

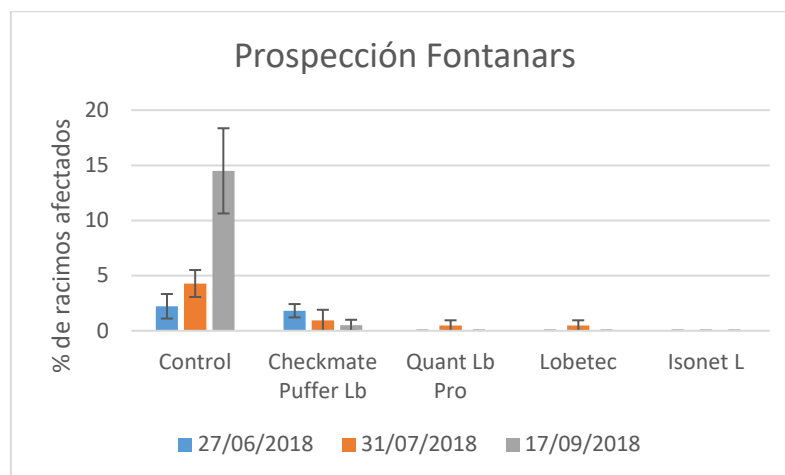


Figura 132.9. Resultados de las prospecciones realizadas en Fontanars dels Alforins (% de racimos afectados).

Como puede observarse el daño producido en la zona de control aumenta con las sucesivas generaciones. La segunda generación, la más dañina, produjo daños en las parcelas tratadas con los aerosoles con los emisores Quant Lb Pro y los emisores Lobetec.

No se observó daño en la parcela tratada con los emisores Isonet L en ninguna de las tres prospecciones realizadas.

Prospecciones Requena

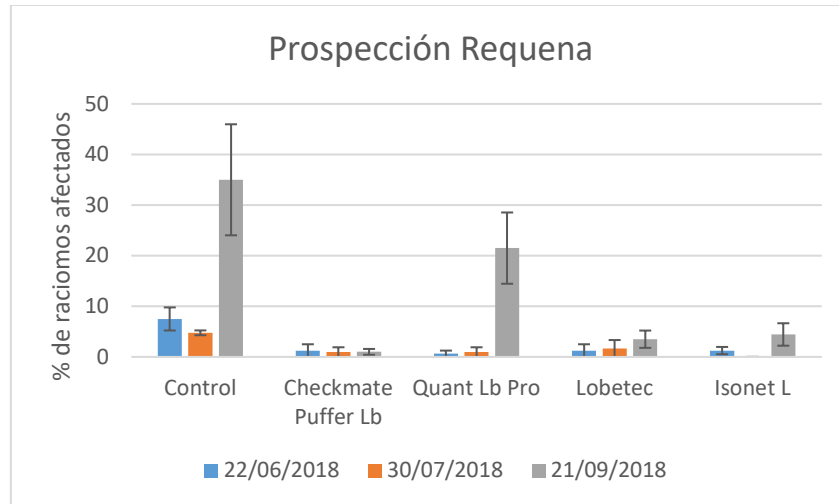


Figura 9.133. Resultados de las prospecciones realizadas en Requena (% de racimos afectados).

Como puede observarse el porcentaje de racimos afectados fue mucho más elevado sobre todo en la tercera prospección (correspondiente al daño causado por la tercera generación). Y, en este caso se vio claramente el efecto de la plaga en la parcela tratada con los emisores Quant Lb Pro con más del 20% de los racimos afectados.

Cuantificación de feromona en aire

Durante la realización de este experimento se han realizado captaciones en el aire con un captador de alto volumen modelo CAV-A/Mb (MCV, España) automático con control másico de caudal con el objetivo de poder comprobar la cantidad de feromona en aire en las parcelas con los emisores de Isonet L y las parcelas con los aerosoles Checkmate Puffer Lb. La elección de estos dos tratamientos fue motivado en el caso de los emisores Isonet L por el conocimiento a partir de otras experiencias de su comportamiento (abarca de manera correcta el ciclo de cultivo con una emisión lineal y

constante) y en el caso de los aerosoles por la diferencia en cuanto a mecanismo respecto a los emisores.

Las muestras obtenidas corresponden a tres épocas diferentes:

- Establecimiento de la confusión sexual: Finales de mayo y principios de junio.
- Punto de vuelo máximo de segunda generación: Finales de junio y principios de agosto.
- Finalización del ciclo de cultivo: Finales de septiembre.

La duración de la toma de muestra es de 48 horas tomando las mismas a un caudal de 15m³/h. Las muestras posteriormente se extraen utilizando un disolvente para realizar la cuantificación de la feromona.

Actualmente se están realizando las extracciones de las muestras tomadas y no se dispondrá de resultados hasta final de diciembre de 2018. Estos resultados se expondrán en las jornadas a celebrar a comienzos de 2019.

9.3 Conclusiones

Tomando como referencia las prospecciones realizadas podríamos afirmar que todos los emisores de todas las casas comerciales ensayadas han reducido significativamente el daño por *Lobesia botrana*, aunque las parcelas tratadas con los emisores Quant Lb PRO y los aerosoles Checkmate Puffer Lb presentan niveles de daño ligeramente superiores a los Isonet y Lobetec.

En cuanto a las cinéticas de los emisores es destacable que el emisor Quant Lb PRO tiene una vida útil muy justa para la duración del ciclo de la polilla en la CV, por lo que su uso debería cuestionarse en las variedades de vid más tardías.

En el caso contrario encontramos los emisores Isonet L y Lobetec. Los primeros contienen una cantidad de feromona inicial menor y consiguen emitir hasta el final del ciclo de cultivo aprovechando mejor su carga mientras que los emisores Lobetec se quedan bastante cargados al final del cultivo desperdiciando una cantidad no despreciable

de feromona. De esta manera podría decirse que los emisores Lobetec podrían optimizarse reduciendo la carga de feromona inicial.

El hecho de que los emisores Lobetec emitan menos cantidad de feromona diaria podría significar que con una menor cantidad de feromona en el aire podría conseguirse el efecto de la confusión sexual. Por ese motivo, podrían resultar interesantes experimentos encaminados a dilucidar la cantidad de feromona necesaria para conseguir el efecto de la confusión sexual para comprobar que puede utilizarse menos feromona reduciendo el coste de la técnica. La cuantificación de feromona en aire también ayudaría a la consecución de este objetivo.

Con los resultados obtenidos la Conselleria de Agricultura podría realizar unas recomendaciones de uso de los productos que hay actualmente en el mercado según la época de recolección, localización geográfica y sensibilidad de las variedades.