



Efectos de las bandas floridas, como infraestructuras ecológicas, en el cultivo de calabaza al aire libre

Trabajo Fin de Máster
Máster en Agrobiología Ambiental
Curso 2016-2017

Autor: **Elizabeth Redin Losarcos**

Director: Julio Muro Erreguerena

Codirector: Natividad Luqui Muñoz

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Julio Muro que haya aceptado ser el tutor de mi trabajo final de máster y darme la oportunidad de realizar este estudio en GELAGRI IBERICA S.L.. Gracias por preocuparte y realizar las correcciones en tu tiempo de vacaciones, entregándolas rápidamente.

A Nati, muchas gracias por haberme enseñado tanto e introducirme más a fondo en el mundo de las bandas floridas, el cual me ha encantado. Gracias por estar pendiente de mí y atenderme en cualquier momento, y al igual que Julio, por realizar las rápidas correcciones en tu tiempo libre. Muchas gracias por los ánimos que me has dado durante este tiempo y por guiarme tan bien.

A GELAGRI IBERICA S.L., por haber aceptado que realizase este trabajo junto a ellos y permitir que conociese más de cerca todos estos ámbitos.

A mis padres, ya que gracias a ellos he llegado hasta aquí. Por sus constantes ánimos, consejos y apoyo durante este tiempo, por creer en mí en todo momento. Gracias a ellos ha sido más fácil.

A mi prima, porque gracias a sus consejos he logrado realizar de mejor manera muchas de las cosas, tanto de este trabajo, como de mi trayecto hasta aquí. Gracias por preocuparte siempre por mí.

A mis amigas, por apoyarme y animarme constantemente durante estos meses, por visitarme y quitarme el agobio que tanto me caracteriza. Especialmente a Leyre, por animarme y preocuparse todos los días y por aguantar todos los rollos de los que le hablaba sin rechistar.

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
2.1	Características del cultivo de calabaza.....	2
2.2	Principales plagas que afectan a la calabaza.....	4
2.2.1.	Escarabajo rayado del pepino y escarabajo moteado del pepino	4
2.2.2.	Barrenador de la vid de la calabaza	5
2.2.3.	Pulgones	6
2.2.4.	Mosca blanca.....	9
2.2.5.	<i>Autographa gamma</i>	10
2.2.6.	<i>Spodoptera exigua</i>	11
2.2.7.	<i>Helicoverpa armigera</i>	12
2.3	Principales enfermedades que afectan a la calabaza	13
2.3.1.	<i>Didymella bryoniae</i>	13
2.3.2.	Oidio	14
2.4	Bandas floridas	15
2.5	Principales especies de fauna auxiliar que aparecen en los cultivos	16
2.5.1.	Insectos depredadores.....	17
2.5.2.	Insectos Parásitos	43
3.	OBJETIVOS.....	48
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	49
4.1.	Material	49
4.1.1.	Bandas floridas	50
4.1.2.	Trampas funnel	56
4.1.3.	Abejorros	56
4.2.	Métodos	57
4.2.1.	Localización y ubicación de las parcelas.....	57
4.2.2.	Características edafoclimáticas	58
4.3.	Condiciones edafológicas	59
4.3.1.	Diseño experimental del ensayo	59
4.3.2.	Manejo de las parcelas de experimentación	63
4.3.3.	Variables medidas en el ensayo	63
4.3.4.	Análisis estadístico de los datos	64
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65

5.1.	Bandas floridas	65
5.2.	Monitoreo de trampas funnel para los tres ensayos	67
5.3.	Evolución de los insectos plaga y de la fauna auxiliar en el cultivo de calabaza	70
5.4.	Dinámica de los insectos plaga y de la fauna auxiliar en los tres ensayos.....	84
5.5.	Rendimientos esperados por ensayo	86
6.	CONCLUSIONES	88
7.	BIBLIOGRAFÍA	89
8.	ANEXOS	95

RESUMEN

Las bandas floridas, o también llamadas infraestructuras ecológicas, son una de las técnicas agrícolas, en combinación con otras, que la empresa GELAGRI IBÉRICA utiliza como medida preventiva para mantener controladas las poblaciones de insectos plaga por debajo del umbral económico de daños (UED).

Los objetivos de este estudio, llevado a cabo en parcelas de producción reales de GELAGRI IBÉRICA en colaboración con el Departamento de Producción Agraria de la Universidad Pública de Navarra, consisten en: 1) Seleccionar y combinar las especies vegetales más adecuadas para dar lugar a infraestructuras ecológicas óptimas y favorecer la presencia de fauna auxiliar en las parcelas, 2) Monitorear los insectos plaga y fauna auxiliar existentes en las parcelas, 3) Estudiar la dinámica de los mismos dentro de cada parcela y 4) Comparar los rendimientos de las tres parcelas para verificar la eficacia de los insectos polinizadores.

La selección de las especies vegetales, que dan lugar a las bandas floridas, está basada en un estudio bibliográfico previo en el que diversas características hacen factible su combinación. Así por ejemplo, el color de los pétalos, el polen, la altura de las plantas o el olor son factores que pueden servir de atrayente o repelente a insectos plaga, fauna auxiliar y a los insectos polinizadores. Con dicho propósito se llevó a cabo un ensayo con tres tratamientos en parcelas de calabaza ubicadas en Villafranca (Navarra). Cada tratamiento se desarrolla en una parcela independiente pero próxima a las otras dos. Una de las parcelas, además del cultivo de calabaza, contiene bandas floridas; una segunda parcela de calabazas contiene bandas floridas y colmenas de abejorros, y por último, se cultivó la parcela control o testigo, con el cultivo de calabaza únicamente. Estos resultados proporcionarían información básica para continuar progresando en el desarrollo de las bandas floridas en las zonas improductivas de las parcelas y favorecer así el binomio agricultura y medio ambiente y entenderlos como un único medio en el que, de forma medida y controlada por técnicos especialistas, permite que la diversidad biológica de la naturaleza juegue un papel importante en el equilibrio del medio evitando así la aplicación de pesticidas.

PALABRAS CLAVE: Bandas floridas, fauna auxiliar, control biológico de plagas, agricultura integrada, infraestructuras ecológicas.

ABSTRACT

Flowerly bands, or also called ecological infrastructures, are one of the agricultural techniques, in combination with others, that the company GELAGRI IBÉRICA uses as a preventive measure to keep controlled populations of insect pests below the economic threshold of damages (ETD).

The objectives of this study, carried out in real production parcels of GELAGRI IBÉRICA in collaboration with the Department of Agricultural Production of the Universidad Pública de Navarra, consist of: 1) Selecting and combining the most suitable plant species to give rise to infrastructures (2) Monitor the insect pest and auxiliary fauna in the parcels, (3) Study the dynamics of the parcels within each parcels and (4) Compare the yields of the three parcels to verify the effectiveness of pollinating insects.

The selection of plant species, which give rise to flowering bands, is based on a previous bibliographic study in which several characteristics make feasible their combination. For example, the color of petals, pollen, plant height or odor are factors that can serve as attractant or repellent insect pest, auxiliary fauna and pollinating insects. For this purpose, a trial was carried out with three treatments in pumpkin plots parcels in Villafranca (Navarra). Each treatment is carried out on an independent parcel but close to the other two. One of the parcels, besides the pumpkin crop, contains flowering bands; a second parcel of pumpkins contains flowering bands and beehive hives, and finally, the control or control parcel was cultivated with pumpkin culture alone. These results will provide basic information to continue progressing in the development of flowering bands in the unproductive areas of the parcels and thus favor the binomial agriculture and environment and understand them as a single medium in which, measured and controlled by technical experts, allows the biological diversity of nature to play an important role in the balance of the environment thus avoiding the application of pesticides.

KEYWORDS: Flowering bands, auxiliary fauna, biological pest control, integrated agriculture, ecological infrastructures.

1. ANTECEDENTES

Durante muchos años el control de plagas y enfermedades en los cultivos se ha basado principalmente en el empleo de fitosanitarios (Biurrun *et al.*, 2016). El uso continuado y abusivo de estos productos químicos ha generado la aparición de problemas medioambientales causados por la acumulación de residuos tóxicos; además ha provocado la aparición de poblaciones de insectos plaga resistentes a dichas sustancias químicas y ha contribuido a la destrucción de los insectos beneficiosos para los cultivos.

Actualmente la agricultura ecológica es el único sistema de producción certificado capaz de ofrecer productos libres de residuos químicos, ya que suprime el uso de productos fitosanitarios de síntesis en sus prácticas agrícolas. Sin embargo, este sistema de producción es muy complicado de llevar a cabo a nivel industrial ya que las pérdidas provocadas por enfermedades y plagas aumentan mucho el coste de producción (Fernández, 2014). Posiblemente esta sea la causa por la que, según CPAEN (Consejo Regulador de producción agrícola en ecológico en Navarra), desde el año 2009 hasta el 2016, en Navarra, no se ha visto incrementada la superficie de producción ecológica destinada a hortalizas, en concreto el cultivo que a este trabajo concierne, la calabaza.

Una herramienta útil para reducir las poblaciones plaga es la fauna auxiliar, que constituye un conjunto de organismos beneficiosos para los cultivos; puesto que sirven como control biológico de plagas, ayudan a la polinización del cultivo y/o mantienen la salud del suelo (Biurrun *et al.*, 2016).

Por otro lado, en los últimos años la desaparición de abejas y otros insectos polinizadores se ha convertido en un fenómeno mundial que está repercutiendo sobre la productividad de cultivos de fruto (Valdés, 2013), como es el caso de la calabaza. Para evitar una disminución de las flores polinizadas, se pueden introducir en los cultivos colmenas de abejorros que consiguen una mayor cantidad y calidad de frutos (Biobest, 2017). Una de las posibles causas de esta desaparición de polinizadores es el uso de ciertos tipos de pesticidas, que podrían provocar intoxicaciones en ellos, así como causar efectos subletales que alteran su comportamiento habitual y su capacidad de detoxificación (Valdés, 2013).

Una manera de fomentar la presencia de organismos auxiliares, que generalmente se trata de insectos, es la implantación de bandas floridas. Las bandas floridas, o también llamadas infraestructuras ecológicas, están constituidas por una mezcla de especies vegetales que resultan más atractivas para los insectos, tanto plaga como auxiliares, por lo que aumenta su presencia en ellas (Biurrun *et al.*, 2016).

Además de lo anterior descrito, no conviene olvidar que en los últimos seis años las materias activas registradas en el MAPAMA, para los cultivos de España, se han visto reducidas en más de un 40%; que las tendencias actuales en los hábitos de los consumidores están cambiando, encaminadas al consumo de productos más sanos y naturales en combinación con el ejercicio físico y que la preocupación social por el medio ambiente va aumentando constantemente; por todo ello, surge la necesidad de encontrar alternativas al uso exclusivo de sustancias químicas de síntesis para el control de las plagas en los cultivos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Características del cultivo de calabaza

La calabaza (*Cucurbita moschata*) es una especie anual perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. El género *Cucurbita* es nativo del continente americano e incluye cerca de 27 especies, de las cuales se han domesticado cinco (*Cucurbita máxima*, *C. moschata*, *C. pepo*, *C. argyrosperma* y *C. ficifolia*) que son cultivadas principalmente para el consumo de sus frutos, además de sus semillas, hojas y flores (Della, 2013). En concreto, *Cucurbita moschata* es originaria del sur de Méjico, Guatemala y Panamá en América Central y se extiende hasta Colombia y Venezuela (Della, 2013).

En cuanto a su morfología, *Cucurbita moschata* presenta un sistema radical caracterizado por poseer una raíz pivotante gruesa de la que emergen ramificaciones muy expansivas (Della, 2013). Por otro lado, también desarrolla raíces adventicias en los nudos de los tallos que presentan innumerables ramificaciones aumentando así el sistema radical (Della, 2013). Sus tallos, que presentan una rama principal y varias ramas laterales muy gruesas, son postrados y trepadores y poseen zarcillos, los cuales tienen la función de amarrar la planta a algún objeto que le sirva de soporte (Della, 2013; Fornaris, 2012). Las hojas son grandes, aproximadamente de 21 cm de anchura en su madurez, cordiformes, pecioladas y 5 lobadas (figura 1) (Della, 2013). Presenta pilosidades y manchas blanquecinas en la unión de las nervaduras debidas a la presencia de una delgada capa de aire debajo de la epidermis (Della, 2013). *C. moschata* es una especie monoica con grandes flores amarillas que se abren al amanecer o en las primeras horas de la mañana (Della, 2013). Poseen una corola acampanada con cinco sépalos formada por cinco pétalos que miden de 6 a 15 cm de largo y de 8 a 16 de ancho (Della, 2013). Presenta flores estaminadas (flores masculinas) con tres estambres y pistiladas (femeninas) de ovario ínfero (figura 1). El polen debe ser trasladado desde las flores estaminadas hacia las pistiladas para permitir la fecundación y el cuajado del fruto, acción que es realizada por abejas y otros insectos polinizadores, los cuales son atraídos por el polen y néctar de éstas flores (Della, 2013).



Figura 1. Partes de la especie *Cucurbita moschata*: a la izquierda una hoja, en el centro una flor pistilada y a la derecha una estaminada.

Cucurbita moschata presenta frutos con morfología variable, unos poseen cuellos alargados y encorvados, mientras otros son más ovales y esféricos (figura 2) (Della, 2013). Además, la superficie puede ser lisa, verrugosa o estar cubierta de espinas u otros tipos de

formaciones, y puede ser blanca, verde, amarilla, roja o con manchas irregulares o dispuestas en bandas (Della, 2013).



Figura 2. Fruto de *Cucurbita moschata* (Chernilevsky, 2012)

Este fruto tiene un alto valor nutritivo en fibra, potasio, vitamina C, tiamina, folato y β -caroteno, el cual puede convertirse en vitamina A (FEN (Fundación española de la nutrición), 2017; Della, 2013). Debido a estos componentes, la ingesta de la calabaza tiene beneficios para salud, como reducir la severidad de enfermedades que presentan inflamación, entre otras, debido a su efecto antioxidante y desinflamatorio (Della, 2013; FEN, 2017).

Se trata de un alimento con muy bajo valor calórico y contenido en grasas en virtud al elevado contenido hídrico que posee, por lo que es un alimento recomendado en dietas de pérdida de peso (FEN, 2017; Della, 2013).

En cuanto a las características agronómicas, los suelos más aptos para el cultivo de calabaza son los franco arenosos, aireados y profundos (profundidad mínima efectiva de 0.5 m) con un pH no inferior a 5.5, aunque también pueden obtenerse buenos cultivos en suelos pesados y arenosos si están bien provistos de materia orgánica y fertilizados convenientemente (Della, 2013; Hernández 2015). Por otro lado, los suelos arcillosos y poco permeables generalmente dificultan el desarrollo del sistema radical y favorecen el desarrollo de enfermedades micóticas y bacterianas y los arenosos poseen baja capacidad de retención de agua y poca fertilidad (Della, 2013). La calabaza es una especie medianamente resistente a la salinidad, pero muy sensible a los suelos sódicos (Della, 2013).

Al tratarse de un cultivo de regadío, la precipitación pasa a un segundo plano, ya que las necesidades hídricas del cultivo van a estar cubiertas en todo momento, pero por otro lado, la cantidad de riegos depende de los registros pluviométricos de la zona productora (Della, 2013). La mayor necesidad de irrigación de la calabaza se produce durante la floración y el engrosamiento de los frutos, siendo necesario abastecerla para poder obtener un mayor rendimiento y calidad de los frutos (Della, 2013). En todo momento debe evitarse el exceso de agua, ya que ocasiona pudriciones poscosecha (Della, 2013).

Las temperatura óptima para un buen crecimiento de plantas de calabaza y una mejor calidad del fruto es la comprendida entre 18.3°C y 23.8°C, siendo 10°C y 32.2°C las temperaturas mínima y máxima para un buen crecimiento (Fornaris, 2012). La calabaza es una

hortaliza que no tolera las bajas temperaturas, por lo que las temperaturas inferiores a 10°C provocan el detenimiento de la actividad vegetativa, ocasionando además lesiones en la planta y en el fruto (Fornaris, 2012). Por otro lado, el cultivo de la calabaza debe estar preferiblemente expuesto a pleno sol ya que requiere una alta intensidad lumínica (Fornaris, 2012).

2.2 Principales plagas que afectan a la calabaza

Las plagas que presentan mayor incidencia sobre el cultivo de calabaza en la zona geográfica de estudio (Valle del Ebro) pertenecen al orden Lepidóptera, familia Noctuidae (*Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera exigua*) y familia Sesiidae (*Melittia cucurbitae*), orden Coleoptera y familia Chrysomelidae (*Acalymma vittatum* y *Diabrotica undecimpunctata*), el barrenador de la vid de la calabaza (*Melittia cucurbitae*), orden Hemiptera, familia Aphididae (pulgones: *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis craccivora* y *Aphis fabae*), y familia Aleyrodidae (mosca blanca: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*). Estos insectos muestran cada vez más resistencias a los tratamientos fitosanitarios químicos, por lo que es necesario buscar nuevas alternativas para la lucha contra estos fitófagos (Coscolla, 2006).

2.2.1. Escarabajo rayado del pepino y escarabajo moteado del pepino



Figura 3. A la izquierda el escarabajo moteado del pepino y el escarabajo rayado del pepino. A la derecha los daños provocados en una hoja de calabaza (Seeblood, 2015)

El escarabajo rayado del pepino (*Acalymma vittatum*) y el escarabajo moteado del pepino (*Diabrotica undecimpunctata*) (figura 3) son las plagas de insectos más comunes de todos los cultivos de cucurbitáceas (Seeblood *et al.*, 2015).

En estado adulto, ambos poseen el cuerpo amarillo-verdoso, pero el escarabajo moteado del pepino posee 12 manchas negras en su cuerpo, mientras que el escarabajo rayado tiene 3 bandas negras en sus alas (Seeblood *et al.*, 2015). Estos coleópteros plaga se sienten muy atraídos por las cucurbitáceas y pueden causar daños significativos en estado adulto a flores, plantas viejas y plántulas jóvenes, ya que los escarabajos se alimentan de cotiledones recién emergidos y tallos, transitan por debajo del nivel del suelo y se alimentan de las plantas a medida que emergen, y en estado adulto y larvario a los frutos,

pudiendo servir como rutas de entrada para patógenos fúngicos (Seeblood *et al.*, 2015; Ellers-Kirk y Fleischer; 2006; Day, 2008).

En la figura 4 se puede observar el ciclo biológico de estos dos escarabajos.

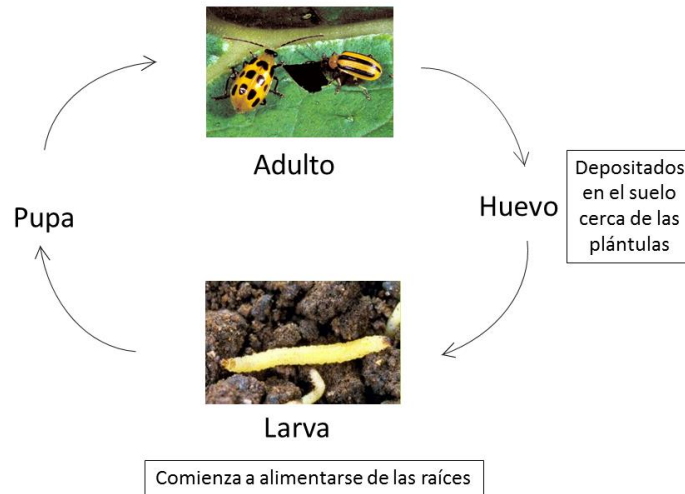


Figura 4. Ciclo biológico del escarabajo moteado del pepino y escarabajo rayado del pepino. (Day, 2008; Ellers-Kirk y Fleischer; 2006, Seeblood *et al.*, 2015).

2.2.2. Barrenador de la vid de la calabaza



Figura 5. Polilla del barrenador de la calabaza (izquierda) y larva haciendo un túnel en el tallo de una cucurbitácea (derecha) (Seeblood, 2015).

El barrenador de la vid de la calabaza (*Melittia cucurbitae*) es una plaga diurna que afecta a las cucurbitáceas (figura 5). Sus adultos son polillas grandes de color gris oscuro con patas traseras rojas con pilosidades, alas frontales opacas y alas traseras transparentes con venas oscuras (Seeblood *et al.*, 2015). Las larvas son de color crema de entre 25 y 38 mm de largo, las pupas, que se recubren de capullos de seda, son de color marrón caoba con un tamaño de 14 mm de longitud y los huevos son de color rojo oscuro a rojizos, ovoides, un poco aplanados y de aproximadamente 1 mm de longitud y 0.85 mm de ancho (Seeblood *et al.*, 2015; Kariuki y Gillett-Kaufman, 2017).

A continuación (figura 6) se expone el ciclo biológico de *Melittia cucurbitae*.

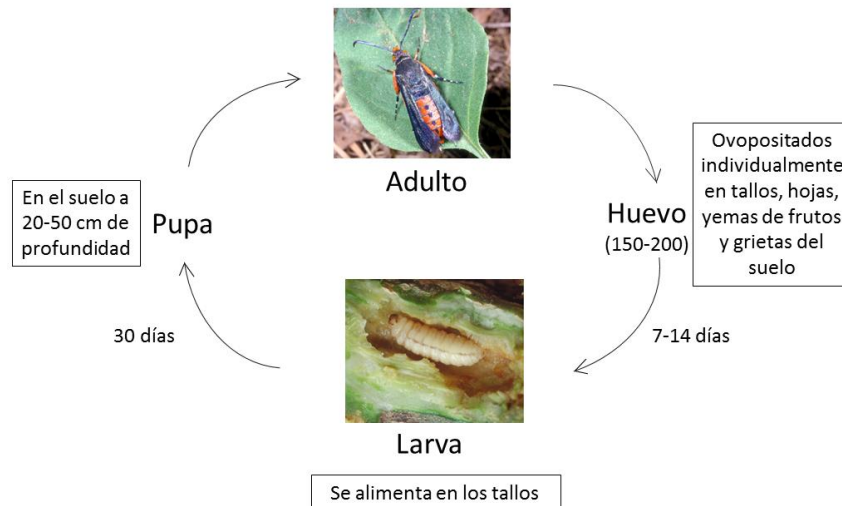


Figura 6. Ciclo biológico de *Melittia cucurbitae* (Seeblood *et al.*, 2015; Kariuki y Gillett-Kaufman, 2017).

2.2.3. Pulgones

Los pulgones son otra de las plagas que afectan a la calabaza, las cuales están causadas por varias especies: *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis craccivora* y *Aphis fabae*.

- *Aphis gossypii*



Figura 7. Hembras de *Aphis gossypii* a la izquierda y ninfas de esta especie a la derecha (Della, 2013).

Aphis gossypii (figura 7) de un tamaño de entre 1.5 a 2mm de largo, ovals y de color verde amarillento o amarillento-verde oscuro, azulado a casi negro, que pueden reproducirse partenogénicamente (Della, 2013).

Las formas juveniles son las ninfas, que pasan por cuatro estadios ninfales antes de llegar a adulto (Della, 2013). En las plantas de calabazas se encuentran en las hojas y tallos jóvenes, formando colonias en las que cohabitan los adultos con las formas juveniles (Della, 2013).

- ***Myzus persicae***



Figura 8. Individuos de *Myzus persicae* (Della, 2013).

Myzus persicae (figura 8) presenta adultos ápteros y alados, con un tamaño que varía entre 1,2 a 2,3 mm de longitud (Della, 2013). Generalmente el color de las hembras aladas es verdoso, con la cabeza y el tórax negro, y tienen una mancha abdominal oscura notable (Della, 2013). También pasan por cuatro estadios ninfales y puede reproducirse por partenogénesis (Della, 2013).

- ***Macrosiphum euphorbiae***



Figura 9. Individuos de la especie *Macrosiphum euphorbiae* (Della, 2013).

Macrosiphum euphorbiae (figura 9) presenta hembras adultas ápteras de color verde amarillento con antenas y pueden reproducirse partenogenéticamente (Della, 2013). Las patas, y antenas son de color levemente más oscuros que el color del cuerpo (Della, 2013). Las ninfas pasan por cuatro estadios antes de llegar al de adulto (Della, 2013). En calabaza se encuentra en las hojas y tallos jóvenes formando colonias compuestas por los adultos y las formas juveniles (Della, 2013).

- ***Aphis craccivora***



Figura 10. Individuo de *Aphis craccivora* (Jensen, 2011).

Aphis craccivora (figura 10) posee un cuerpo que puede ser de forma globosa a piriforme, con un tamaño en las hembras de 1,4 a 2,0 mm (Della, 2013). El color general de los individuos es de negro a negro verdoso muy brillantes, debido a una placa discal muy desarrollada, y están cubiertos por una cerosidad blancoazulada pulverulenta (Della, 2013). En cuanto a su ubicación, las colonias jóvenes se ubican en los puntos de crecimiento o brotes terminales de las plantas huéspedes y sobre ambas caras de la hoja (Della, 2013).

- ***Aphis fabae***



Figura 11. Individuos de *Aphis fabae* (Della, 2013).

Aphis fabae (figura 11) presenta hembras vivíparas aladas de 2 mm de largo de color verde oscuro y con patas blancas con el ápice negro (Della, 2013). Las hembras ápteras poseen el cuerpo de color negro y patas pardo claro en la mitad anterior y pardo oscuro en la mitad superior (Della, 2013).

2.2.4. Mosca blanca



Figura 12. Individuos de *Trialeurodes vaporariorum* a la izquierda y de *Bemisia tabaci* a la derecha (Della, 2013).

Las especies de mosca blanca que atacan a las cucurbitáceas son *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (figura 12) (Della, 2013). Estos hemípteros son de un tamaño de 1 a 2mm, con antenas cortas y alas membranosas dispuestas como techo a dos aguas (Della, 2013). Poseen metamorfosis intermedia y reproducción sexual, aunque en algunos casos se da la partenogénesis (Della, 2013). Las hembras de *Trialeurodes vaporariorum* realizan las puestas de huevos levemente pedunculados en el envés de las hojas formando círculos (Della, 2013).

En la figura 13 se expone el ciclo biológico de la mosca blanca.

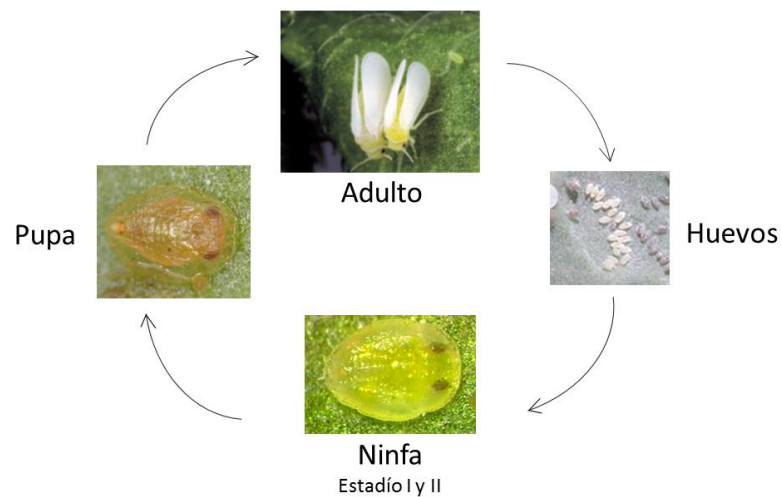


Figura 13. Ciclo biológico de la mosca blanca (Della, 2013).

2.2.5. *Autographa gamma*



Figura 14. A la izquierda un individuo adulto de *Autographa gamma* (Maňák, 2013); a la derecha una larva de esta especie (Süpfle, 2014).

Autographa gamma (figura 14) es un lepidóptero noctuido polífago (INTIA, 2017). En su estado adulto presenta alas anteriores de color parduzco, ennegrecidas en el centro donde aparece una mancha blanca que recuerda a la letra griega gamma (INTIA, 2017). Las hembras adultas depositan los huevos, blanco-grisáceos y aplanados de 0.6-0.7 mm de diámetro, que posteriormente darán orugas de color verde claro y cabeza pequeña amarillo-parduzca, con 6 líneas blanquecinas en el dorso y una banda amarillenta a cada lado (INTIA, 2017). El tercio anterior del cuerpo de la oruga va estrechándose progresivamente y sólo dispone de tres pares de falsas patas: un par terminal y dos ventrales (INTIA, 2017). El tamaño medio de la oruga es de 35-40mm de longitud (INTIA, 2017).

El ciclo biológico de *A. gamma* se observa en la figura 15.

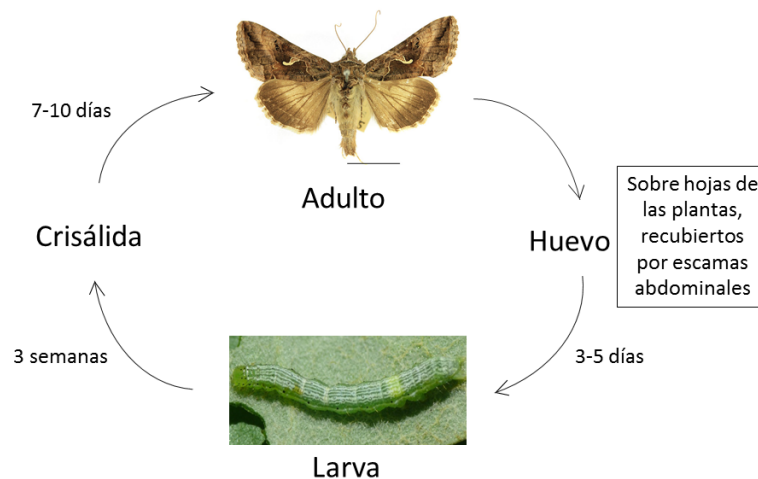


Figura 15. Ciclo biológico de *Autographa gamma* (INTIA, 2017).

2.2.6. *Spodoptera exigua*



Figura 16. Individuo adulto de *Spodoptera exigua* a la izquierda (Dumi, 2011) y estadio larvario a la derecha (Marquina, 2014).

Spodoptera exigua (figura 16) es una plaga polífaga y migratoria de hábitos nocturnos (INTIA, 2017).

Larvas de estadios más jóvenes consumen la epidermis de las hojas, quedando a veces solo el nervio central de la hoja, en cambio, cuando son mayores, migran a la parte más alta de la planta y se alimentan de las partes más tiernas (INTIA, 2017). En estado adulto tiene alas anteriores de color marrón terroso a gris que poseen dos manchas, circular y renal de colores anaranjados, y alas posteriores blancas con nervaduras más oscuras y borde de color marrón negruzco (INTIA; 2017). Presenta tres generaciones anuales, siendo en verano cuando alcanza las poblaciones máximas (INTIA, 2017). En invierno invernán en forma de crisálida en el suelo, los adultos aparecen en primavera y depositan huevos de color blanco con forma de una cúpula y escamas verticales (INTIA, 2017). La coloración de las larvas varía según la alimentación o incluso de si están agrupadas, siendo generalmente verde cuando están en fase solitaria y marrón cuando lo están en fase gregaria (INTIA, 2017). Poseen tres pares de patas torácicas y cinco pseudopatas. Se distinguen de las larvas de otras especies ya que al tocarlas se enrollan (INTIA, 2017).

El ciclo biológico de esta especie se representa en la figura 17.

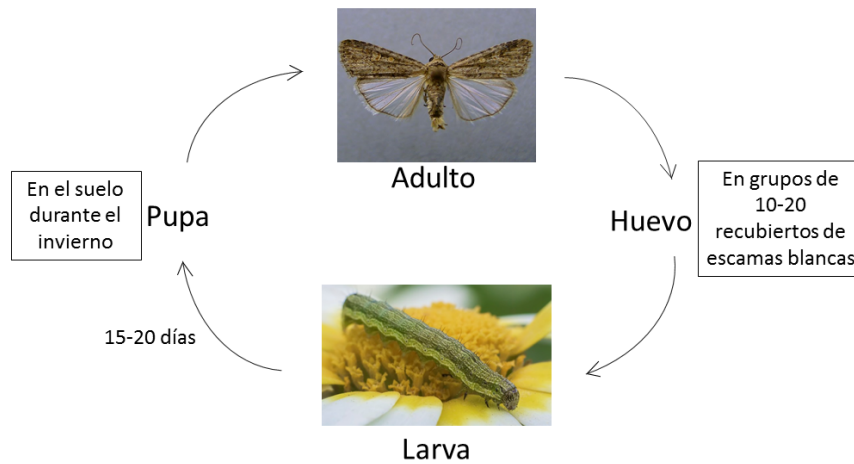


Figura 17. Ciclo biológico de *Spodoptera exigua* (INTIA, 2017).

2.2.7. *Helicoverpa armigera*



Figura 18. Estadío adulto de *Helicoverpa armigera* a la izquierda (Hectonichus, 2009) y larvario a la derecha (McClenaghan, 2009).

Helicoverpa armigera (figura 18) provoca daños en las plantas debido a la consumición de hojas, tallos, brotes, botones florales, flores y frutos en su estado larvario (INTIA, 2017; Szwarc, 2014).

Los individuos de esta especie penetran en el interior de los frutos donde se alimentan, frecuentemente migrando de un fruto a otro destruyendo varios, incluso en un mismo día (INTIA, 2017). Los adultos de esta especie son de colores variados, siendo gris verdoso el macho y pardo la hembra (INTIA, 2017). Presentan alas anteriores con dibujos negros difuminados, mientras que las alas anteriores son claras, y poseen una envergadura alar de 3.5 a 4 cm (INTIA, 2017). Generalmente poseen dos o tres generaciones al año, que van de junio a finales de septiembre o principios de octubre, presentando una mayor población en el mes de julio (INTIA, 2017). Esta especie presenta individuos muy longevos y con alta fecundidad (INTIA, 2017). Los huevos son esféricos, estriados, de color blanquecino al inicio y se oscurece al acercarse la eclosión (INTIA, 2017). Tras la incubación emerge una larva de coloración variable, amarilla o verdosa y a veces negruzca, con la cabeza de coloración parda (INTIA, 2017). Ésta posee tres pares de patas torácicas y cinco falsas patas

abdominales, además de estrías longitudinales a lo largo de todo el cuerpo (INTIA, 2017). Las larvas pueden llegar a alcanzar una longitud de 3.5 a 5 cm (INTIA, 2017).

En la figura 19 aparece el ciclo biológico de *Helicoverpa armígera*.

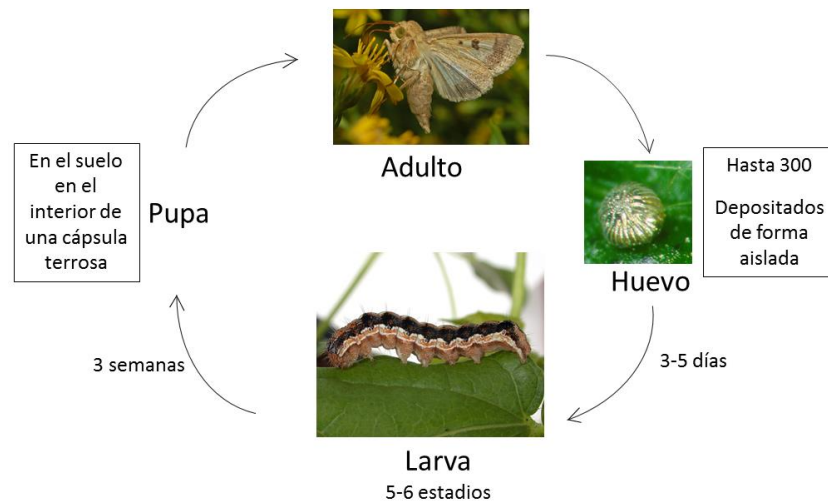


Figura 19. Ciclo biológico de *Helicoverpa armígera* (INTIA, 2017; Szwarc, 2014).

2.3 Principales enfermedades que afectan a la calabaza

Las principales enfermedades que afectan a la calabaza en esta zona de estudio están provocadas por hongos, y éstas son *Didymella bryoniae* y oidio.

2.3.1. *Didymella bryoniae*



Figura 20. Sintomatología producida por infección de *Didymella bryoniae*. Arriba a la izquierda daños producidos en hojas de pepino y a la derecha en tallos (iLandscape, 2012). Abajo daños en fruto de calabaza (Della, 2013).

Didymella brioniae es un hongo ascomiceto que puede afectar a numerosas Cucurbitáceas, como la sandía, melón, calabaza, calabacín y pepino, produciendo infecciones en plántulas, en hojas, en la base del tallo y en los frutos, siendo la principal causa de pérdidas poscosecha (Rodríguez y Rodríguez, 2002; Della, 2013). La sintomatología que desarrollan las plantas infectadas por este hongo son manchas en las hojas que se desarrollan a partir del borde del limbo y penetran al interior creciendo en círculos concéntricos hasta abarcar una amplia zona del mismo, siendo al principio de color pardo claro y posteriormente adquieren un color oscuro (imagen 20)(Rodríguez y Rodríguez, 2002; Della, 2013). Generalmente se trata de manchas bastante grandes y frecuentemente bordeadas por un halo amarillento (Rodríguez y Rodríguez, 2002). Además, en los tallos presentan manchas que suelen ser de color pardo claro tornándose luego a color oscuro, casi negro, con aspecto de podredumbre blanda o de chancro, y con secreción de exudados gomosos (figura 23) (Rodríguez y Rodríguez, 2002; Della, 2013). Este color oscuro se debe a los cuerpos fructíferos del hongo, los picnidios (reproducción asexual) y peritecas (reproducción sexual) (Rodríguez y Rodríguez, 2002). En los frutos, la podredumbre blanda suele presentarse junto con picnidios y peritecas del patógeno (Rodríguez y Rodríguez, 2002).

El micelio de este hongo sobrevive hasta dos o tres años en restos vegetales sin descomponer, siendo muy resistente a sequía y a bajas temperaturas (Della, 2013). También puede sobrevivir en semillas, tanto interna como externamente (Della, 2013). A partir del micelio se desarrollan los picnidios y los pseudotecios, dando lugar a los conidios y ascosporas respectivamente que son los inóculos para la infección a otras plantas (Della, 2013). El requisito fundamental para la liberación de las esporas es la humedad, ya que los cuerpos fructíferos deben humidificarse durante tres horas para lograrlo (Della, 2013). Las ascosporas se transportan por el viento, mientras los conidios salen del picnidio en una masa mucilaginosa y se dispersan por acción de la lluvia, corrientes de agua o por los operarios con sus herramientas o ropa (Della, 2013). El ataque directo de este hongo es posible en las plantas muy jóvenes, ya que cuando los tejidos vegetales envejecen se hacen resistentes a la penetración directa y la infección se efectúa a través de heridas (Della, 2013).

2.3.2. Oídio

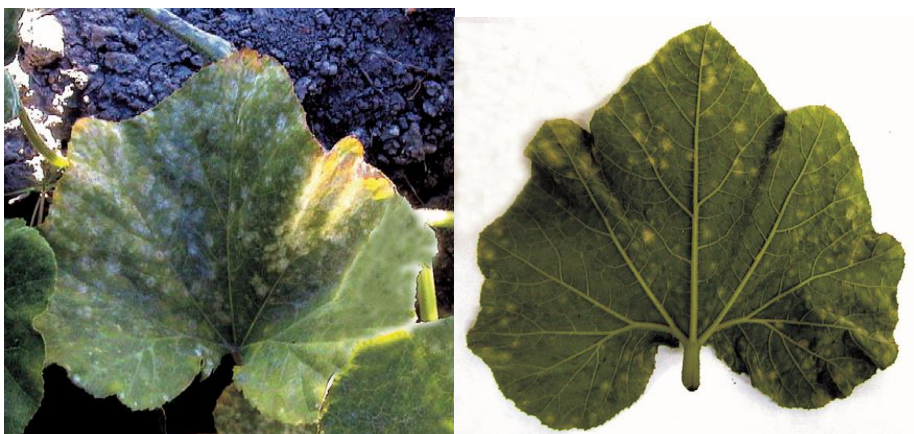


Figura 21. Oídio por *Podosphaera xanthii* en calabaza (Della, 2013).

El oídio es un hongo que causa la enfermedad más común de los cultivos de calabaza y de otras cucurbitáceas que se presenta todos los años y en casi todos los campos (Della, 2013). La sintomatología de esta enfermedad comienza con la aparición de parches blanquecinos pulverulentos en el haz y envés de las hojas, constituidos por el micelio y la esporulación asexual del hongo (figura 21), pudiendo colonizar toda la superficie de la hoja y causar finalmente la muerte (Della, 2013; Bellón-Gómez *et al.*, 2012).

A nivel mundial, al menos hay tres especies de hongos involucrados en el oídio de las cucurbitáceas: *Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii* y *Leveillula taurica* (Della, 2013).

El oídio es una típica enfermedad policíclica (Della, 2013). Es un hongo estrictamente biótrofo que tiene dos posibilidades de supervivencia: en forma pasiva, por medio de los cuerpos de reproducción sexual (casmotecios, antes “cleistotecios”) o, en forma activa, infectando a otras plantas vivas (Della, 2013).

2.4 Bandas floridas

Las bandas floridas, o también conocidas como infraestructuras ecológicas, están constituidas por la mezcla de varias especies vegetales con diversas flores diferenciadas por sus ciclos, colores, polen y algo de néctar; capaces de atraer a los insectos plaga y albergar a la fauna auxiliar.

El impacto de las bandas en el cultivo depende de la composición vegetal y de la expansión espacial y de su influencia sobre la abundancia de los enemigos naturales, reduciendo de esta manera la aplicación de fitosanitarios (Sotil, 2015).

Además de atrayente a insectos beneficiosos e infraestructura trampa para los insectos plaga, otro objetivo de las bandas floridas es la capacidad de atraer insectos polinizadores.

El funcionamiento de las bandas consiste en que los insectos plaga depositen parte de sus huevos ahí, en vez de hacerlo en el cultivo, y al encontrarse auxiliares en las bandas éstos depredarán los huevos, orugas-larvas y otros estadios inmaduros e incluso algunos adultos de los insectos plaga. Los auxiliares, más abundantes en las bandas florales, se lanzan al cultivo en busca de presas, incrementando su número en él y en sus cercanías (Biurrun *et al.*, 2014; Biurrun, 2017).

Por otro lado, el cultivo envía auxiliares a las bandas floridas para alimentarse del polen y otras partes vegetales que completan su nutrición para incrementar su fertilidad (Biurrun *et al.*, 2014; Biurrun, 2017).

2.5 Principales especies de fauna auxiliar que aparecen en los cultivos

Fauna auxiliar se denomina a organismos, generalmente invertebrados, que son útiles para combatir las plagas de los cultivos, además de aportar otros beneficios, que incluyen la polinización y el mantenimiento de la salud de los suelos (Biurrun *et al.*, 2016).

El control biológico posee ventajas ya que la fauna auxiliar, que si se implanta en el cultivo perdura, busca y localiza los refugios en los que se encuentran las plagas y no deja residuos tóxicos sobre las plantas ni contaminan (Biurrun *et al.*, 2016).

Por otro lado, también posee características desfavorables, y es que influyen las condiciones climáticas o biológicas, además de que no todas las plagas tienen fauna auxiliar eficiente desde el punto de vista económico, por lo que se utiliza fauna auxiliar polífaga que ayude al control de las plagas (Biurrun *et al.*, 2016). Además, podría verse afectado con fluctuaciones propias de las interacciones entre parasitoides y hospedadores, y los efectos de las variaciones físicas del medioambiente (Biurrun *et al.*, 2016). Por otro lado, las eficacias del control biológico son relativamente lentas en comparación con la rápida acción de los insecticidas (Biurrun *et al.*, 2016).

La fauna auxiliar se puede clasificar en dos grupos según su modo de acción: los organismos depredadores y los parásitos (figura 22) (Biurrun *et al.*, 2016).

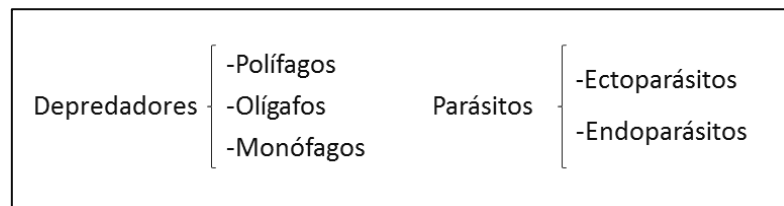


Figura 22. Grupos de fauna auxiliar.

Los depredadores son organismos de vida libre que buscan activamente y matan a sus presas para alimentarse de ellas (Nágera y Souza, 2010). Generalmente las hembras depositan sus huevos cerca de las posibles presas, y al eclosionar los huevos, las larvas o ninfas las buscan y consumen (Nágera y Souza, 2010). Estos insectos acechan a sus presas cuando están inmóviles o presentan poco movimiento, aunque en ocasiones las atacan directamente sin acecharlas (Nágera y Souza, 2010). Normalmente se alimentan de todos los estadios de desarrollo de sus presas, masticándolos completamente o succionando su contenido interno frecuentemente tras la inyección de toxinas y enzimas digestivas (Nágera y Souza, 2010). Los insectos depredadores se clasifican en tres grupos de acuerdo a sus hábitos alimenticios: polífagos, olífafos o monófagos (Nágera y Souza, 2010). Los insectos polífagos se alimentan de especies que pertenecen a diversas familias y géneros, los olífafos lo hacen de presas que pertenecen a una familia, varios géneros y especies y monófagos, los cuales consumen especies pertenecientes a un solo género (Nágera y Souza, 2010).

Los parásitos son organismos generalmente monófagos, que en su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre el cuerpo de un único insecto hospedador (huevo, larva, pupa o raramente adulto), al cual matan lentamente consumiéndolo al completo o la mayor parte de él y forman una pupa en el interior o fuera del cuerpo (Nágera y Souza, 2010).

Habitualmente son más pequeños que el hospedador (Nágera y Souza, 2010). En estado adulto son de vida libre y con frecuencia se alimentan de mielecilla, néctar, polen o desechos orgánicos de origen vegetal o animal, aunque existen algunas especies que presentan hembras que se alimentan de hospedadores para poder producir sus huevos (Nágera y Souza, 2010). Los parásitos se clasifican en base a su localización en el hospedador como ectoparasitos (se localizan y alimentan en el exterior del cuerpo del hospedador) y endoparásitos (se localizan y alimentan en el interior del cuerpo del hospedador) (Nágera y Souza, 2010).

2.5.1. Insectos depredadores

A continuación se describen los insectos depredadores que aparecen en los cultivos.

2.5.1.1 Orden Coleoptera: Familia Coccinellidae

Los coccinélidos son insectos depredadores polívoros que tanto en su estado adulto como larvario se alimentan de diferentes especies como áfidos, ácaros, larvas jóvenes de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera y de individuos pequeños de Diptera y Coleoptera (Morlacchi, 2010).

Tienen un desarrollo holometábolo o de metamorfosis incompleta que presenta diferentes estadios: huevo, cuatro estadios larvarios, prepupa, pupa y adulto (Yoon, 2013).

- ***Hippodamia variegata***



Figura 23. Adulto de *Hippodamia variegata* a la izquierda (Iluch, 2013) y estadio larvario a la derecha (San Martín, 2009).

Hippodamia variegata (figura 23) es un coccinélido descrito como el enemigo natural más importante de los áfidos (Skouras y Stathas, 2015). Además de áfidos, también se alimentan de otros insectos chupadores, cicadellidos, larvas de curculionidae y polen.

En su estado adulto mide entre 4 y 5 mm y presenta un color naranja oscuro con seis manchas negras aproximadamente en la misma posición en cada uno de sus élitros y una más en el centro (Yoon, 2013). Las larvas pueden alcanzar un tamaño de 1.5 mm a 6 mm (Yoon, 2013).

En la figura 24 se puede observar el ciclo biológico de esta especie.

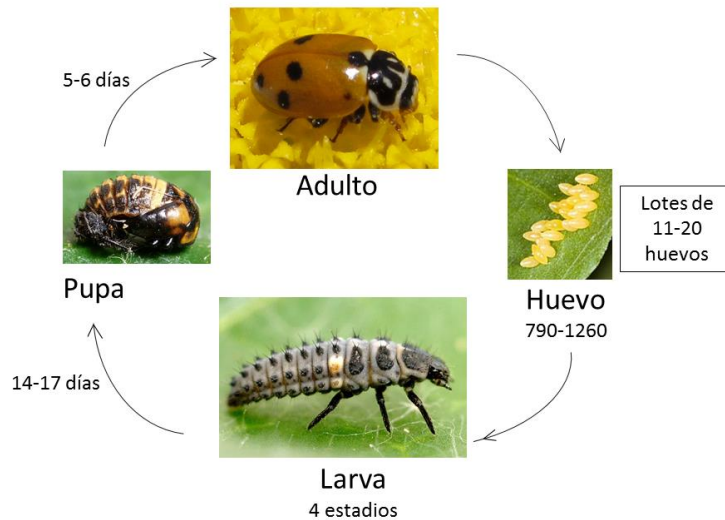


Figura 24. Ciclo biológico de *Hipodamia variegata* (Yoon, 2013).

- ***Adalia bipunctata***



Figura 25. Estadío adulto de *Adalia bipunctata* a la izquierda (Cranshaw, 2016) y larvario a la derecha (San Martín, 2008).

Adalia bipunctata (figura 25) es un voraz depredador de pulgones tanto en estado larvario como en adulto, ya que puede consumir hasta 100 cada día, por lo que es capaz de eliminar un foco de infestación de pulgones en una semana (Biobest, 2017). Dependiendo del estado de desarrollo son más o menos eficaces, siendo las larvas más viejas más voraces que las larvas jóvenes y los adultos (Bichelos, 2016).

En cuanto a su morfología, los adultos poseen élitros rojos con una mancha central negra en cada uno, con cabeza de color negro que posee una mancha blanca en cada lateral, el tórax blanco con una mancha negra que varía en los individuos y las patas son de color negro (Bichelos, 2016). Miden entre 4 y 5 mm de largo (Bichelos, 2016). Los huevos son alargados, con un tamaño de entre 1 y 1.5 mm de longitud y presentan un color anaranjado y las larvas son de color grisáceo con el primer segmento del tórax oscuro y con el reborde anaranjado que pueden medir 5 o 6 mm (Bichelos, 2016).

En la figura 26 se puede observar el ciclo biológico de esta especie.

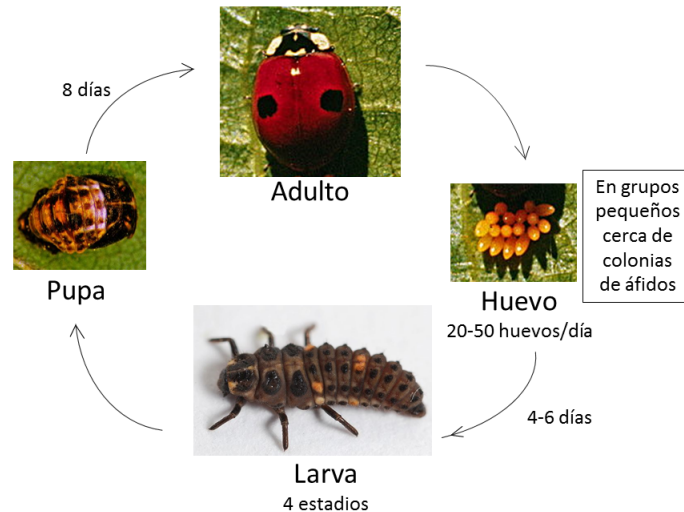


Figura 26. Ciclo biológico de *Adalia bipunctata* (Bichelos, 2016).

- ***Coccinella septempunctata***



Figura 27. Adulto de *Coccinella septempunctata* a la izquierda (Baužys, 2009) y larva a la derecha (Lindsey, 2004).

Coccinella septempunctata (figura 27) es un coccinélido polífago que tanto en estado larvario como en adulto se alimenta de diferentes especies como áfidos, ácaros, larvas jóvenes de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera y de individuos pequeños de Diptera y Coleoptera (Morlacchi, 2010). *C. septempunctata* se considera afidófaga polífaga ya que se alimenta de muchas especies de áfidos como *Acyrtosiphon pisum*, *craccivora Aphis*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis urticae*, *pruni Hyalopterus*, *Lipaphis erysimi*, *Longiunguis donacis*, *Artemisiae Macrosiphoniella*, *Megoura viciae*, *Myzus persicae* y *Uromelan aeneus* entre otros (Morlacchi, 2010). Por otro lado, el polen o néctar de las plantas son muy importantes como fuente de alimento, ya que es un complemento esencial de nutrientes y aumenta la supervivencia cuando disminuye la cantidad de presas (Morlacchi, 2010).

Los adultos son de tamaño pequeño a mediano, variando desde 0.8 a 18 mm de longitud (Morlacchi, 2010). Sus élitros son de color rojo, que puede ser más claro antes de alcanzar este color, y presentan siete puntos: tres puntos en cada élitro y uno

central entre los dos élitros en la parte frontal (Morlacchi, 2010). A ambos lados de este punto se aprecia una mancha blanca, al igual que la cabeza y en el tórax, que presenta una mancha blanca en cada lateral. Su color puede ser más claro antes de alcanzar el color rojo (Morlacchi, 2010).

En la figura 28 se indica el ciclo biológico de *C. septempunctata*.

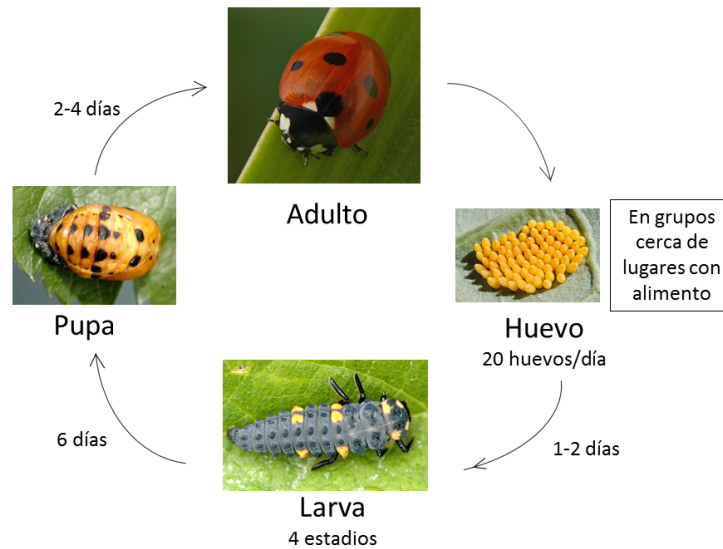


Figura 28. Ciclo biológico de *Coccinella septempunctata* (Morlacchi, 2010).

- ***Psyllobora vigintiduopunctata***



Figura 29. Individuo hembra de *Psyllobara vigintiduopunctata* a la izquierda (Schmidt, 2016), en el centro un individuo macho (Leillinger, 2006) y a la derecha un estadio larvario (San Martín, 2011).

Psyllobora vigintiduopunctata (figura 29) es un coccinélido micetófago que tanto en estado larvario como adulto se alimenta del oídio que ataca a las plantas, como *Erysiphe cichoracearum*, *Erysiphe convolvuli*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Leveillula taurica* y *Ovulariopsis* sp. (Ahmad *et al.*, 2009; Sadeghi y Esmaili, 1992).

En cuanto a su morfología, el individuo adulto de *P. vigintiduopunctata* mide entre 3 y 5 milímetros y tiene élitros amarillos con 22 puntos negros, 11 en cada élitro.

Además presenta 5 puntos negros en el pronoto el cual en hembras es amarillo y en machos blanquecino. Las larvas y pupas también son de color amarillo y presentan puntos negros por todo su cuerpo.

En la figura 30 se observa el ciclo biológico de esta especie.

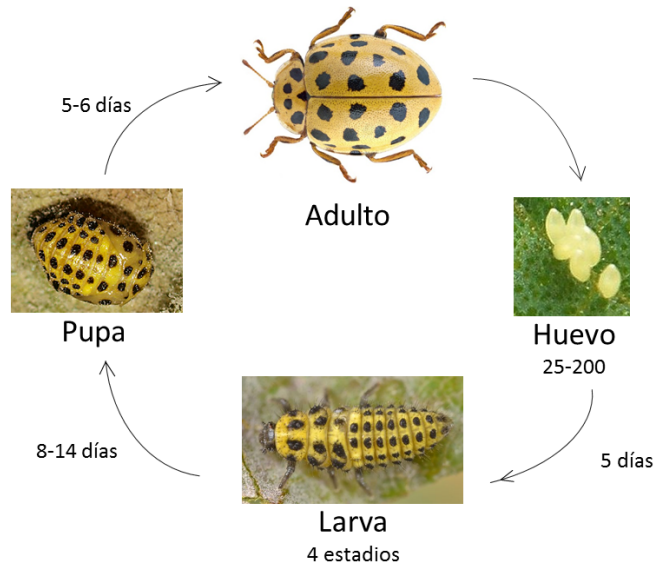


Figura 30. Ciclo biológico de *Psyllobora vigintiduopunctata* (Ahmad *et al.*, 2009).

- ***Stethorus pusillus***



Figura 31. Individuo adulto de *Stethorus pusillus* a la izquierda (Quintin, 2012) y una larva a la derecha (Geystor, 2009).

Stethorus pusillus (figura 31) es un depredador de ácaros rojos, araña amarilla y trips (Biurrun *et al.*, 2016; Anée, 2016). Es un coccinélido de pequeño tamaño, entre 1.1 y 1.5 mm, y de colores oscuros (Biurrun *et al.*, 2016; Anée, 2016). Aparece en los cultivos cuando las colonias de sus presas son frecuentes, por lo que ayuda únicamente a frenar las poblaciones más altas (Biurrun *et al.*, 2016).

2.5.1.2 Orden Coleoptera: Familia Staphylinidae



Figura 32. Individuo adulto del género *Tachyporus* clasificado dentro de la familia Staphylinidae (Schmidt, 2016).

La mayoría de las especies de esta familia son depredadores, y algunos de ellos son importantes depredadores de huevos y larvas de moscas que se crían en el estiércol y de especies que atacan las raíces de algunos cultivos como cebollas, coles y brócoli jóvenes (Van Driesche, 2007). Se alimentan de muchas colonias de pulgones o de ácaros fitófagos (Biurrun *et al.*, 2016). *Tachyporus* (figura 32) se encuentra en algunos cultivos hortícolas y se puede dispersar rápidamente, lo que hace que sea un útil depredador (Burgio, 2007; Biurrun *et al.*, 2016).

2.5.1.4 Orden Coleoptera: Familia Cleridae



Figura 33. Adulto de *Trichodes alvearius* (Gbohne, 2013).

La mayoría de los individuos adultos y todas las larvas de la familia *cleridae* son depredadoras de insectos (Solervicens, 2008). Gran parte de las larvas son endofíticas y se sitúan en tallos y troncos secos que tienen ataques de xilófagos, mientras que las larvas de Hydnocerinae deambulan en la superficie de ramas y follaje o en el suelo en busca de sus presas (Solervicens, 2008). Los principales insectos de los que se alimentan son coleópteros anóbidos, bostríquidos, cerambícidos y curculiónidos (Solervicens, 2008). Gran parte de los adultos viven en el mismo ambiente en el que se encuentran las larvas (Solervicens, 2008). Por otro lado, también hay especies que son florícolas en estado adulto, como las del género *Trichodes* (figura 33), y depredan insectos antófilos y/o se alimentan de polen (Gómez De Dios, 2015). Las larvas de algunas especies se alimentan de larvas y pupas de abejas o de ootecas de ortópteros,

como en *Trichodes amnios* y *Trichodes flavocinctus*, que contribuyen de esta manera al control de plagas de langosta como *Dociostaurus maroccanus* (Gómez De Dios, 2015).

2.5.1.5 Coleoptera: Familia Melyridae



Figura 34. Adulto de *Collops quadrimaculatus* (Ilona, 2013).

Dentro de la familia Melyridae se encuentra *Collops quadrimaculatus* (figura 34), un escarabajo que en estado adulto se alimenta en la mayoría de los cultivos de huevos, larvas, pupas y ninfas de diferentes insectos, como pulgones, moscas blancas, ácaros y lepidópteros, aunque también lo hace de polen (Nájera y Souza, 2010). En su estado larvario se alimenta de pequeños insectos del suelo, pudiendo llegar a consumir en condiciones de laboratorio 85 huevos de *Helicoverpa zea* (Nájera y Souza, 2010).

En estado adulto tiene un tamaño de entre 4 y 8 mm de longitud y posee en la región dorsal de los élitros una cruz anaranjada rojiza, además de cuatro manchas de color azul metálico en ellos (Nájera y Souza, 2010). Depositán huevos de color amarillo rosado y tornan a blanco justo antes de la eclosión (Nájera y Souza, 2010). Al eclosionar los huevos emergen unas larvas aplanadas, con patas cortas y una pinza caudal que presentan un color que varía de rosado a café-rojizo (Nájera y Souza, 2010).

El ciclo biológico de esta especie se encuentra en la figura 35.

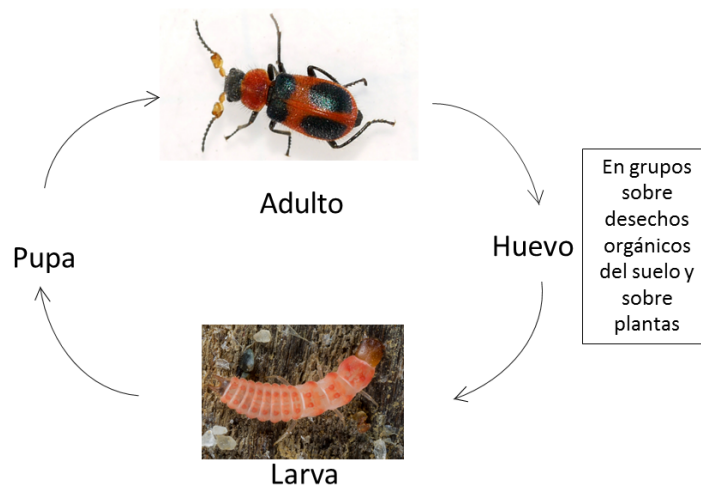


Figura 35. Ciclo biológico de *Collops quadrimaculatus* (Nájera y Souza, 2010).

2.5.1.6 Orden Coleoptera: Familia Carabidae



Figura 36. A la izquierda individuo adulto de *Lebia grandis* (Murray, 2012) y a la derecha un individuo en estado larvario (Weber, 2006).

La mayoría de los carábidos son depredadores generalistas, alimentándose de áfidos, arañas larvas y adultos de lepidópteros, larvas de dípteros, ácaros, himenópteros, homópteros, escarabajos, anélidos, nematodos, himenópteros, ciempiés, moluscos, esporas e hifas de hongos, colémbolos y opiliónidos (Nichols, 2008). Algunos géneros, como *Scaphinolus*, pueden alimentarse de caracoles (Nichols, 2008). Viven en el suelo o cerca de él, donde se alimentan especialmente a la noche, aun que pueden trepar a las plantas para alimentarse en ellas (Nichols, 2008).

Lebia grandis (figura 36) es una especie de carábido que presenta individuos adultos depredadores y larvas que en su primer estadio son parasitoides de escarabajos crisomélidos (Nichols, 2008).

2.5.1.7 Orden Diptera: Familia Asilidae



Figura 37. Ejemplares de asílidos (Gnilenkov, 2011; Jonaitis, 2009)

Los asílidos (figura 37) son una familia del orden díptera que se caracteriza por su hábito exclusivamente depredador (Uribe y Fernández, 2012). Algunos géneros se alimentan exclusivamente de un tipo de presa, como *Mallophorina* que se alimenta de Hymenoptera, mientras otros son oportunistas, depredando cualquier artrópodo

disponible (Uribe y Fernández, 2012). Las larvas se alimentan de huevos, larva u otro invertebrado de cuerpo blando (Uribe y Fernández, 2012).

Son insectos de tamaño variable entre 3 y 50 mm, robustos, pilosos y algunas especies son coloridas (Uribe y Fernández, 2012). Su estrategia de caza es esperar a sus presas para posteriormente atacarles o cazarlas durante el vuelo (Uribe y Fernández, 2012). Poseen una muy buena visión, además de unas patas fuertes y un voraz apetito tanto en estado adulto como en inmaduros, por lo que tienen importancia en la contribución al mantenimiento del equilibrio natural de las poblaciones de otros insectos, incluyendo las plagas de los cultivos (Uribe y Fernández, 2012).

El ciclo biológico de esta familia se representa en la figura 38.

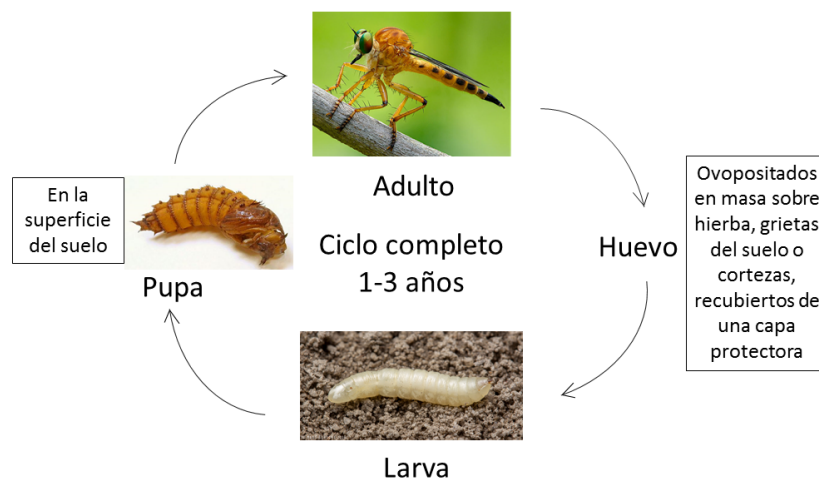


Figura 38. Ciclo biológico de la familia asilidae (Uribe y Fernández, 2012).

2.5.1.8 Orden Diptera: Familia Syrphidae



Figura 39. Sírfido en estado adulto a la izquierda (Charlesjsharp, 2014) y estado larvario a la derecha (Joaquim, 2010).

La familia Syrphidae (figura 39) es una de las familias del orden Díptera más rica en especies que destaca por su papel en la polinización, por su acción de control de plagas

al ser depredador de algunas de ellas, o al contrario, por constituir plagas en los cultivos (Ricarte, 2008).

Su morfología en estado adulto varía en las distintas especies, pudiendo ser de un tamaño entre 4 y 25 mm de longitud y desde muy estilizados a muy robustos. Frecuentemente presentan un color negro, a menudo con marcas amarillas o naranjas sobre la cabeza, tórax y/o abdomen, con patrones morfocromáticos variados que se asemejan a himenópteros o a otros dípteros (Ricarte, 2008).

En fase adulta algunos de ellos son polinizadores, como las subfamilias Syrphinae y Eristalinae que se alimentan de polen y néctar de las flores (De la Pava y Sepúlveda-Cano, 2015; Ricarte, 2008). En su estado larvario pueden realizar diferentes tipos de alimentación: micofagia, fitofagia, entomofagia (depredadores) y saprofagia (Ricarte, 2008). En cuanto a depredadores, las larvas de Syrphini y Pipizini se alimentan principalmente de homópteros de cuerpo blando, aunque algunas especies se alimentan de estados inmaduros de lepidópteros, coleópteros y tisanópteros (Ricarte, 2008). Los sírfidos afidófagos son importantes en el control biológico de pulgones en cultivos ya que son especies muy voraces, sus larvas pueden consumir miles de áfidos en dos semanas, como es el caso de *Episyrphus balteatus*, *Pseudodoros clavatus*, que también puede depredar cochinillas y psílidos como *Diaphorina citri* (Ricarte, 2008; De la Pava y Sepúlveda-Cano, 2015; Emden y Hrrington, 2007).

En la figura 40 se ilustra el ciclo biológico de los sírfidos.

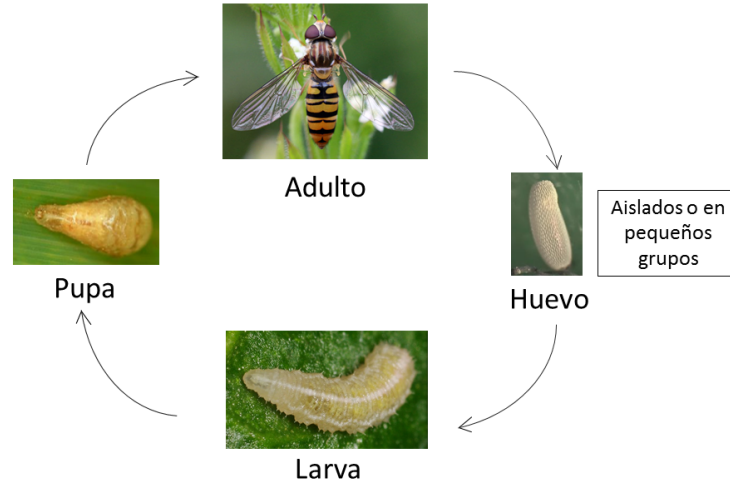


Figura 40. Ciclo biológico de los sírfidos (Ricarte, 2008; De la Pava S. y Sepúlveda-Cano, 2015).

2.5.1.9 Orden Diptera: Familia Cecimyidae



Figura 41. *Aphidoletes aphidimyza* en estado larvario a la izquierda (Rsbernard, 2013) y en estado adulto a la derecha (Lindsey, 2006).

Aphidoletes aphidimyza (figura 41) es un cecidómido que en estado larvario se alimenta vorazmente de casi todas las especies de pulgones incluso más grandes que ellas, llegando a consumir cada larva entre 4 y 65 pulgones al día, aunque seguramente matará más de los que necesite (Biobest, 2017; Bichelos, 2016; Jandricic, 2016). Ésta inyecta una toxina que paraliza los pulgones y succiona su contenido, dejando los pulgones arrugados de color marrón o negro colgando de la hoja a la que se encuentran enganchados por su aparato bucal (Koopert, 2017; Bichelos, 2016). Por otro lado, en estado adulto se alimenta de polen, néctar y melaza (Biobest, 2017; Bichelos, 2016). Los adultos son nocturnos y son atraídos por el olor a melaza que desprenden las colonias de pulgones, donde depositan los huevos (Koopert, 2017; Bichelos, 2016).

En cuanto a su morfología, los individuos adultos son de color marrón rojizo y miden unos 2.5 mm de longitud, y las larvas son alargadas de color anaranjado brillante, alcanzando los 3 mm cuando están completamente desarrolladas (Bichelos, 2016).

El ciclo biológico de *Aphidoletes aphidimyza* se representa en la figura 42.

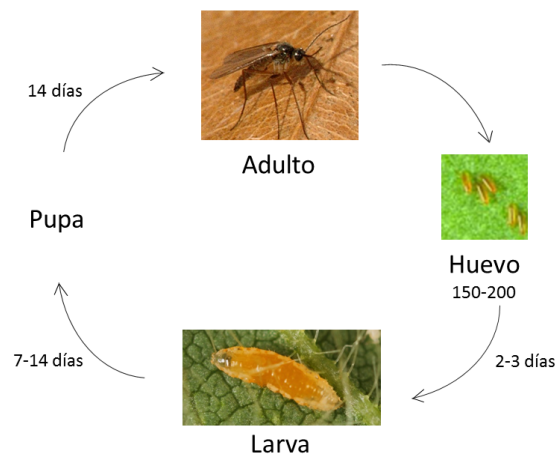


Figura 42. Ciclo biológico de *Aphidoletes aphidimyza* (Bichelos, 2016).

2.5.1.10 Orden Hemiptera: Familia Nabidae



Figura 43. Ejemplar de nábido (*Nabis fesus*) (Talbot, 2008).

Los nábidos (figura 43) son insectos que en fase ninfal y adulta depredan tanto huevos de insectos como áfidos, cicadélidos, ácaros, trips y larvas pequeñas (Nicholls, 2008; Romero *et al.*, 2007). Cuando se producen condiciones extremas de escasez de alimento pueden llegar a ser caníbales (Romero *et al.*, 2007). Las ninfas se desarrollan en presencia de plagas, se alimentan a menudo de presas de mayor tamaño, y cada una se alimenta de un promedio de 80 áfidos (Romero *et al.*, 2007). La presa principal de varias especies de estos hemípteros son los áfidos, llegando a consumir en toda su vida entre 450 y 600 individuos (Romero *et al.*, 2007).

Los nábidos adultos presentan un cuerpo alargado tamaño de 4 a 6 mm de largo.

El ciclo biológico de esta familia se representa en la figura 44.

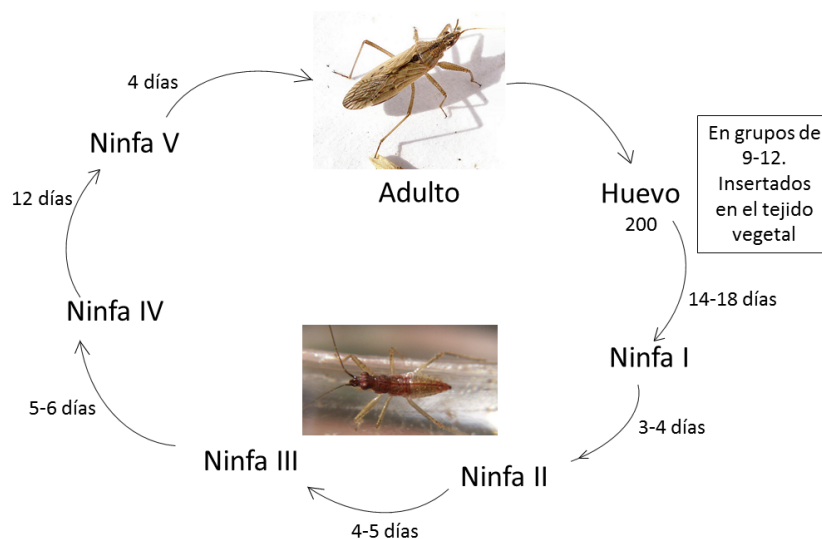


Figura 44. Ciclo biológico de la familia nabidae (Romero *et al.*, 2007).

2.5.1.12. Hemiptera: Familia Anthocoridae



Figura 45. Ejemplar adulto de *Orius insidiosus* (Dykinga, 2008).

Orius (figura 45) es un chinche polífago de la familia Anthocoridae que tiene una clara preferencia por los trips (Bichelos, 2016). Los adultos se alimentan de todos los estadios móviles de trips, pudiendo consumir hasta 20 trips por día, mientras que las ninfas de último estadio lo hacen de lavas de trips o huevos de polillas (Biobest, 2017). Por otro lado, este insecto también se alimenta de otras plagas como pulgones, ácaros tetraníquidos, moscas blancas y otros pequeños insectos (Biobest, 2017; Bichelos, 2016). Un dato importante para el control biológico es que mata más presas de las que necesita para alimentarse (Biobest, 2017). Además, *Orius* también se alimenta de polen, por lo que podría estar presente aun en ausencia de sus presas (Biobest, 2017). La presencia de bandas floridas en las parcelas incrementan la presencia de varias especies de *Orius*, aumentando así las posibilidades de control (Biurrun *et al.*, 2014).

Su morfología varía ligeramente según la especie. Los adultos de *Orius laevigatus* miden entre 1.4-2.4 mm, son de color negro y presentan unas manchas entre gris/blanco/marrón en las alas (Koopert, 2017).

El ciclo biológico de esta especie se encuentra en la figura 46.

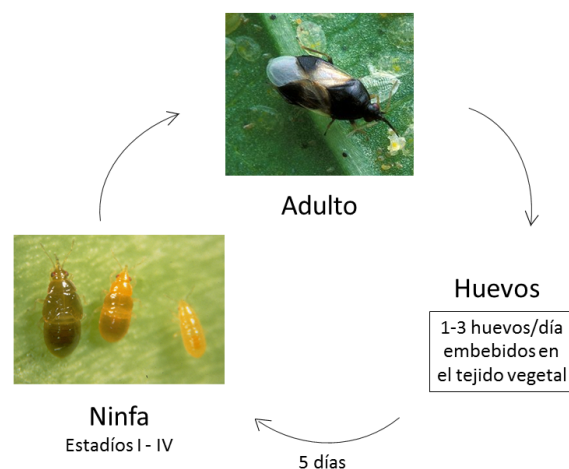


Figura 46. Ciclo biológico de *Orius* (Koopert, 2017; Bichelos, 2016).

2.5.1.13. Hemiptera: Familia Miridae



Figura 47. Adulto de *Macrolophus* (Talbot, 2009).

Macrolophus (figura 47) es un insecto perteneciente al orden Hemiptera y familia miridae que tanto en estado adulto como en ninfa depreda moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) prefiriéndolas en estado larvario y huevo (Biobest, 2017; Koopert, 2017). Es muy eficaz, pudiendo consumir cada individuo alrededor de 50 larvas y huevos de mosca blanca al día (Biobest, 2017). También se alimenta de otras plagas, como huevos y larvas de coleópteros y lepidópteros, como *Tuta absoluta*, ácaros, trips y áfidos (Biobest, 2017; Koopert, 2017; Franco, 2010). Las ninfas pueden ser claves en eliminar focos de infestación locales, ya que al no volar permanecen alimentándose en el mismo lugar (Biobest, 2017). Cuando se alimentan de huevos, larvas o pupas de mosca blanca dejan el tegumento normalmente en su forma original, con un minúsculo agujero, por el que ha succionado, en el lugar en el que insertó el aparato bucal (Koopert, 2017). Por otro lado, también son fitófagos cuando las presas disminuyen, por lo que existe cierto riesgo de causar daños en los cultivos (Franco, 2010).

Estas chinches en su estado adulto son verdes, esbeltas de entre 5 y 10 mm de tamaño que presentan patas y antenas largas verdes (Koopert, 2017; Bichelos, 2016; Franco 2010). Las ninfas varían de color verde-amarillento a verde (Koopert, 2017).

El ciclo biológico de esta chinche se encuentra en la figura 48.

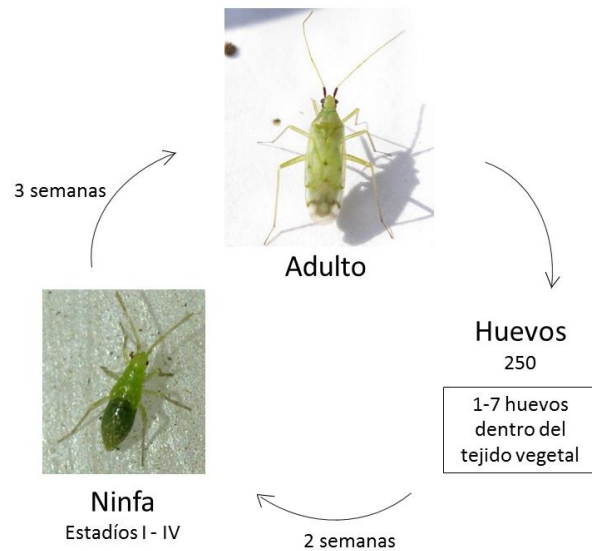


Figura 48. Ciclo biológico de *Macrolophus* (Franco, 2010; Bichelos, 2016).

2.5.1.14. Hemiptera: Familia Geocoridae



Figura 49. Individuo de *Geocoris* (Turmo, 2012)

Dentro de esta familia se encuentra *Geocoris* sp. (figura 49), los insectos depredadores más importantes y abundantes en algunos cultivos, que se alimentan de todos los estadíos de moscas blancas, áfidos y ácaros, trips, huevos y larvas de lepidópteros y ninfas y huevos de chinches como *Lygus* sp. (Van Driesche, 2007; Nicholls, 2008). Es un excelente agente de control biológico, ya que tanto adultos como ninfas consumen docenas de presas cada día (Nicholls, 2008). Los adultos y las ninfas poseen un cuerpo con forma ovalada y una cabeza amplia con grandes ojos (Nicholls, 2008). Los individuos adultos, de color gris plateado, tienen un tamaño de 7,6 mm de longitud (Nicholls, 2008).

El ciclo biológico de *Geocoris* se presenta en la figura 50.

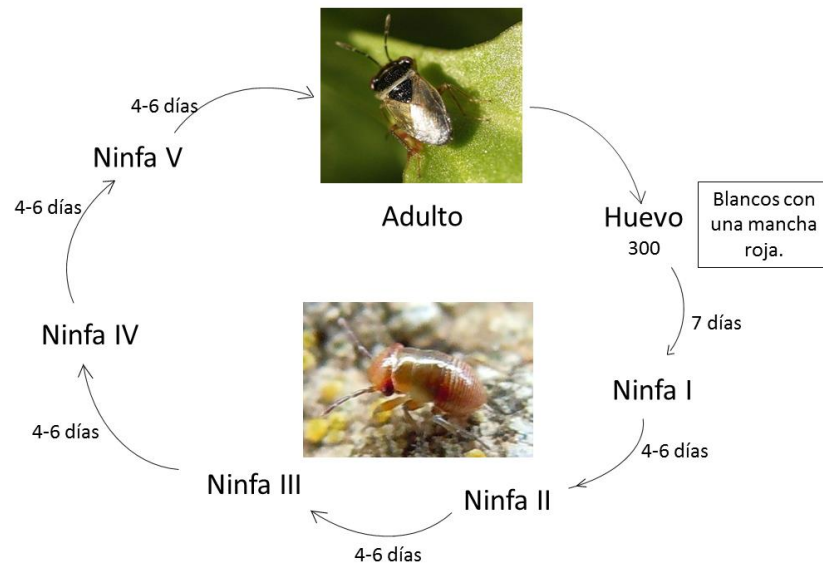


Figura 50. Ciclo biológico de *Geocoris* (Nichols, 2008).

2.5.1.15 Orden Hemiptera: Familia Reduviidae



Figura 51. Especimen de *Rhynocoris rubiscus*, perteneciente a la familia Reduviidae (Hectonichus, 2008).

En esta familia (figura 51) se encuentran más de 150 especies que son depredadoras de insectos plaga, siendo usadas varias de ellas como enemigos naturales en los cultivos (Weirauch *et al.*, 2014). Las especies de esta familia se pueden alimentar en fase larvaria y adulta principalmente de mosca blanca ácaros, trips, minadores, larvas de lepidópteros y otras chinches (Bravo, 2013).

2.5.1.16 Hemiptera: Familia Revuidae: Subfamilia Phymatidae



Figura 52. *Phymata pennsylvanica*, especie de la subfamilia Phymatidae (Chris, 2006).

Phymatidae presenta individuos que generalmente se ocultan en las flores o en la vegetación (figura 52) esperando a que lleguen sus presas (una gran variedad de artrópodos pequeños) para atacarles (Weirauch *et al.*, 2014). Consumen abejas, avispas, moscas y otras presas, pero no tienen gran importancia en el control biológico (Nicholls, 2008).

2.5.1.17. Orden Hemiptera: Familia Pentatomidae



Figura 53. Individuo adulto de *Podisus maculiventris* a la izquierda (Salguero, 2004) y ninfas a la derecha (De Soto, 2014)

En esta familia se encuentran importantes fitófagos como especies plaga, como *Nezara bioculatus*, pero por otro lado, también hay otras especies que son importantes depredadores de plagas, como *Podisus maculiventris* y *Perillus bioculatus* (Nicholls, 2008).

Podisus maculiventris (figura 53) presenta individuos adultos de color café pálido con un tamaño de entre 8.5 y 13 mm de longitud (Nicholls, 2008). Los adultos y las ninfas poseen estiletos que introducen en sus presas para succionar su contenido (Nicholls, 2008). Ataca a más de 100 especies de plagas, siendo su principal objetivo los estados inmaduros, aunque principalmente consume larvas de lepidópteros y coleópteros (Nicholls, 2008). Cada individuo adulto se puede alimentar de más de 100 larvas pertenecientes a diferentes especies (Nicholls, 2008).

El ciclo biológico de esta especie se presenta en la figura 54.

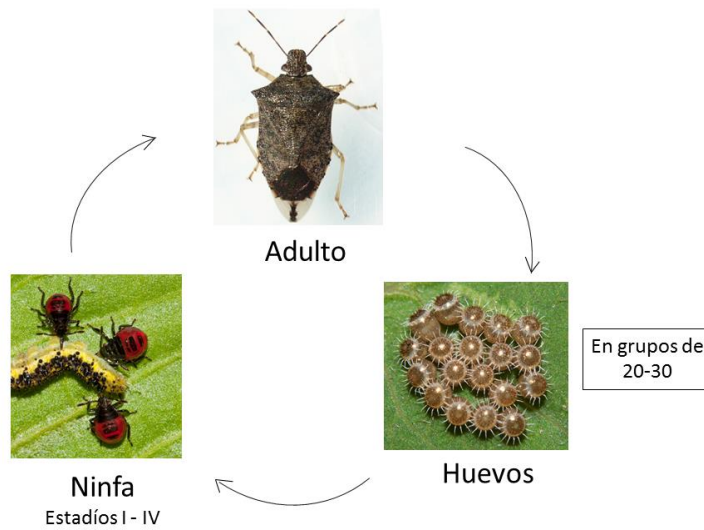


Figura 54. Ciclo biológico de *Podisus maculiventris* (Nichols, 2008).

2.5.1.18 Orden Neuroptera: Familia Chrysopidae



Figura 55. Individuo adulto de *Chrysopa* arriba (Alvesgaspar, 2015), larva abajo (Hobern, 2014) y huevo a la izquierda (Fernández, 2015).

Chrysopa (figura 55) es un gran depredador en su estado larvario, en el cual puede llegar a alimentarse de 50 pulgones por día, por lo que son muy eficaces en los puntos de infestación (Biobest, 2017). Además de pulgones, también puede alimentarse de otros insectos como cochinillas, ácaros, trips, mosca blanca y larvas y huevos de lepidópteros (Biobest, 2017; Koopert, 2017; Bichelos, 2016). Su forma de alimentación es atacar a la presa y succionar su contenido dejando el insecto muerto y arrugado (Koopert, 2017). Por otro lado, en su estado adulto se alimenta de néctar, melaza y polen, además de que al emerger de las pupas vuelan a un lugar lejano, por lo que no contribuyen al control biológico del cultivo (Biobest, 2017; Koopert, 2017). En cuanto a su morfología, en estado adulto mide aproximadamente 12 mm y son de color verdes, de ojos dorados, abdomen largo y estrecho, largas antenas y con grandes alas de nerviación delgada de color verde transparente (Biobest, 2017; Koopert, 2017; Bichelos, 2016). *Chrysopa* ovoposita individualmente unos huevos ovalados de color

amarillo verdoso y posteriormente grisáceos que penden de un pedicelo de 1 cm de longitud (Koopert, 2017; Bichelos, 2016). Las larvas, de entre 2 y 10 mm de tamaño, son campodeiformes, aplanadas, de color entre gris y marrón, con mandíbulas bien desarrolladas y se mueven activamente para buscar sus presas (Koopert, 2017; Bichelos, 2016). Las pupas se encuentran en un capullo redondo piloso de color blanco (Koopert, 2017).

El ciclo biológico de esta especie se representa en la figura 56.

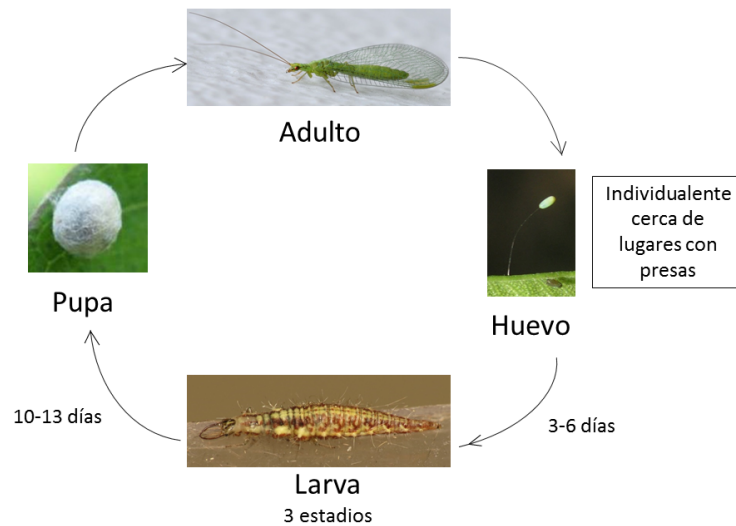


Figura 56. Ciclo biológico de *Chrysopa* (Bichelos, 2016; Biobest, 2017).

2.5.1.19. Orden Neuróptera: Familia Hemerobiidae



Figura 57. Individuo adulto de la familia Hemerobiidae a la izquierda (Lacewing, 2013) y una larva a la derecha (UEFS Seguir, 2004).

Los hemeribidos (Figura 57) son insectos que tanto en estado larvario como adulto son depredadoras de pequeños artrópodos fitófagos asociados a diversos cultivos (Reguilón y González, 2000; Monserrat, 2004). Prefieren consumir insectos de cuerpo blando como áfidos, huevos de insectos y cochinillas (MacLeod y Stange, 2014).

Su aspecto es similar a la familia crisopidae, pero se diferencian de ellos por su coloración parduzca, por su menor tamaño (entre 3 y 9 mm de longitud), por presentar micropilosidades en la membrana de sus alas y por ser depredadores también en estado adulto (Reguilón y González, 2000; MacLeod y Stange, 2014).

El ciclo biológico de esta familia se representa en la figura 58.

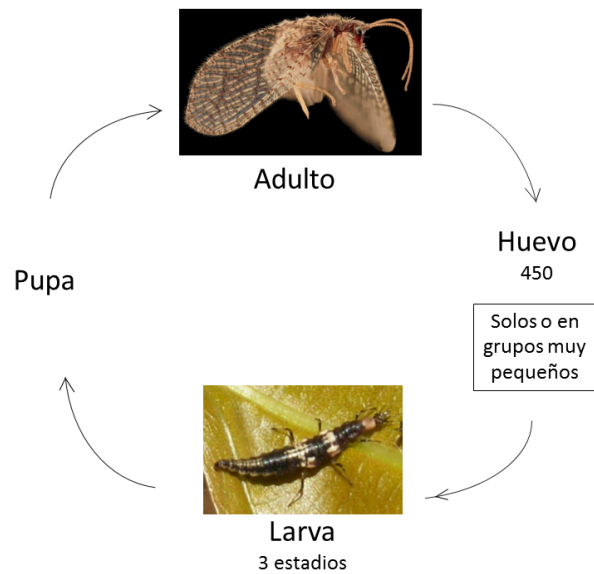


Figura 58. Ciclo biológico de la familia Hemerobiidae (MacLeod y Stange, 2014).

2.5.1.20 Orden Thysanoptera



Figura 59. Aeolothripidae a la izquierda (Vitanza, 2016) y Phlaeothripidae a la derecha (PAUL, 2008).

La mayor parte de los trips son fitófagos, siendo algunos de ellos plagas de cultivos (Van Driesche, 2007). Por otro lado, también existen depredadores, los Aeolothripidae, como *Franklinothrips orizabensis*, que se alimenta de trips, ácaros, polen y huevos de lepidópteros, y los Phlaeothripidae, como *Leptothrips mali* Fitch, que se alimenta de ácaros (Figura 59) (Van Driesche, 2007).

Estos insectos son muy pequeños, ya que miden entre 0.3 y 14 mm de longitud. Presentan un cuerpo alargado, cilíndrico y de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, pasando por distintas tonalidades (Goldarazena, 2015). Los individuos adultos pueden ser alados o ápteros (Goldarazena, 2015).

El ciclo biológico de este orden se representa en la figura 60.

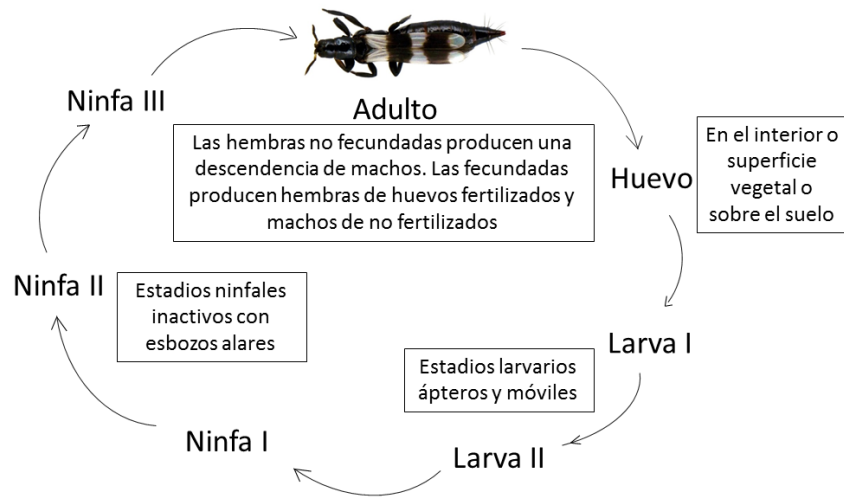


Figura 60. Ciclo biológico del orden thysanoptera (Goldarazena, 2015).

2.5.1.21 Orden Hymenoptera: Familia Formicidae



Figura 61. Ejemplar de *Odontomachus*, perteneciente a la familia Formicidae (Kay, 2016).

Las hormigas depredadoras (figura 61) pueden causar una alta mortalidad inespecífica de insectos y pueden suprimir plagas en cultivos (Van Driesche, 2007). Algunas hormigas se especializan en un tipo de presa, como *Discothyrea* que se alimenta de huevos de araña, *Thaumatomyrmex* que lo hace de milpiés del orden *Polyxenida* o algunas *Pachycondyla* que consume principalmente termitas (Branstetter y Sáen, 2012). Las hormigas guerreras son depredadoras, teniendo algunas especies preferencia por cierto tipo de artrópodos (Branstetter y Sáen, 2012).

2.5.1.22 Orden Hymenoptera: Familia Vespidae



Figura 62. Ejemplar adulto de *Vespula germanica*, perteneciente a la familia Vespidae (Bartz, 2007).

Los víspidos (figura 62) son depredadores generalistas que en estado adulto capturan varios insectos, como larvas de lepidópteros, mosca blanca, minadores, etc., para alimentar a sus larvas (Nicholls, 2008; Bravo, 2013). La mayoría de especies de vespídeos son sociales y presentan colores brillantes (Nicholls, 2008).

2.5.1.23 Orden Dermáptera: Familia Forficulidae



Figura 63. Ejemplar adulto de Forficulidae (Gonthier, 2007).

La mayoría de especies de esta familia (figura 63) son descomponedoras, aunque algunas son depredadoras de áfidos y otros insectos de tamaño pequeño, por lo que se utilizan como lucha biológica o integrada (Nicholls, 2008; Herrera, 2015).

El ciclo biológico de esta especie se representa en la figura 64.



Figura 64. Ciclo biológico de la familia forficulidae (Herrera, 2015).

2.5.1.24 Orden Mantodea



Figura 65. *Mantis* en estado adulto (Brezovszky, 2006).

Los mantodeos (figura 65) son insectos depredadores generalistas que normalmente tienen forma alargada y un tamaño de entre 1.5 y 8 cm en la fauna ibérica, pero algunas especies tropicales pueden llegar a medir 16 cm (Pascual, 2015). Se alimentan de gran cantidad de presas, consumiendo notables cantidades de moscas, mosquitos, saltamontes, orugas, etc. (Pascual, 2015). Al depredar grandes cantidades de insectos (principalmente dípteros) son auxiliares muy útiles en la agricultura (Pascual, 2015).

El ciclo biológico de esta especie se indica en la figura 66.

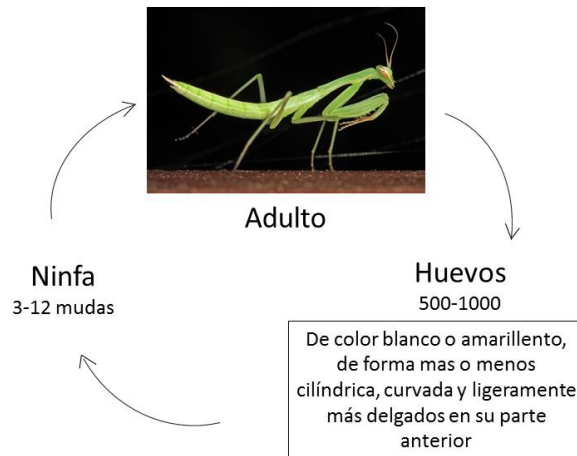


Figura 66. Ciclo biológico de la familia mantodea (Pascual, 2015).

2.5.1.25 Orden Odonata: Familia Calopterygidae y Coenagrionidae



Figura 67. Individuos adultos de la familia Calopterygidae (Apel, 2006; San Marín, 2011)

El orden odonata (figura 67) engloba insectos depredadores que presentan grandes diferencias entre estado larvario y adulto, siendo las primeras acuáticas y los segundos voladores (Torralba-Burrial, 2015; Herrera *et al.*, 2009). Su desarrollo es hemimetábolo, tienen una metamorfosis primitiva e incompleta, donde pasan de estado larvario a adulto sin pasar por fase de pupa (Torralba-Burrial, 2015; Herrera *et al.*, 2009).

Las larvas y adultos del orden Odonata son depredadores (Torralba-Burrial, 2015; Herrera *et al.*, 2009). Las larvas se alimentan de otros invertebrados acuáticos e incluso vertebrados pequeños, como alevines de peces, renacuajos, ranas pequeñas o anélidos (Torralba-Burrial, 2015; Herrera *et al.*, 2009). Los adultos son ávidos cazadores y se basan en la vista para atrapar a sus presas, ya que gracias a la curvatura de sus ojos tienen amplio campo de visión y pueden capturar a sus presas esperándolas en algún lugar apropiado o durante el vuelo (Herrera *et al.*, 2009). Éstos consumen diferentes insectos, como dípteros, lepidópteros, tricópteros, efemerópteros e incluso otros odonatos de menor tamaño (Torralba-Burrial, 2015; Herrera *et al.*, 2009).

El ciclo biológico de este orden se representa en la figura 68.

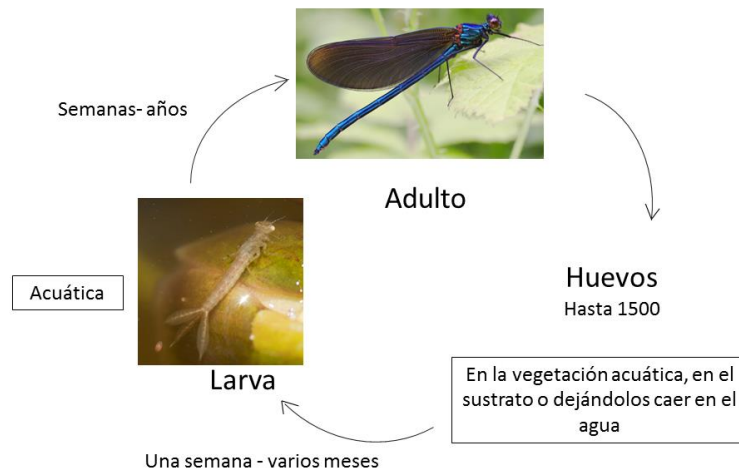


Figura 68. Ciclo biológico del orden odonata (Torralba-Burrial, 2015; Bybee, 2011).

2.5.1.26 Orden Arachnida



Figura 69. Ejemplar adulto de *Phytoseiulus persimilis*.

En general todas las arañas son depredadoras principalmente de insectos, aunque se conoce muy poco debido a la complejidad de su comportamiento y a la dificultad de evaluar su impacto sobre una plaga (Bravo, 2013).

Algunos ácaros, como los de la familia Phytoseiulus pueden ayudar en el control biológico ya que se alimenta de plagas como el pulgón, mosca blanca u otros ácaros como la araña roja (Bravo, 2013).

Phytoseiulus persimilis (figura 69) es un ácaro perteneciente a la familia Phytoseiidae que depreda especialmente a la araña roja *Tetranychus urticae* (Bichelos, 2016). Es de tamaño parecido al ácaro del que se alimenta, y se distingue de él al ser de color más claro que su presa (Bichelos, 2016). Su huevo tiene forma oval, es de color naranja claro y el doble de grande que el de su presa (Bichelos, 2016).

El ciclo biológico de esta especie se representa en la figura 70.

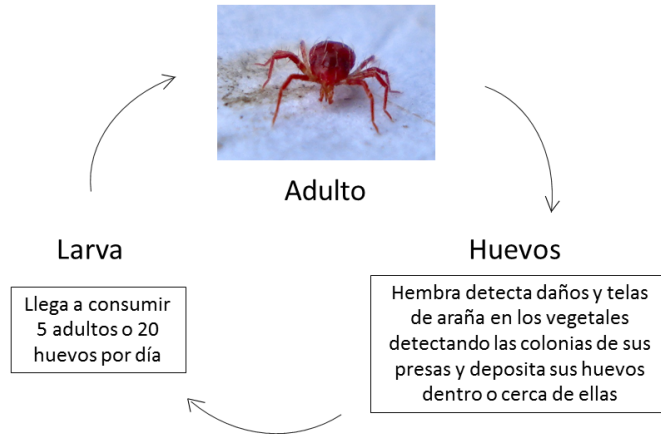


Figura 70. Ciclo biológico de *Phytoseiulus persimilis* (Bichelos, 2016).

2.5.1.27. Clase Collembola



Figura 71. Colémbolo del orden tomoceroidea

Los colémbolos (figura 71) son hexápodos que pueden encontrarse en multitud de ambientes, como cuevas, en el interior de hongos, sobre plantas, hormigueros y termiteros, aunque el más frecuente el interior del suelo (Baquero y Jordana, 2015). En cuanto a su alimentación, pueden considerarse polívoros, consumiendo preferentemente hongos, pero también lo hacen de restos vegetales en descomposición, excrementos, animales muertos, microorganismos del suelo y polen (Baquero y Jordana, 2015). Además algunas especies se alimentan de material vegetal vivo, considerándose plagas potenciales, pero también las hay depredadoras (Baquero y Jordana, 2015).

Presentan un desarrollo ametábolo (o directo), por lo que los juveniles se diferencian de los adultos únicamente en el tamaño y en la ausencia de abertura genital (Baquero y Jordana, 2015).

2.5.1.28. Orden Diptera: Familia Chloropidae



Figura 72. Individuo adulto del género *Thaumatomyia*.

El género *Thaumatomyia* (figura 72) se encuentra dentro de la familia Chloropidae. Presenta individuos adultos de color amarillo brillante con rayas negras longitudinales en el tórax y rayas transversales negras en el abdomen y presentan un tamaño de entre 2.5 y 3.5 mm (Khaghaninia, 2014; Bravo, 2013). En su estado adulto, los individuos se alimentan del néctar de las flores u otros líquidos dulces, mientras que las larvas son carnívoras, viven en las raíces y se alimentan principalmente de áfidos de la raíz (Khaghaninia, 2014; Bravo, 2013).

2.5.2. Insectos Parásitos

A continuación se describen los insectos parásitos que aparecen en algunos de los cultivos.

2.5.2.1. Orden Hymenoptera: Familia Aphelinidae



Figura 73. Hembra de *Aphelinus* ovopositando en el interior de un áfido (Biologicalservices, 2017).

Esta familia comprende especies en las que sus larvas son parásitas de pulgones, psílidos y moscas blancas, aunque pueden atacar a otros hospedadores (Nájera y Souza, 2010). Los adultos se alimentan de la mielecilla que exudan sus hospedadores o de secreciones liberadas por el tejido de sus presas durante la ovoposición (Nájera y

Souza, 2010). Se utiliza como control biológico de las plagas, como el género *Aphelinus* para el control de pulgones (figura 73) y el género *Encarsia* para el control de mosca blanca (Nájera y Souza, 2010). Algunos afelínidos parasitan internamente huevos de chinches, mariposas, chicharras y chapilinas (Nájera y Souza, 2010).

Son avispas muy pequeñas con un tamaño que varía desde 0.5 a 1.4 mm de longitud (Nájera y Souza, 2010). Generalmente son de coloraciones oscuras, con ojos bien desarrollados y con pocas nervaduras en las alas (Nájera y Souza, 2010).

El ciclo biológico de esta familia se representa en la figura 74.

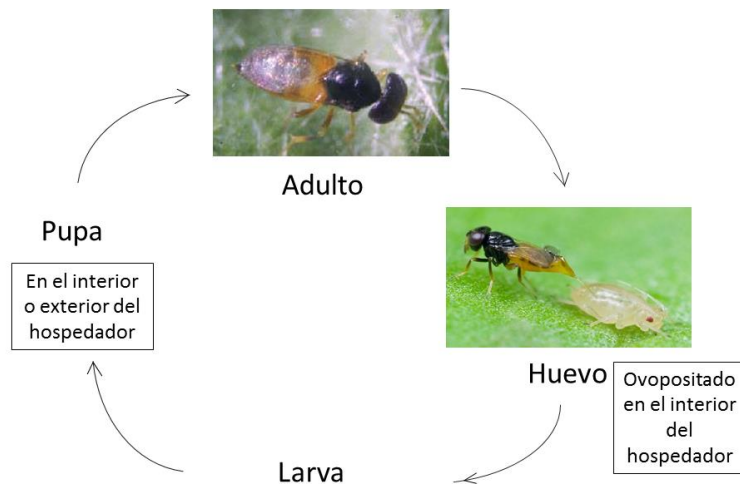


Figura 74. Ciclo biológico de aphelinus (Nájera y Souza, 2017).

2.5.2.2. Orden Hymenoptera: Familia Chalcididae



Figura 75. Ejemplar de Chalcididae (Manimiranda, 2015)

Son avispas (figura 75) parasitoides primarias o hiperparasitoides de pupas de lepidópteros, de larvas maduras de dípteros, además de ser algunas especies parasitoides de escarabajos y otras avispas (Nájera y Souza, 2010). Generalmente son parasitoides internos solitarios, aunque también pueden ser gregarios y parasitoides externos (Nájera y Souza, 2010).

Morfológicamente son avispas robustas, de pequeña cabeza, con un tamaño de entre 1.5 y 9 mm de longitud y alas con venación muy simple (Nájera y Souza, 2010).

Generalmente son de color negro o marrón con manchas amarillas, rojas o blancas (Nájera y Souza, 2010). La característica que los distinguen es el ensanchamiento del fémur posterior, que además posee una línea de dientes a lo largo del margen inferior (Nájera y Souza, 2010).

2.5.2.3. Orden Hymenoptera: Familia Mymaridae



Figura 76. Individuo de la familia Mymaridae (Schneider, 2014).

La familia miridae (figura 76) contiene especies parasitoides de huevos de grillos, escarabajos, chinches, cigarras, pulgones, moscas y algunos insectos acuáticos (Nájera y Souza, 2010). Tras la puesta de huevos en el hospedador, la pupa se desarrolla en su interior (Nájera y Souza, 2010). Los adultos tienen la capacidad de encontrar y parasitar los huevos de sus hospedadores aunque estos se encuentren ocultos en tejidos de plantas, bajo escamas o en el suelo (Nájera y Souza, 2010).

Generalmente miden menos de 1.5 mm, aunque algunos llegan a medir 5 mm de longitud (Nájera y Souza, 2010).

2.5.2.4. Orden Hymenoptera: Familia Eulophidae



Figura 77. Individuo adulto de *nagalio mediterraneus* (RAIF, 2011).

Dentro de la familia Eulophidae se encuentra la especie *Pnigalio mediterraneus* (figura 77), un ectoparásito que vive en la superficie del organismo huésped (RAIF, 2011). En estado adulto tiene un tamaño medio de 2.5 mm y presenta reflejos verdosos, azulados o cobrizos en el tórax (RAIF, 2011). Este parásito puede alimentarse de especies plaga como mosca blanca y de la mosca del olivo (RAIF, 2011).

El ciclo biológico de esta especie se muestra en la figura 78.

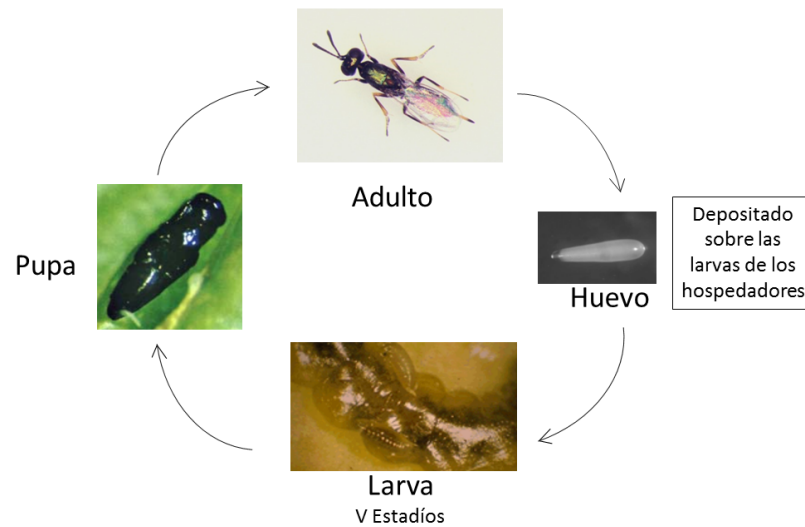


Figura 78. Ciclo biológico de *Pinigalio mediterraneus* (RAIF, 2011).

2.5.2.6. Orden Diptera: Familia Tachinidae



Figura 79. Ejemplar adulto de la familia Tachinidae (Stærkeby, 2010)

Las larvas de la familia Tachinidae son parásitos internos de otros insectos, la gran mayoría lo son de larvas de lepidópteros (Nájera y Souza, 2010). Pueden ser más o menos específicos, pero hay algunos que pueden desarrollarse en gran variedad de hospedadores (Nájera y Souza, 2010). Los adultos (figura 79) se alimentan de néctar y polen de las flores y de la melaza producida por los pulgones y escamas (Nájera y Souza, 2010). Al ser visitantes de flores, pueden ser importantes polinizadores (Nájera y Souza, 2010). Un ejemplo de esta familia es la especie *Trichopoda pennipes*, que deposita sus huevos sobre individuos de *Nezara* (Peris, 1998).

El tamaño de los adultos de esta familia varía de 2 a 20 mm (Nájera y Souza, 2010). Su ciclo biológico se expone en la figura 80.

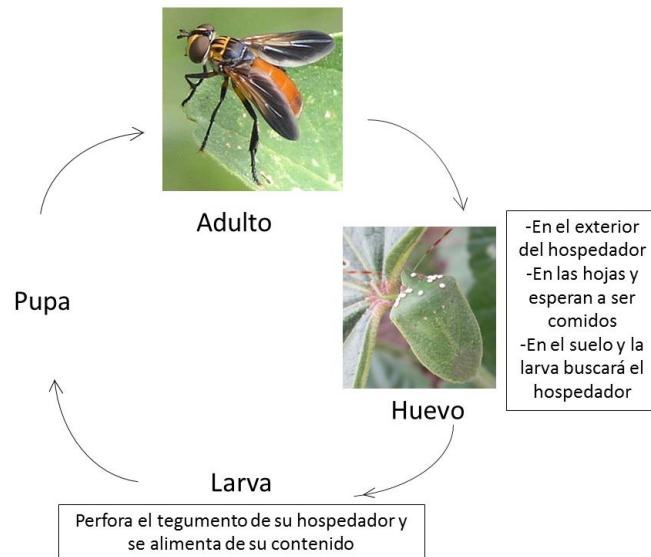


Figura 80. Ciclo biológico de la familia Tachinidae (Nájera y Souza, 2010).

3. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este trabajo final de máster consisten en:

- Seleccionar y combinar las especies vegetales más adecuadas para dar lugar a infraestructuras ecológicas óptimas y favorecer la presencia de fauna auxiliar en las parcelas de estudio.
- Monitorear los insectos plaga y fauna auxiliar existentes en las parcelas.
- Estudiar la dinámica de los mismos dentro de cada parcela.
- Comparar los rendimientos de las tres parcelas para verificar la eficacia de los insectos polinizadores.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Material

Durante la realización de este estudio se han utilizado los siguientes materiales: una mezcla de especies vegetales de bandas floridas, trampas funnel y colmenas de abejorros.

4.1.1. Bandas floridas



Figura 81. Flores de las especies vegetales de las bandas floridas. a) *Calendula officinalis*, b) *Centaurea cyanus*, c) *Centaurea imperialis*, d) *Chrysanthemum leucanthemum*, e) *Chrysanthemum carinatum*, f) *Coreopsis tinctoria*, g) *Cosmos sulphureus*, h) *Cosmos bipinnatus*, i) *Helianthus annuus*, j) *Papaver rhoeas*, k) *Phacelia tanacetifolia*, l) *Iberis amara*, m) *Zinnia elegans*, n) *Ammi majus*, o) *Escholtzia californica*, p) *Gypsophila elegans*

En cuanto a las bandas floridas, se utilizó una mezcla formada por 16 especies: *Calendula officinalis*, *Centaurea cyanus*, *Centaurea imperialis*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Chrysanthemum carinatum*, *Coreopsis tinctoria*, *Cosmos sulphureus*, *Cosmos bipinnatus*, *Helianthus annuus*, *Papaver rhoeas*, *Phacelia tanacetifolia*, *Iberis amara*, *Zinnia elegans*, *Ammi majus*, *Escholzia californica* y *Gypsophila elegans* (figura 81).

La elección de esta mezcla está basada en un estudio bibliográfico previo de 114 especies (Ver Anexo 1) en el que diversas características hacen factible la selección y combinación final de las especies descritas. Así por ejemplo, el color de los pétalos, el polen, la altura de las plantas o el olor, que son factores que pueden servir de atrayente o repelente a insectos plaga y fauna auxiliar (incluyendo a los polinizadores), son varias de las características utilizadas para su selección, además de las condiciones edafoclimáticas a las que están adaptadas.

A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las especies utilizadas.

- a) *Calendula officinalis* es una especie clasificada dentro de la familia asteráceae o compositae (Herbario UIB, 2017). Se trata de una planta herbácea, aromática, pubescente, y grandulosa que puede ser anual o perenne (Muñoz, 2004; Blanca 2011). El tallo es erecto o arqueado-ascendente, con una altura que varía entre 15 y 60 cm, difuso o procumbente, ramificado y generalmente con hojas casi hasta el ápice (Muñoz, 2004; Blanca, 2011). Éstas son alternas, enteras o dentadas, siendo las inferiores cortamente pecioladas y oblongolanceoladas, las medias sésiles de elípticas a oblongas, auriculado-amplexicaules (Muñoz, 2004; Blanca, 2011). Florece desde abril hasta noviembre, dando flores externas liguladas de color amarillo o anaranjado generalmente miden 2 cm de largo y flores tubulosas que normalmente del mismo color que las liguladas, aunque a veces son parduzcas (Muñoz, 2004). Es una planta hemicriptófita poco exigente respecto al suelo, aunque prefiere suelos arcillosos (Muñoz, 2004). Está adaptada al clima templado, pero resiste heladas y sequías (Muñoz, 2004). Se ha demostrado que esta especie sirve de refugio para *Macrolophus* tanto en estado adulto como larvario (Alomar *et al.*, 2006; López, 2010). Es una especie que aloja gran número de chinches depredadoras e incluso permite la prolongación a lo largo del invierno de las mismas (Biurrun *et al.*, 2014).
- b) *Centaurea cyanus* es una especie anual de la familia asteraceae caracterizada por poseer capítulos con flores liguladas generalmente de color azul metálico, con las flores tubulares de color rojizo, durante su floración que va de mayo a julio (herbario UIB, 2017). Su olor es débil pero agradablemente aromático (Al-Snafi, 2015). Las hojas son lineales, alternas, pubescente tanto en el haz como en el envés, grisáceas y presentan una prominente vena central (herbario UIB; Al-Snafi, 2015; Chiru *et al.*, 2015). Presenta un tallo de hasta 3 mm de diámetro, el cual es fistular, verde claro, surcado longitudinalmente y

ligeramente pubescente (Al-Snafi, 2015). Esta especie alcanza un tamaño que varía entre 1 y 1.5 m y habita en campos de secano de clima templado (herbario UIB, 2017; Chiru *et al*, 2015). Esta especie posee gran atractivo para los ácaros depredadores, y debido a su color azul también lo es para los sírfidos (Biurrun *et al.*, 2014).

- c) *Centaurea imperialis* es una especie anual de la familia asteraceae de 100 cm de altura que tiene hojas lineales. Presenta flores aromáticas con una gama de colores que van desde el blanco al rosa y al azul lavanda. Esta especie atrae a la fauna auxiliar debido al color, y polen de sus flores, además de por su altura, la cual es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.
- d) *Chrysanthemum leucanthemum* es una especie perenne de un tamaño de 20 a 80 cm de la familia asteraceae (Hanan y Mondragón, 2009). Su tallo es simple, erecto, firme, glabro o esparciadamente piloso. Las hojas son alternas, glabras, oblanceoladas o espatuladas, de 4 a 15 cm de largo y su margen presenta dientes redondeados (Hanan y Mondragón, 2009). Florece de mayo a octubre, momento en el que desarrollan inflorescencias en capítulos con flores liguladas femeninas de color blanco en el exterior y flores tubuladas hermafroditas en el disco de color amarillo (Hanan y Mondragón, 2009). Esta especie aporta un atractivo importante para crisopas y sírfidos (Biurrun *et al.*, 2014).
- e) *Chrysanthemum carinatum* es una planta anual de la familia asteraceae que mide aproximadamente 60 cm (Plants For A Future, 2012). Florece de julio a septiembre, dando inflorescencias en capítulo (Plants For A Future, 2012). Puede crecer en suelos arenosos y arcillosos, prefiriendo suelos bien drenados (Plants For A Future, 2012). En cuanto al pH, puede desarrollarse en suelos ácidos, neutros y básicos (Plants For A Future, 2012). Sus flores liguladas pueden ser de colores blanco, amarillo, naranja, rosa y rojo, y sus flores tubulares del disco son de colores oscuros. Al igual que la especie anterior, es atractiva para crisopas y sírfidos (Biurrun *et al.*, 2014).
- f) *Coreopsis tinctoria* es una especie anual de la familia asteraceae de hasta 80 cm de altura (Plants For A Future, 2012). Florece de junio a septiembre (Plants For A Future, 2012), momento en el que produce flores en capítulos con flores liguladas amarillas en su parte exterior y granates en su parte interior mientras que las flores tubulares del disco son de color granate. Puede desarrollarse tanto en suelos arenosos como arcillosos, prefiriendo los suelos bien drenados (Plants For A Future, 2012). En cuanto al pH puede crecer en suelos ácidos, neutros y básicos. Prefiere suelos secos a húmedos, por lo que puede tolerar la sequía (Plants For A Future, 2012). No puede crecer a la sombra (Plants For A Future, 2012). Su gran producción de polen y su larga floración permite una continuidad en el mantenimiento de auxiliares (Biurrun *et al.*, 2014).

- g) *Cosmos sulphureus* es una especie anual de la familia asteraceae que llega a medir entre 0.3 y 0.9 m de altura (Gilman y Howe, 1999). Su tallo es erecto, verde y delgado, en el que se insertan las hojas simples opuestas de color verde de entre 10 y 20 cm de longitud (Gilman y Howe, 1999). La floración se produce entre los meses de junio y octubre, dando flores grandes y vistosas de colores naranja, rojo, amarillo y oro que tienen una anchura de 5 a 7 cm (Wróblewska, 2016; Gilman y Howe, 1999). Crecen en suelos arenosos, margosos y arcillosos, con un pH ácido o ligeramente alcalino (Gilman y Howe, 1999). Requieren mucha luminosidad y pueden soportar la sequía moderada (Gilman y Howe, 1999). *C. sulphureus* atrae a polinizadores como abejas y mariposas (Wróblewska, 2016). Gracias a la gran cantidad de polen producida y su larga floración permite una continuidad en el mantenimiento de auxiliares (Biurrun *et al.*, 2014).
- h) *Cosmos bipinnatus* es una planta anual de la familia asteraceae de hasta 100 cm de altura (Coproa, 2017). Posee tallos largos y erguidos con hojas opuestas y finas de aspecto plumoso (Coproa, 2017). Florece de Mayo a Septiembre con grandes flores en capítulos al extremo de largos pedúnculos (Coproa, 2017). Las flores tienen una gama de colores desde el blanco al carmesí pasando por rosas, rojos y lilas con el disco central amarillo (Coproa, 2017). Es una planta que resistente muy bien al color (Coproa, 2017). Esta especie es muy importante en producción de polen para favorecer los Antocóridos (Biurrun *et al.*, 2014).
- i) *Helianthus annuus* es una robusta planta anual de entre 0.5 a 3 m de altura de la familia asteraceae (Blanca, 2011). Presenta un tallo erecto hispido generalmente sin ramas (Blanca, 2011; Herbario UPNA, 2017). Sus grandes hojas de 8-40 cm son anchamente ovadas y dentadas, en disposición alterna generalmente, excepto las inferiores que son opuestas (Blanca, 2011; Herbario UPNA, 2017). Florece de julio a octubre, dando una inflorescencia en capítulo terminal de 12-30 cm de diámetro, con flores liguladas amarillas situadas en el exterior y flosculosas hermafroditas, negruzcas o pardas, con una escama interseminar que envuelve parcialmente al ovario, situadas en el disco, el cual tiene 4-25 cm de diámetro (Blanca, 2011; Herbario UPNA, 2017). Esta especie se adapta a diversos climas (templados, tropicales, mediterráneos) y necesita temperaturas ligeramente elevadas para desarrollarse bien, aunque resiste moderadamente las bajas temperaturas, al igual que la sequía (Herbario UPNA, 2017). Prospera tanto en suelos ácidos como en básicos, pero es poco tolerante al encharcamiento y a la salinidad (Herbario UPNA, 2017). Por otro lado, esta especie es muy atractiva para mariquitas y otros insectos que se alimentan de polen (Biurrun *et al.*, 2014).
- j) *Papaver rhoeas* pertenece a la familia papaveraceae. Tiene una altura de 25-35 cm, con tallos simples, aunque a veces ramificados en la base, hispido o hirtos

y rara vez glabrescentes (Blanca, 2011). Las hojas, casi todas basales, son pinnatífidas, pinnatipartidas o pinnatisectas, rara vez subenteras, con segmentos oval-lanceolados, acuminados, el terminal por lo general mayor que los laterales e hispídas (Blanca, 2011). Florece de marzo a junio, generando flores solitarias, actinomorfas y hermafroditas (Blanca, 2011). Estas flores se sitúan sobre largos pedúnculos con pelos blancos, amarillentos o purpúreos (Blanca, 2011). Presentan 4 pétalos rojos generalmente con una mancha basal de color negro-púrpura (Blanca, 2011). Sus numerosos estambres tienen filamentos filiformes y anteras azuladas y su ovario es súpero (Blanca, 2011). Es una especie cosmopótita o subcosmopólita, que se distribuye generalmente en bordes de caminos y terrenos removidos (herbario UIB, 2017). Atrae a la fauna auxiliar debido al color y polen de las flores, además de por su altura, la cual es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.

- k) *Phacelia tanacetifolia* es una planta anual de la familia borraginaceae, de hasta 100 cm de altura, que está recubierta de glándulas y pelos rígidos (Porcuna, 2011). Sus hojas son alternas y están divididas en folíolos con lóbulos de márgenes dentados (Porcuna, 2011). Está adaptada a un amplio rango de tipos de suelos, pero se crece mejor en suelos con buen drenaje, arcillosos, arcilloso-limosos, arenoso-arcillosos, franco-arcillosos y de textura aireada de pH desde 5 hasta 8.5 (Porcuna, 2011). El periodo de floración es de julio a septiembre (Porcuna, 2011). Presenta una inflorescencia en cima escorpioide con flores de tonalidades azules o lavanda de las que sobresalen los estambres. *Phacelia* aparece es una de las veinte flores productoras de miel para abejas melíferas y resulta muy atractiva también para los abejorros (Porcuna, 2011). Su característica de florecer abundantemente y por un período largo puede incrementar el número y la diversidad de los insectos beneficiosos (Porcuna, 2011). Producen abundante néctar lo que sirve de atrayentes de sirfidos y otros depredadores de pulgones (Porcuna, 2011). También se ha demostrado que atrae al parasitoide *Aphytis proclia*, *Aphelinus mali* y *Trichogramma* sp. (Porcuna, 2011). *Phacelia* también es hospedadora de crisopas (Porcuna, 2011).
- l) *Iberis amara*, de la familia brassicaceae, presenta un tallo ramoso que le da un tamaño desde 0 a 40 cm, con hojas caulinares enteras (Aizpuru *et al*, 1999). Florece de abril a julio, con pequeñas flores blancas en corimbos (Aizpuru *et al*, 1999). Esta planta anual puede crecer en zonas con escaso suelo, cunetas, márgenes de campos de cultivo, graveras (Aizpuru *et al*, 1999). Atrae a la fauna auxiliar debido al color y polen de las flores, además de por su altura, la cual es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.
- m) *Zinnia elegans* es una especie de la familia asteraceae que puede tener flores liguladas blancas, crema, verde, amarilla, albaricoque, naranja, rojo, bronce,

carmesí, púrpura o lila, mientras que las flores del disco sin amarillas y negras (Johnson y Kessler, 2007). También pueden ser a rayas, moteadas o bicolors y con tener formas de flores dobles, semidoble, dalia, cactus o pompón (Johnson y Kessler, 2007). Las flores tienen un diámetro de cerca de 5 cm (Johnson y Kessler, 2007). Esta planta anual puede crecer hasta 75 cm de alto (Johnson y Kessler, 2007). Sus hojas son opuestas, gruesas y lanceoladas, de 1 a 10 cm de largo y de 1 a 5 cm de ancho (Johnson y Kessler, 2007). Atrae a la fauna auxiliar debido al color y polen de las flores, además de por su altura, la cual es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.

- n) *Ammi majus* es una especie anual de la familia apiaceae. Presenta individuos glabros de hasta 100 cm, con tallos estriados y hojas 1-2-pinnatisectas de 5-30 cm, con segmentos variables, de elípticas a oblanceoladas, aserradas y con peciolo envainador. Por otro lado, las hojas caulinares son en general más estrechas y presentan dientes hialinos (Blanca, 2011). Florece de junio a septiembre produciendo unas flores blancas, actinomorfas, hermafroditas y pentámeras en umbelas compuestas con 20-55 radios finos (Blanca, 2011; Aizpuru *et al*, 1999). Esta especie es de clima templado. Según Nicholls (2008) posee flores atractivas para los insectos beneficiosos.
- o) *Escholzia californica* es una especie de la familia papaveraceae de 30-60 cm de altura (Blanca, 2011). Presenta tallos ramificados, ascendentes, estriados, glaucos y glabros (Blanca, 2011). Las hojas, de 5-15 cm de largo y 3-8 cm de ancho, son 3-pinnatisectas o 3-pinatipartidas, con segmentos lineares y glaucas (Blanca, 2011). Florece de abril a septiembre, con flores solitarias, actinomorfas y hermafroditas sobre pedúnculos terminales o axilares (Blanca, 2011). Sus cuatro pétalos son de 2-2.5 X 2-3 cm, amarillos o amarillo-anaranjados (Blanca, 2011). Tiene numerosos estambres amarillos de filamentos filiformes y un ovario súpero (Blanca, 2011). Atrae a la fauna auxiliar debido al color y polen de sus flores, además de por su altura, la cual es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.
- p) *Gypsophila elegans* es una especie de la familia caryophyllaceae de aproximadamente 60 cm de altura (Coproa, 2017). Produce multitud de flores blancas sencillas en el extremo de los tallos, los cuales tienen un escaso follaje (Coproa, 2017). Es una planta anual que se siembra desde octubre hasta marzo y florece a los 3-4 meses de ésta. Soporta bien el frío (Coproa, 2017). Atrae a la fauna auxiliar gracias al color y polen de sus flores. Por otro lado su altura es atractiva para la movilidad de los insectos con respecto a la altura a la que ellos vuelan o pueden desplazarse.

4.1.2. Trampas funnel



Figura 82. Una de las trampas funnel colocadas en las parcelas de ensayo.

Las trampas funnel (figura 82) se componen de cuatro piezas: la tapa superior, que evita la entrada de agua a su interior, el embudo, que facilita la entrada de las polillas impidiendo a su vez que se escapen, el recipiente, donde caen los insectos capturados y el cestillo en el que se coloca la feromona, el cual se encuentra anclado en un orificio de la tapa superior.

Los lepidópteros se sienten atraídos por las feromonas sexuales, por lo que van hacia la trampa y vuelan alrededor del cestillo hasta acabar agotados, momento en el que caen dentro de la trampa (Biobest, 2017). A éstos les resulta imposible salir del recipiente y finalmente morirán en su interior (Biobest, 2017).

4.1.3. Abejorros



Figura 83. Obrera de la especie *Bombus terrestris* (Francok, 2015).

Mundialmente se ha producido una acusada disminución de los insectos polinizadores debido a dos factores principalmente: 1) El uso continuado y abusivo de ciertos pesticidas en los cultivos y 2) los cambios producidos en el hábitat, dificultando la capacidad de adaptación de los polinizadores en el medio y perturbando las funciones biológicas de anidar, descansar y procrear (Valdés, 2013).

Las colmenas de abejorros establecidas contienen individuos que pertenecen a la especie *Bombus terrestris*. Estos himenópteros de la familia Apidae desempeñan un importante papel en la agricultura debido a su alto nivel de polinización, consiguiendo así un mayor rendimiento de producción en las explotaciones agrícolas que los utilizan. Es positivo utilizar colmenas de abejorros, ya que estos tienen una mayor capacidad de trabajo que las abejas debido a que pueden visitar un mayor número de flores y transportar gran cantidad de polen por su mayor superficie de contacto con los estambres y pistilos (Bichelos, 2016). Además están menos influenciados por el clima, pudiendo trabajar con el cielo nublado, fuerte viento, lluvia e incluso a bajas temperaturas, y trabajan durante más tiempo (Bichelos, 2016).

B. terrestris tiene el cuerpo recubierto de pelo y es de color negro, con una banda amarilla en el tórax y en el abdomen y una blanca al final de éste (figura 83) (Bichelos, 2016; Koopert, 2017).

Los abejorros necesitan dos tipos de alimento: polen y néctar (Bichelos, 2016). Del polen obtienen las proteínas necesarias para el crecimiento del insecto y para la construcción de la colonia, mientras que del néctar obtienen los azúcares necesarios para el aporte energético de los abejorros (Bichelos, 2016).

4.2. Métodos

4.2.1. Localización y ubicación de las parcelas

Las parcelas de ensayo se encuentran en el municipio de Villafranca, Navarra, situado en el valle del Ebro (figura 84). Ésta es la segunda cuenca de mayor extensión geográfica de la península ibérica, con una superficie de 85.362 Km², después de la del Duero, con 98.073 Km² (CHD (Confederación hidrográfica del Duero), 2017; CHE (Confederación hidrográfica del Ebro), 2017).

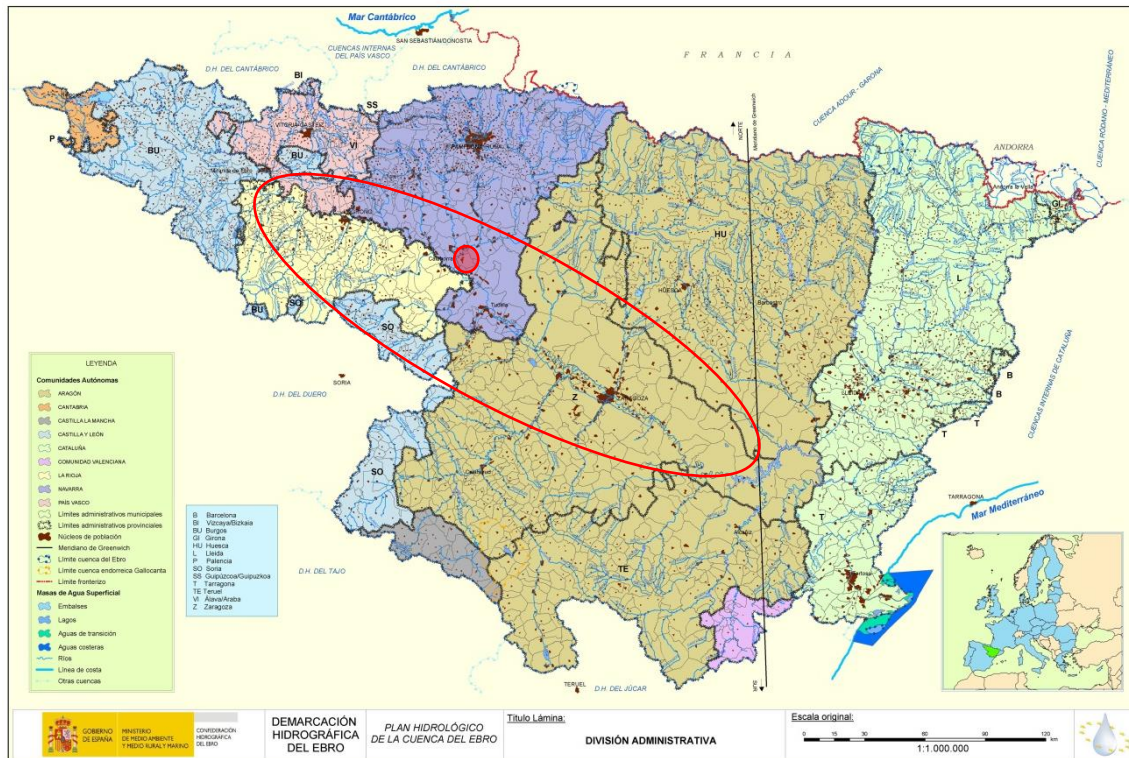


Figura 84. Cuenca hidrográfica del Ebro. Rodeado de rojo, el área de producción hortícola de la zona media del Valle del Ebro. En sombreado, se encuentra Villafranca, donde se localizan las parcelas de experimentación de este estudio. (CHE, 2017).

La climatología, menos extrema que en otras latitudes peninsulares, hace de esta zona uno de los principales lugares dedicados a la producción de hortalizas de Europa (Fernández, 2014).

4.2.2. Características edafoclimáticas

4.2.2.1. Condiciones climáticas

El clima de Villafranca se caracteriza por las acusadas oscilaciones de temperatura (invierno frío y verano caluroso), la sequía estival y cierzo frecuente e intenso (METEO NAVARRA, 2017). Es de tipo mediterráneo continentalizado del valle del Ebro, en concreto es un clima estepario frío (mediterráneo seco) según la clasificación climática de Köppen o mediterráneo templado (seco) según Papadakis (METEO NAVARRA, 2017).

Sus valores medios anuales más notables son aproximadamente 14-15°C de temperatura, 380 mm de precipitación media anual y 740 mm de evapotranspiración potencial (METEO NAVARRA, 2017).

Para llevar a cabo un estudio climático adecuado a la zona de las parcelas del ensayo, se han obtenido los datos térmicos y pluviométricos de la estación meteorológica más cercana: la manual de Cadreita.

A continuación se muestra la figura 85, dónde se puede ver una comparativa entre las medias de los últimos años y las medias del periodo comprendido entre los meses de abril y agosto del presente año 2017.

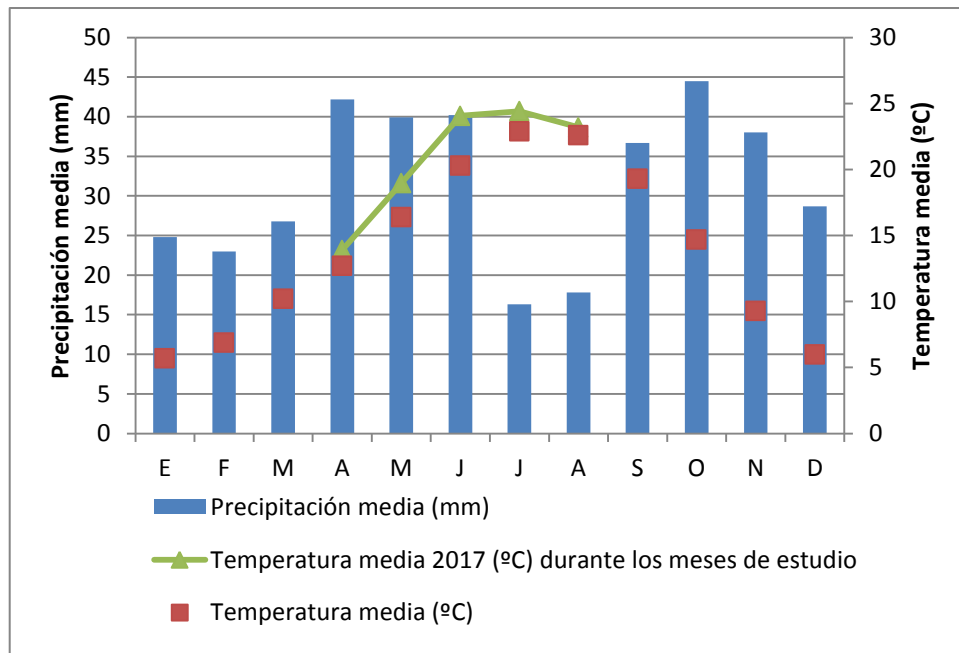


Figura 85. Datos climáticos y pluviométricos de la estación manual climatológica de Cadreita.

4.3. Condiciones edafológicas

Para conocer las condiciones edafológicas de las parcelas de ensayo se realizó un análisis de suelo con el objetivo de caracterizar estos terrenos y comprobar la buena aptitud del mismo para el cultivo de calabaza.

En cuanto a su granulometría, los suelos en los que se desarrolla el estudio están compuestos por el 31.6% de arena, 46.9% de limo y 21.5% de arcilla, por lo que se clasifica según la USDA como un suelo franco.

El pH de estos suelos es de 8.3, por lo que es básico, y contiene un 30% de carbonato cálcico, siendo de esta manera muy calcáreos.

Poseen el 2.05% de materia orgánica oxidable, por lo que tiene una dotación media de ésta. La dotación de fósforo asimilable también es media (12.6 mg/kg (ppm)), mientras que la de potasio asimilable es alta ya que contiene 167.9 mg/kg (ppm) (figura 86).

Parámetros analíticos	Unidades	Dotación			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
Materia orgánica	%	[Barra de dotación media]			
Fósforo asimilable	ppm	[Barra de dotación media]			
Potasio asimilable	ppm	[Barra de dotación alta]			

Figura 86. Dotación de los suelos de las parcelas de ensayo.

4.3.1. Diseño experimental del ensayo

El ensayo realizado en campo en el cultivo de calabaza, enfocado al control de plagas, se realizó en la campaña de verano de 2017.

El cultivo precedente en las 3 parcelas había sido maíz y el cultivo posterior a la calabaza será el brócoli.

4.3.1.1. Tratamientos

Los tratamientos realizados en las distintas parcelas son los siguientes:

- **Parcela con bandas floridas, abejorros y trampas funnel.** En esta parcela (figura 87), de 2.77 has con referenciación en el sigpac 31-254-0-0-2-334:1 se realizó la plantación y siembra de bandas floridas. Se implantaron tres líneas de bandas. Además también se colocaron las nueve colmenas de abejorros.

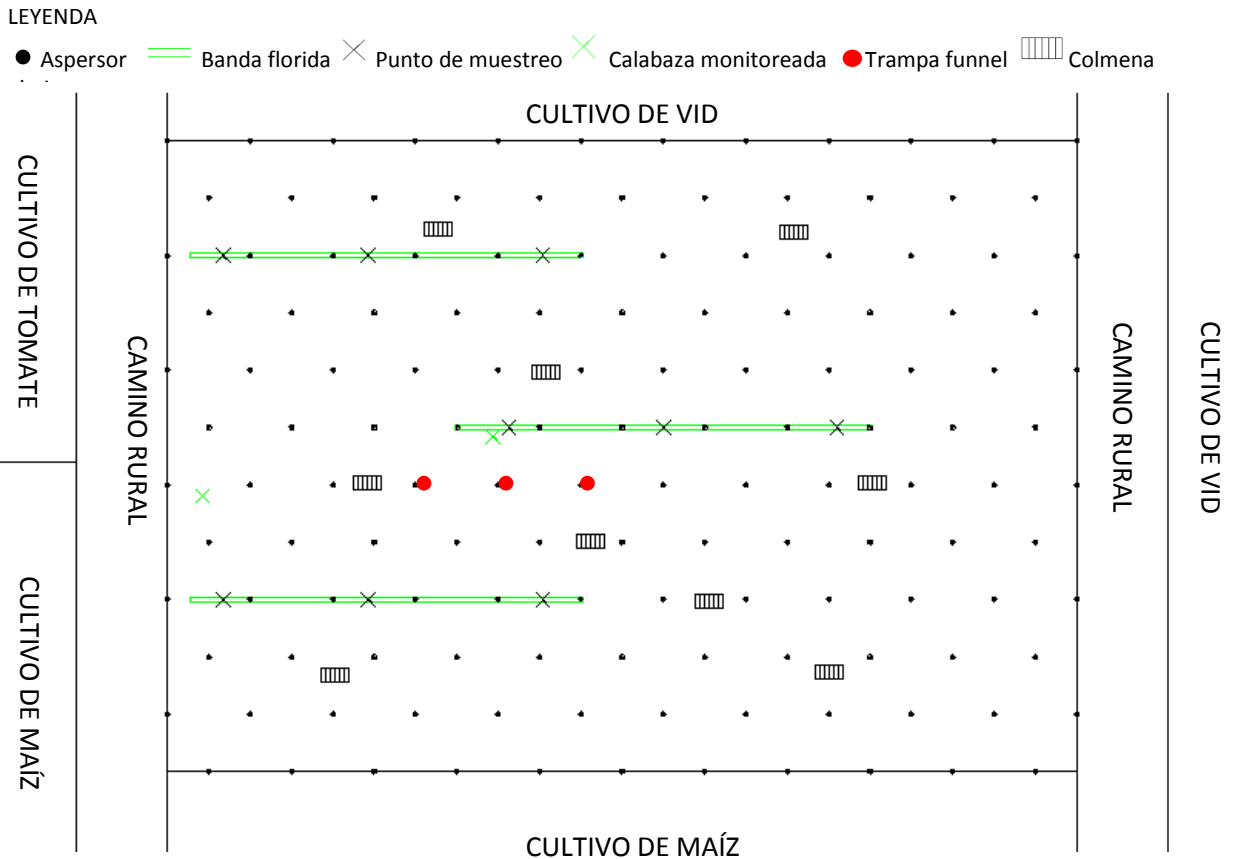


Figura 87. Croquis de la parcela de bandas floridas, abejorros y trampas funnel.

- **Parcela con bandas floridas y trampas funnel.** Esta parcela cultural, que está compuesta por las parcelas catastrales 31-254-0-0-2-322/323/324, cuenta únicamente con dos líneas de bandas floridas y suma una superficie de 1.56 ha (figura 88).

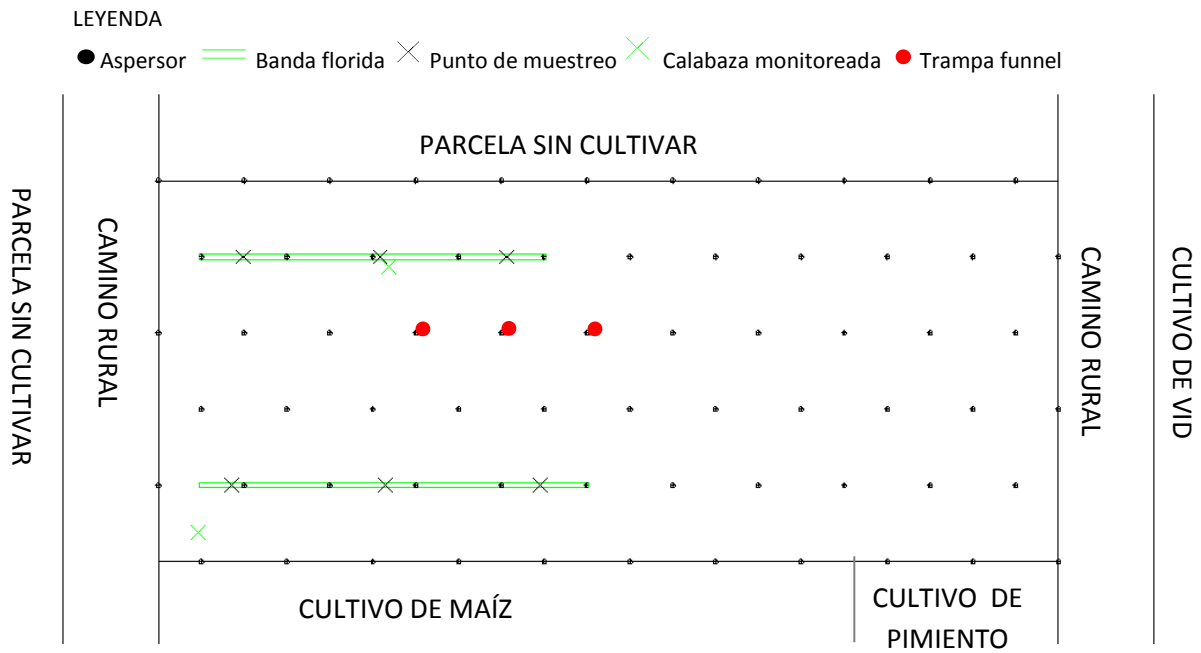


Figura 88. Croquis parcela con bandas floridas y trampas funnel.

- **Parcela testigo.** Parcela cultural formada por las parcelas catastrales 31-254-0-0-2-520/553, de 2.23 ha, que no contiene bandas floridas ni abejorros (figura 89).

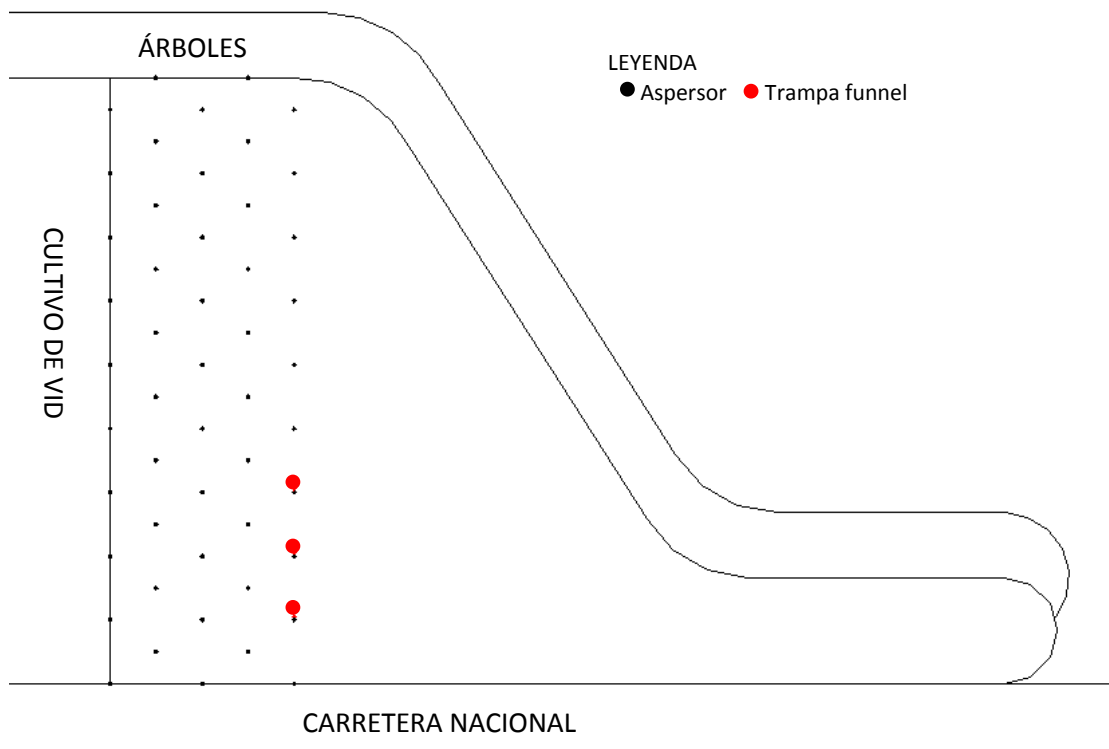


Figura 89. Croquis de la parcela testigo.

En el siguiente cronograma (figura 90) se indican los días en los que se realizaron las distintas actividades en las parcelas de experimentación.

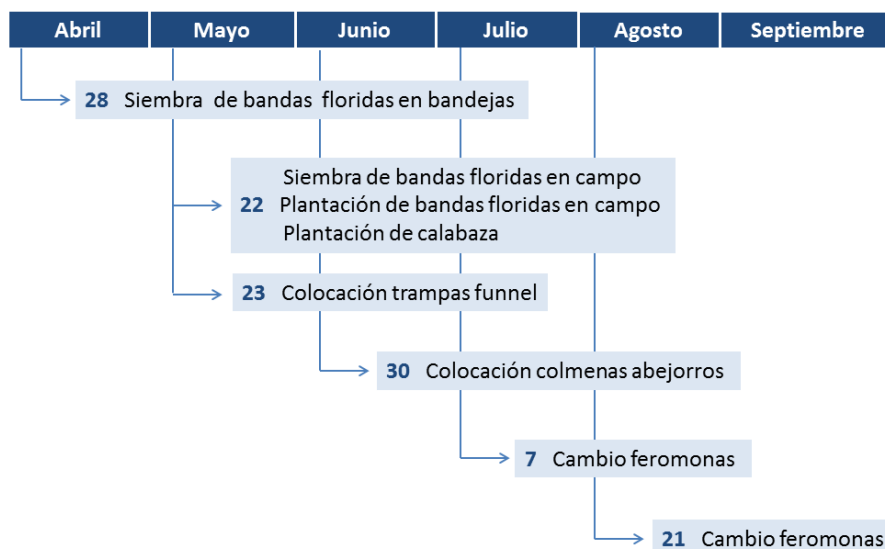


Figura 90. Cronograma de las distintas actividades realizadas durante el estudio.

4.3.1.2. Siembra de bandas floridas

Con las semillas de estas especies se realizaron dos pruebas: siembra en bandejas y siembra directa en campo. La siembra en bandejas se realizó el día 28 de abril de 2017, en la que se sembraron las semillas junto con vermiculita en bandejas que contenían turba. Estas bandejas se regaron semanalmente hasta el día de su plantación, el 22 de mayo de 2017, día en el que también se realizó la siembra directa en campo del resto de bandas floridas.

Para la siembra directa, las semillas se mezclaron con vermiculita y se introdujeron en una sembradora manual. La sembradora constaba de una apertura regulable en su base que permitía regular la cantidad de semilla a sembrar. Las semillas caían por esta apertura a una hélice que giraba con el movimiento de las ruedas y de esta manera se dispersaban homogéneamente.

Las bandas floridas ocupaban 450 m lineales (270 en la parcela de bandas floridas con abejorros y 180 en la parcela de bandas floridas) y 0.5m de ancho, dando 225m². Se utilizó 3kg de semillas para 4.33 Ha de cultivo, ocupando las bandas floridas el 1% de la superficie de cultivo.

Las bandas floridas se implantaron en las líneas de los aspersores para no entorpecer el manejo del cultivo, además de por ser zonas no cultivables.

4.3.1.3. Colocación de trampas funnel

Las trampas funnel colocaron en las parcelas con propósito de capturar individuos de tres especies de lepidópteros (*Autographa gamma*, *Helicoverpa armígera*, *Spodoptera exigua*) y poder estimar las curvas de vuelo de cada una. Debido a ello, en cada parcela se encuentran tres trampas (una para cada especie), las cuales se localizan en las líneas de los aspersores para no entorpecer el manejo del cultivo y distanciadas como mínimo 15m para no crear interferencias entre las emisiones de las diferentes feromonas.

4.3.1.4. Colocación de las colmenas

Las colmenas se han colocado únicamente en la parcela de tratamiento de bandas floridas y abejorros.

Para una adecuada polinización se deben colocar entre dos y tres colmenas por hectárea, por lo que en esta parcela, que tiene 2.77 ha, se instalan 9 colmenas, cada una de las cuales contienen 300 abejorros. La duración en campo de las colmenas es de dos meses, por lo que no se renuevan por otras.

4.3.2. Manejo de las parcelas de experimentación

El manejo de la parcela de experimentación es llevado a cabo prácticamente en su totalidad por el propietario de la finca, siendo directamente asesorado en todas las intervenciones del cultivo por el técnico de GELAGRI IBÉRICA S.L.

A continuación se describen las principales acciones desarrolladas en la parcela, realizadas siguiendo las recomendaciones habituales en la zona.

- **Suelo y laboreo:**

La parcela de ensayo es prácticamente llana en su totalidad. Con el objetivo principal de obtener una superficie homogénea se llevó a cabo inicialmente un laboreo profundo mediante arado de vertedera para enterrar bien los restos de cultivo anterior y a posteriori un laboreo superficial.

- **Plantación:**

La plantación se realizó el día 22 de mayo. Debido a los altos costes de la planta es necesario llevar a cabo una plantación precisa.

- **Riego:**

Aunque el sistema de riego por aspersión sea fijo en la las parcelas de estudio, el sistema utilizado fue por goteo, con el que se realizó un consumo aproximado de 3500 m³/ha. Los riegos se ajustaron a las condiciones ambientales y a la demanda del cultivo de acuerdo al ciclo correspondiente.

- **Control de malas hierbas:**

No se aplicó herbicida para controlar las hierbas adventicias.

- **Recolección:**

La fecha prevista para la recolección es el 15 de octubre de este año (2017), por lo que los resultados reales referentes al rendimiento serán estimados.

4.3.3. Variables medidas en el ensayo

Las variables medidas en el ensayo corresponden tanto a flora como a fauna:

En primer lugar se estudió la mejor adaptación de la mezcla de especies vegetales (banda florida) en la parcela al aire libre; es decir, se estudió por un lado la implantación de la banda haciendo una siembra en semillero y una posterior plantación en campo al cabo de un mes; y

por otro lado, la siembra directa en campo al aire libre al mismo tiempo que se plantaba la banda crecida en semillero.

En segundo lugar, se estudió la fauna presente. Se obtuvieron las curvas de vuelo de los lepidópteros plaga tras el monitoreo semanal de las tres trampas funnel de cada parcela, realizándolo siempre a la misma hora para que la actividad de los insectos a lo largo del día no influyese en los resultados de acuerdo con el calendario predeterminado al inicio del estudio (ver anexo 2).

También se realizó semanalmente el monitoreo y estudio de la dinámica de los insectos plaga y fauna auxiliar intraparcelar; tanto en las bandas floridas como en el cultivo.

Por un lado, el monitoreo de las bandas floridas se realizaron tres muestreos de entomofauna en cada banda, uno al inicio, uno en el centro y otro al en el final de la misma. Estos muestreos se realizan mediante la técnica del golpeo, en la cual con ayuda una bandeja de 34 x 24 cm se golpea tres veces la banda florida para que los insectos se suelten y caigan en ella, tras realizarlos se cierra la bandeja rápidamente con una tapa transparente para poder visualizar e identificar los insectos que contiene. La observación de los mismos se llevó a cabo con una lupa adecuada para ello.

Por otro lado, el monitoreo de la fauna presente en el cultivo se realizó en dos plantas de calabaza seleccionadas en cada parcela: una planta de calabaza en el interior y otra en la zona más exterior de la parcela. Estos monitoreos consistieron en la realización de una minuciosa búsqueda de insectos, en la totalidad de la planta, para identificar y cuantificar cualquier individuo presente en ella. Los monitoreos se llevaron a cabo de forma constante, durante 2 meses que duró el trabajo de campo, y a la misma hora, para minimizar la influencia de la luz y la temperatura en la actividad de los insectos.

La localización de las plantas de calabaza seleccionadas para el muestreo, de las bandas floridas de las colmenas de abejorros y de las trampas funnel de monitoreo se pueden observar en las figuras 87, 88 y 89.

4.3.4. Análisis estadístico de los datos

Con la ayuda del programa SPSS 15.0 para Windows y con el método de estudio ANOVA de 1 factor, se procedió a la búsqueda de diferencias significativas entre los tratamientos de los ensayos. De tal modo que si P obtenido es pequeño ($P < 0,05$) es improbable que las diferencias entre lo observado en los resultados y lo esperado del estudio se deban al azar.

Así mismo, por el método de Tukey, se procedió al tratamiento post hoc de los datos para conocer entre qué tratamientos, de los ensayos realizados, existían diferencias significativas y entre cuáles no.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Bandas floridas

Las bandas floridas sembradas en bandejas germinaron en un ambiente con escasa intensidad lumínica por lo que se encontraban algo etioladas y tras su trasplante algunas de ellas murieron.

Por otro lado, las bandas floridas sembradas directamente en campo, un mes más tarde que las sembradas en bandeja, empezaron a germinar sin problemas 9 días después de su siembra, el 31 de mayo.

En cuanto a la floración, las bandas floridas comenzaron a florecer unos 40 días después de su siembra. En la figura 91 se presenta las fechas de inicio de floración de cada una de las especies de las bandas floridas.

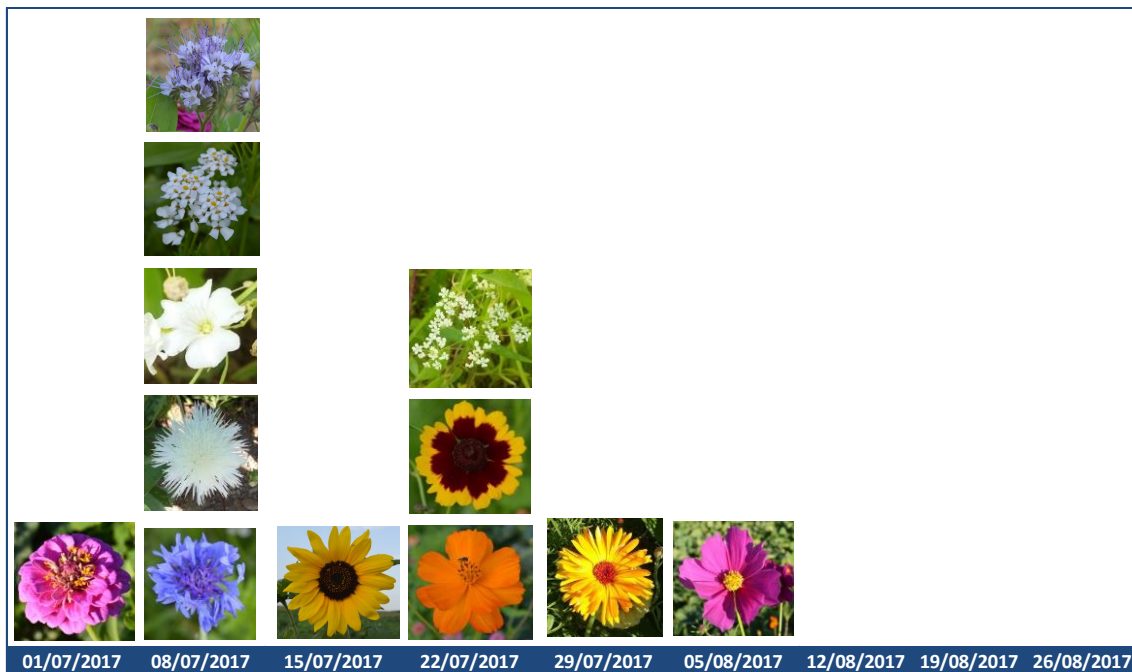


Figura 91. Fechas de inicio de floración de las especies vegetales de las bandas floridas.

En la figura 91 se puede observar cómo, de las 16 especies sembradas en campo, florecieron 12 (*Zinnia elegans*, *Phacelia tanacetifolia*, *Iberis amara*, *Centaurea cyanus*, *Gypsophila elegans*, *Centaurea imperialis*, *Helianthus annuus*, *Cosmos supleurus*, *Coropsis tinctoria*, *Ammi majus*, *Calendula officinalis* y *Cosmos bipinnatus*) y 4 de ellas no consiguieron este fin en las fechas en las que se realizó el ensayo (*Papaver rhoeas*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Chrysanthemum carinatum* y *Escholtzia californica*). Las causas de que estas 4 especies no floreciesen pueden ser por diversas causas. En el caso de *Papaver rhoeas*, cuya floración teórica va de los meses de marzo a junio, puede ser que no floreciese debido a que al realizarse la siembra a finales de mayo no le diese tiempo a completar su ciclo. En las otras tres especies, su ciclo de floración teórica se encuentra dentro de los meses de estudio (*Chrysanthemum leucanthemum* florece de mayo a Octubre, *Chrysanthemum carinatum* de

Julio a Septiembre y *Escholtzia californica* de Abril a Septiembre), por lo que la causa de que no hayan florecido puede ser debida a la competencia con las malas hierbas.

Por otro lado, en la figura 92, se muestra el calendario de floración real (desde la siembra y plantación hasta el final del ensayo) de nuestros ensayos; y puede verse cómo desde el 1 de julio hasta el 4 de agosto hubo nuevos inicios de floración de distintas especies. Como se puede apreciar, la floración de las bandas, se ha mantenido durante todo el ciclo del cultivo de calabaza; favoreciendo así la fauna auxiliar en la parcela.













Especies		MAY	JN	JL	AG	SEP
1	<i>Zinnia elegans</i> 			■	■	■
2	<i>Phacelia tanacetifolia</i> 			■		
3	<i>Iberis amara</i> 			■	■	■
4	<i>Centaurea cianus</i> 			■	■	■
5	<i>Gypsophila elegans</i> 			■	■	■
6	<i>Centaurea imperialis</i> 			■	■	■
7	<i>Helianus annus</i> 				■	■
8	<i>Cosmos supleurus</i> 				■	■
9	<i>Coropsis tinctoria</i> 				■	■
10	<i>Ammi majus</i> 				■	■
11	<i>Calendula officinalis</i> 				■	■
12	<i>Cosmos bippinatus</i> 				■	■
13	<i>Papaver rhoeas</i>					
14	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>					
15	<i>Chrysanthemum carinatum</i>					
16	<i>Escholtzia californica</i>					

Figura 92. Calendario de floración de las especies vegetales de las bandas floridas.

Todas las especies han florecido dentro su periodo de floración teórica y algunas especies han comenzado la floración a finales de su periodo teórico pero han retrasado su final de

floración, como es el caso de *Centaurea cyanus*, cuya floración teórica es de mayo a julio y en este ensayo su floración ha comenzado en julio y se ha mantenido hasta septiembre. Ocurre lo mismo con *Iberis amara*, puesto que teóricamente florece de abril a julio y en la práctica de este ensayo lo ha hecho de julio a septiembre. La causa del retraso y de la floración de estas dos especies puede ser debido a la tardanza en la fecha de siembra.

Por otro lado, *Pharcelia tanacetifolia* ha acertado, en este ensayo, su periodo de floración ya que únicamente ha florecido durante el mes de julio; cuando teóricamente debiera haberse alargado hasta septiembre. La razón de este corto periodo puede deberse a la competencia con las malas hierbas.

En la figura 93 se puede observar una de las dos bandas floridas de la parcela de bandas floridas en dos fechas diferentes: el 22 de julio y el 12 de agosto.



Figura 93. A la izquierda imagen de una de las dos bandas floridas de la parcela de bandas floridas tomada el día 22 de julio y a la derecha imagen de la misma banda florida tomada el 12 de agosto.

5.2. Monitoreo de trampas funnel para los tres ensayos

Tras realizar el monitoreo semanal de las tres trampas funnel, en las tres parcelas del ensayo, se han obtenido las curvas de vuelo, para los lepidópteros noctuidos que afectan al cultivo estudiado, tal y como se muestran en las figuras 94, 95 y 96.

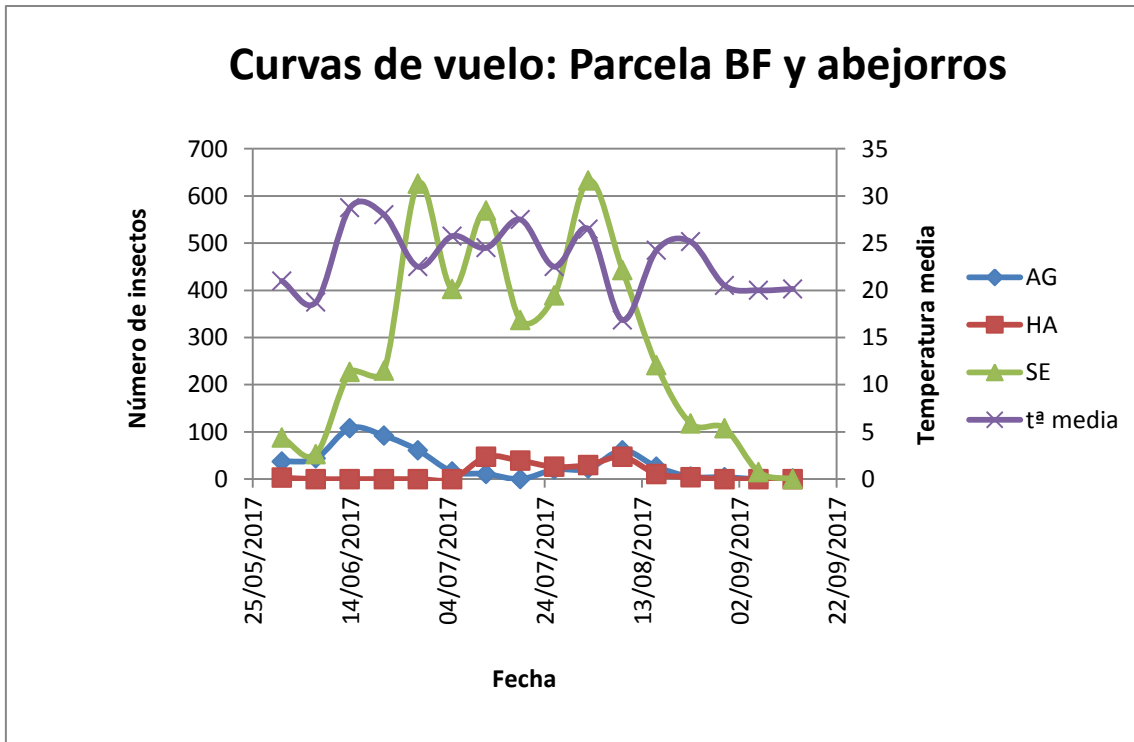


Figura 94. Monitoreo de AG (*Autographa gamma*), HA (*Helicoverpa armigera*) y SE (*Spodoptera exigua*) en la parcela experimental de bandas floridas y abejorros.

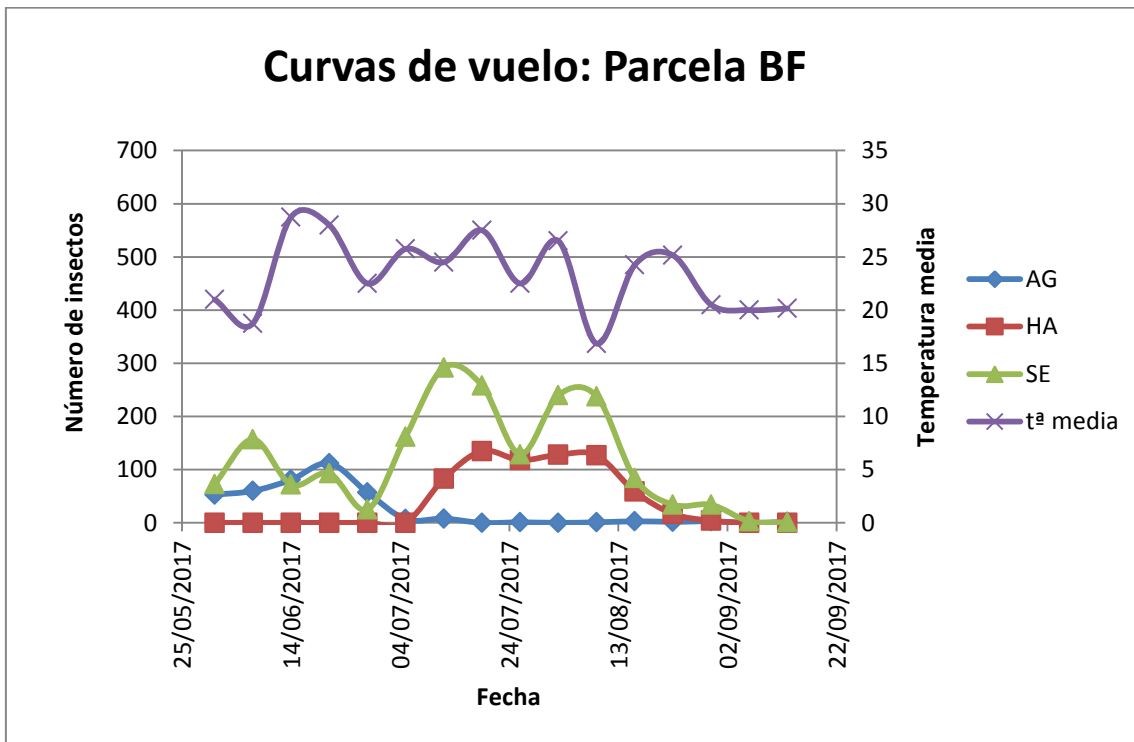


Figura 95. Monitoreo de AG (*Autographa gamma*), HA (*Helicoverpa armigera*) y SE (*Spodoptera exigua*) en la parcela experimental de bandas floridas.

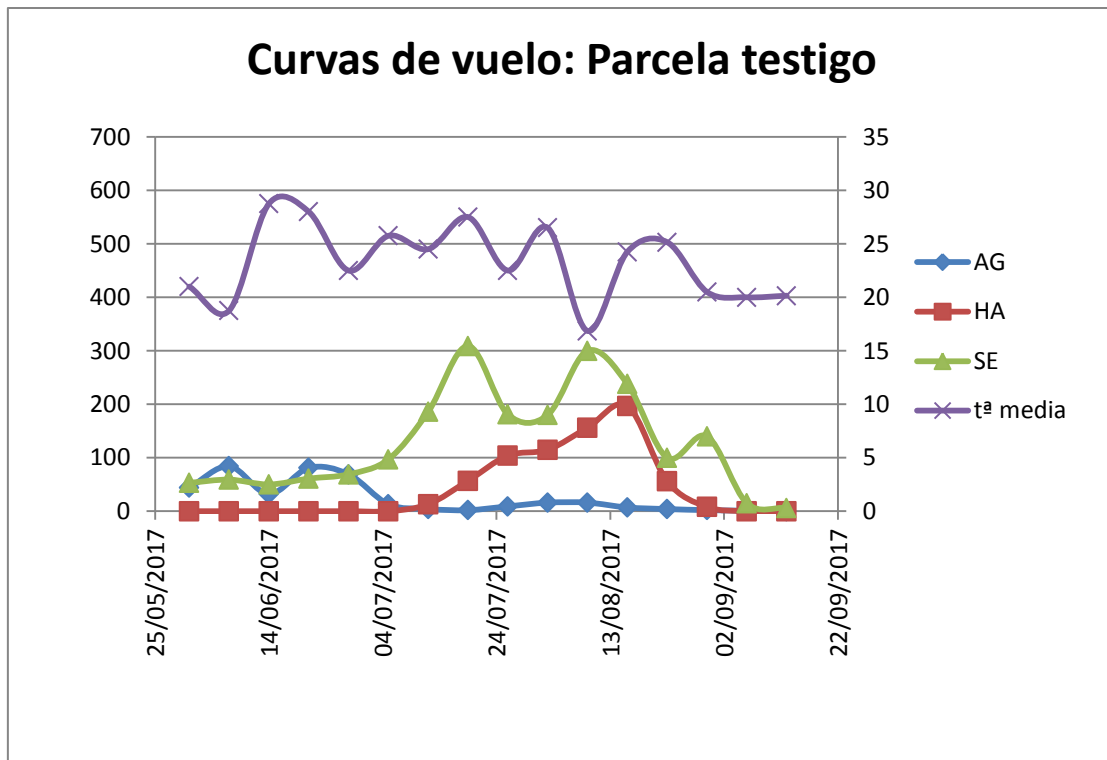


Figura 96. Monitoreo de AG (*Autographa gamma*), HA (*Helicoverpa armigera*) y SE (*Spodoptera exigua*) en la parcela testigo.

En los tres gráficos se observa cómo hay fluctuaciones en el número de individuos de las tres especies, las cuales son debidas a su ciclo biológico. El elevado y constante número de capturas, que se han dado durante todo el ciclo, puede deberse al seco y caluroso verano.

La especie que más incidencia ha tenido en las tres parcelas es *Spodoptera exigua*, seguido de *Helicoverma armigera*, en las parcelas de bandas floridas y testigo, y *Autographa gamma* en la parcela de bandas floridas y abejorros. Por otro lado se observa cómo en las últimas semanas de monitoreo (6 y 13 de septiembre) el número de individuos se hace cero o prácticamente cero concluyendo con el final de la generación.

Comparando las tres parcelas, se puede observar como hay una mayor incidencia de estos insectos en la parcela de bandas floridas y abejorros mientras que la menor incidencia se ha producido en la parcela control. Estas diferencias pueden ser debidas a la situación de las parcelas, ya que la parcela control está más descubierta al viento dominante, dificultando de esta manera, en algunos momentos, el vuelo de los insectos, mientras que las otras dos parcelas están más protegidas de este viento. Por otro lado también pueden influir los cultivos vecinos. La parcela testigo está delimitada por la carretera nacional, una arboleda y un cultivo de viña; la parcela de bandas floridas y abejorros lo está por cultivo de tomate, maíz y viña, y la parcela de bandas floridas por cultivo de maíz, viña y pimiento. Estos insectos plaga son polípagos y prefieren alimentarse de vegetales con hojas tiernas, por lo que es de esperar que se sientan más atraídos por zonas con diversidad de cultivos y cuya proximidad sea relativa; lo que puede explicar una mayor cantidad de estos insectos en la parcela de bandas floridas y abejorros y una menor en la parcela testigo.

El estudio de las curvas de monitoreo de los insectos plaga ayuda a los técnicos del cultivo a la toma de decisiones para realizar las intervenciones oportunas en cada momento; pero además, en lo que a nuestro estudio se refiere, nos sirve de referencia para intuir que puede estar pasando con el resto de insectos plaga (para los cuales no existe feromona comercial) y paralelamente con la fauna auxiliar.

5.3. Evolución de los insectos plaga y de la fauna auxiliar en el cultivo de calabaza

Con los datos obtenidos del monitoreo semanal de las bandas floridas y de las calabazas seleccionadas, y en relación al punto anterior, se ha estudiado la evolución de la fauna auxiliar y de los insectos plaga a lo largo de todo el ensayo.

En la figura 97 se muestra el calendario de aparición de las distintas especies de fauna auxiliar encontradas en las bandas floridas y en las calabazas de referencia.




















Fauna auxiliar		01-07-17	08-07-17	15-07-17	22-07-17	29-07-17	05-08-17	12-08-17	19-08-17	26-08-17
1	<i>Chrysopa</i> 									
2	Aeolotrips 									
3	<i>Hippodamia variegata</i> 									
4	<i>Pinigalio mediterraneus</i> 									
5	Nábidos 									
6	<i>Tachiporus</i> 									
7	<i>Thaumatomyia</i> 									
8	Sírfidos 									
9	<i>Rhynocoris</i> 									
10	Colémbolos 									
11	<i>Orius</i> 									
12	<i>Coccinella septempunctata</i> 									
13	<i>Stethorus pusillus</i> 									
14	Tachínidae 									
15	Abejas 									
16	<i>Mantis</i> 									
17	<i>Podisus maculiventris</i> 									
18	<i>Geocoris</i> 									
19	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> 									

Figura 97. Calendario de aparición de las distintas especies de fauna auxiliar en las bandas floridas y en las calabazas monitoreadas.

Durante el estudio se han encontrado diferentes estadios del ciclo biológico (huevos, larvas, ninfas y adultos) de 19 especies de fauna auxiliar. Se han observado diferencias en la frecuencia de aparición, estando algunas de ellas todas las semanas (*Chrysopa*, *Aeolotrips*, *Pinigalio mediterraneus* y Nábidos) y otras únicamente una (*Podisus maculiventris*). También se observan diferencias en el número de especies encontradas en cada día de monitoreo, apareciendo mayor número de especies los días 5 y 12 de agosto, con 14 especies cada día, seguidas del 19 de agosto (13 especies) y del 26 de agosto (12 especies), mientras que el día que menor número de especies aparecieron fue el 8 de julio, encontrando 8 especies diferentes de fauna auxiliar. Los insectos monófagos, como es el caso de *Psyllobora vigintiduopunctata*, no pueden aparecer en el cultivo en cualquier momento, si no cuando

aparece su alimento en él. Así pues, *Psyllobara vigintiduopunctata* comenzó a visualizarse en el momento en el que apareció oídio en las plantas de calabaza.

Además de insectos depredadores y parásitos que ayudan en el control biológico de plagas, también se han encontrado insectos polinizadores, como las abejas solitarias y los sírfidos, que además de polinizar, estos últimos también son depredadores, pudiendo contribuir entre todos al aumento del rendimiento del cultivo.

Con estos resultados se puede decir que las principales especies de insectos como fauna auxiliar, que aparecen en el cultivo de calabaza en la zona del valle del Ebro, son *Chrysopa*, *Aeolotrips*, *Pinigalio mediterraneus* y Nábidos, ya que se han visualizado todas las semanas de muestreo, seguido de *Hippodamia variegata*, sírfidos y colémbolos, que aparecieron 8 de las 9 semanas de muestreo.

Tal y como muestra las figuras 98 y 99, la fauna auxiliar, identificada en las parcelas a lo largo del estudio, se alimenta de gran diversidad de insectos plaga.

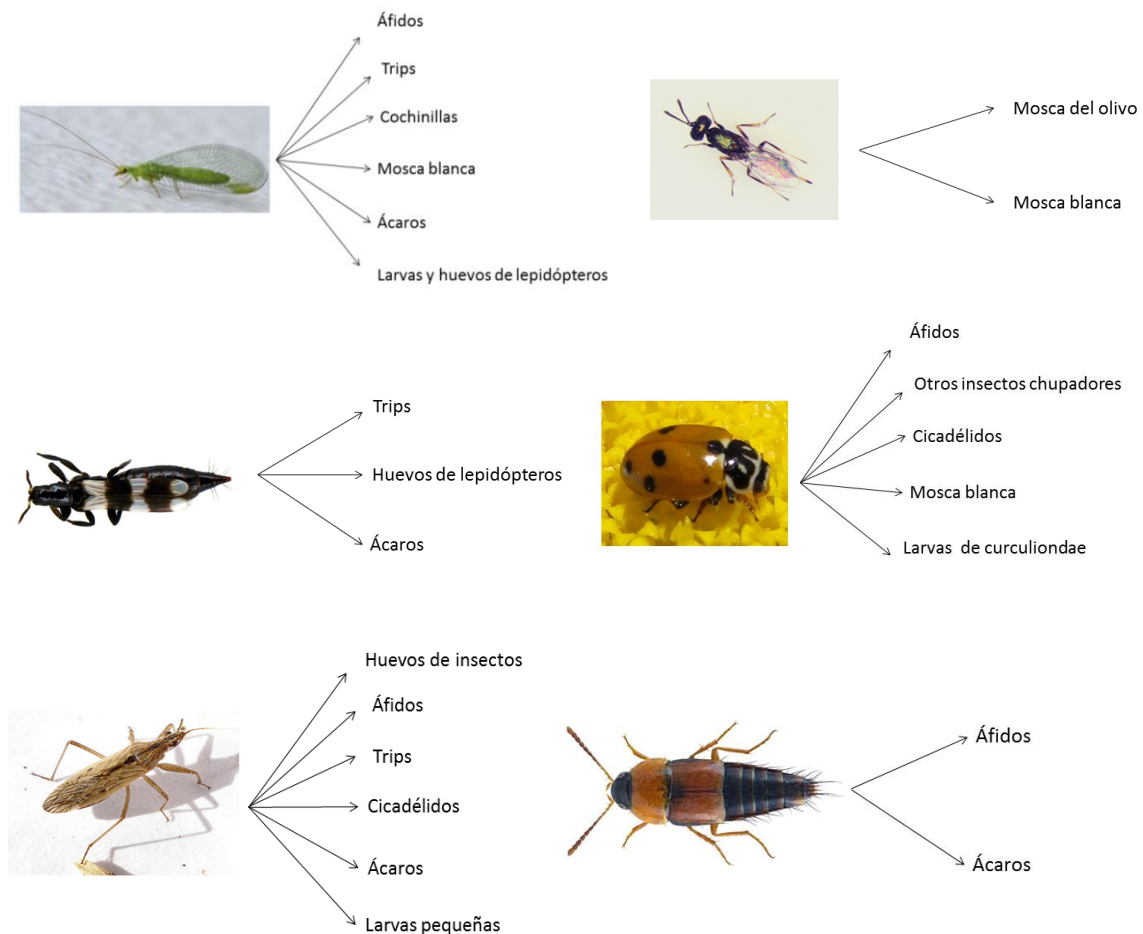


Figura 98. Alimentación de las distintas especies de fauna auxiliar encontradas en el cultivo de calabaza en el valle del Ebro.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

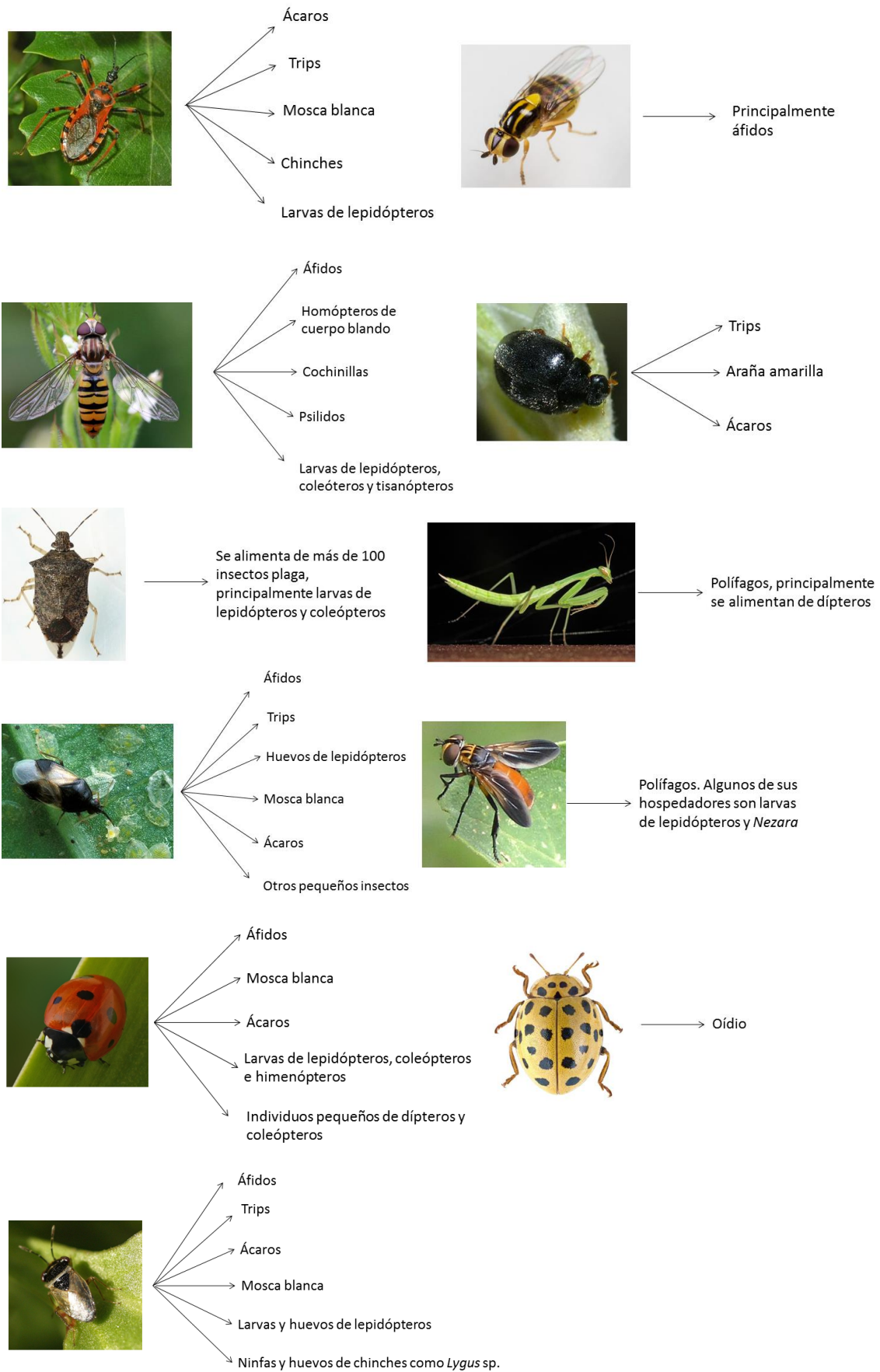


Figura 99. Alimentación de las distintas especies de fauna auxiliar encontrada en el cultivo de calabaza en el valle del Ebro.

Durante los días de monitoreo también se han visualizado insectos plaga. En la figura 100 se presenta el calendario de aparición de los insectos plaga observados en este estudio en las tres parcelas.









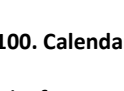
Fauna auxiliar		01-07-17	08-07-17	15-07-17	22-07-17	29-07-17	05-08-17	12-08-17	19-08-17	26-08-17
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Figura 100. Calendario de aparición de los insectos plaga en las parcelas de estudio.

Al igual que en la fauna auxiliar, se han visualizado diferentes estadios biológicos (huevos, larvas, ninfas y adultos) de especies de insectos plaga, en este caso 9. Entre ellos se han encontrado algunos de los principales insectos plaga que atacan a la calabaza (*Autographa gamma*, *Spodoptera exigua*, *Helicoverpa armigera*, mosca blanca y pulgón), pero también otros que no lo son (*Trips*, *Lygus lineolaris*, gorgojo y *Nezara*).

Se observan diferencias en la frecuencia de aparición, identificándose algunas de ellas todas las semanas (*trips* y *Lygus lineolaris*) y una de ellas dos (*gorgojo*). A pesar de que *Autographa gamma* y *Helicoverpa armigera* se hayan encontrado únicamente en dos días de muestreo y *Spodoptera exigua* en cuatro, éstas se encontraban en las parcelas todas las semanas (excepto *Helicoverpa armigera* en la semana del 1 de julio) hasta el 30 de agosto, ya que aparecían en las trampas funnel.

Como indican las figuras 98 y 99, la fauna auxiliar presente en las parcelas se alimenta de todas las especies de insectos plaga que se han visualizado, por lo que la fauna auxiliar podría reducir las poblaciones de todas ellas, pudiendo llevar a cabo un control biológico.

Con los datos obtenidos se han elaborado gráficos de evolución de la fauna auxiliar y de los insectos plaga en las bandas floridas y calabazas monitoreadas por parcela.

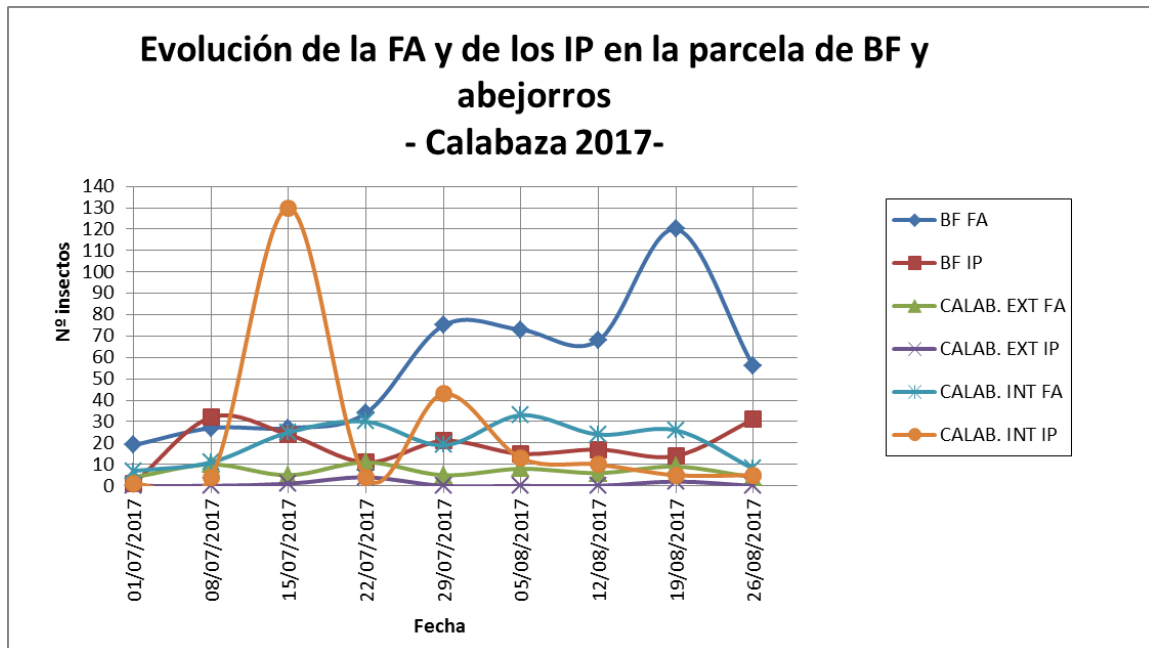


Figura 101. Evolución de la fauna auxiliar (FA) y de los insectos plaga (IP) en la parcela de bandas floridas y abejorros.

En la figura 101 se observa la evolución de los insectos encontrados a lo largo de las semanas de monitoreo en la parcela de bandas floridas y abejorros. Se observa cómo, a excepción del día 15 de julio, en la calabaza de interior (CALAB. INT) aparece un pico de insectos plaga; dicho pico corresponde prácticamente en su totalidad a una puesta de 117 huevos de *Nezara*. El resto de días de monitoreo, en la parcela de bandas floridas y abejorros, se encuentran insectos auxiliares ubicados principalmente, tal y como puede apreciarse en el gráfico 105 de este apartado de resultados, sobre las bandas floridas. Por otro lado, de forma general en esta parcela de ensayo, también se detecta mayor cantidad de fauna auxiliar, tanto en las calabazas estudiadas como en las bandas floridas, que de insectos plaga, a excepción de los días 15 y 29 de julio, en el muestreo de calabaza interior debido a la puesta de huevos.

En la calabaza interior se puede observar una semana después de producirse el pico de insectos plaga el 15 de julio, la fauna auxiliar aumenta, lo que produce un descenso en la población de insectos plaga esa misma semana. Este descenso de insectos plaga hace que disminuya la fauna auxiliar (29 de julio), volviendo a aumentar el número de fauna auxiliar. A partir de esta semana se producen estas mismas fluctuaciones pero no tan notables.

Por otro lado, se observa como el día 26 de agosto en las bandas floridas, al disminuir la fauna auxiliar, la cual podría ser debida a las fechas en las cuales se finaliza las generaciones de esos insectos, los insectos plaga comienzan a aumentar. En las calabazas, no sucede esto, si no que todas las poblaciones disminuyen.

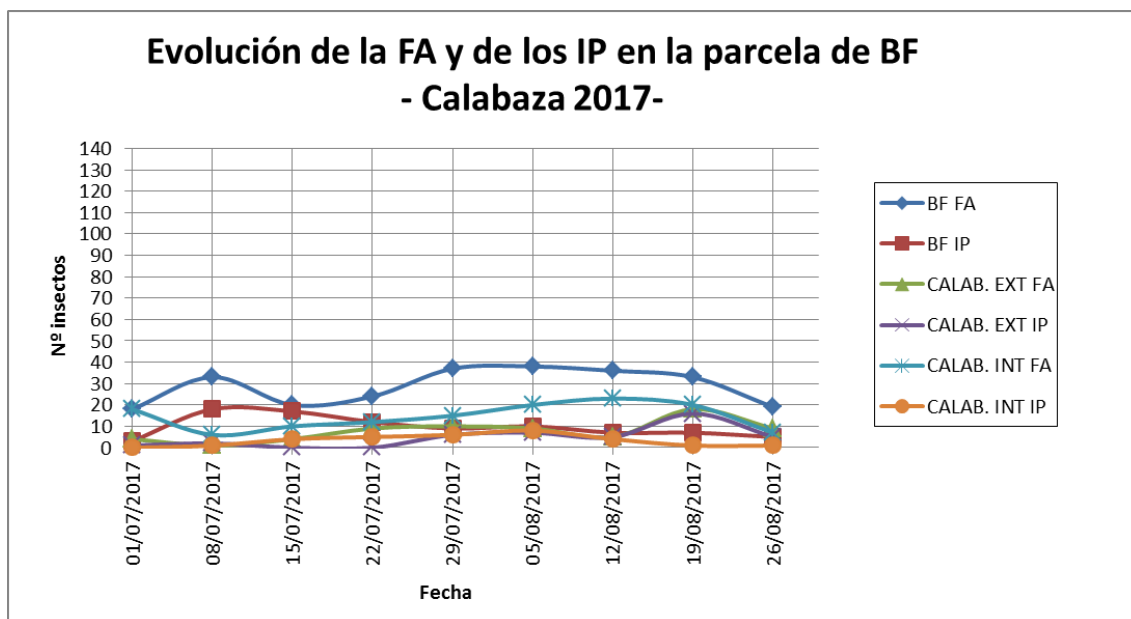


Figura 102. Evolución de la fauna auxiliar y de los insectos plaga en la parcela de bandas floridas.

En la figura 102 se observa la evolución de los insectos en la parcela de bandas floridas. Al igual que en la parcela de bandas floridas y abejorros, hay mayor cantidad de fauna auxiliar que insectos plaga tanto en bandas floridas como en las calabazas.

Se observan pequeñas fluctuaciones en la cantidad de individuos encontrados tanto de insectos plaga como auxiliares, pero no son muy notables. Estas pequeñas fluctuaciones se producen más o menos a la par en la fauna auxiliar y en los insectos plaga. Por otro lado, se observa como al final del estudio disminuye tanto la fauna auxiliar como los insectos plaga en bandas floridas y calabazas, lo cual puede ser debido a las fechas, en las cuales se produciría el final de las generaciones.

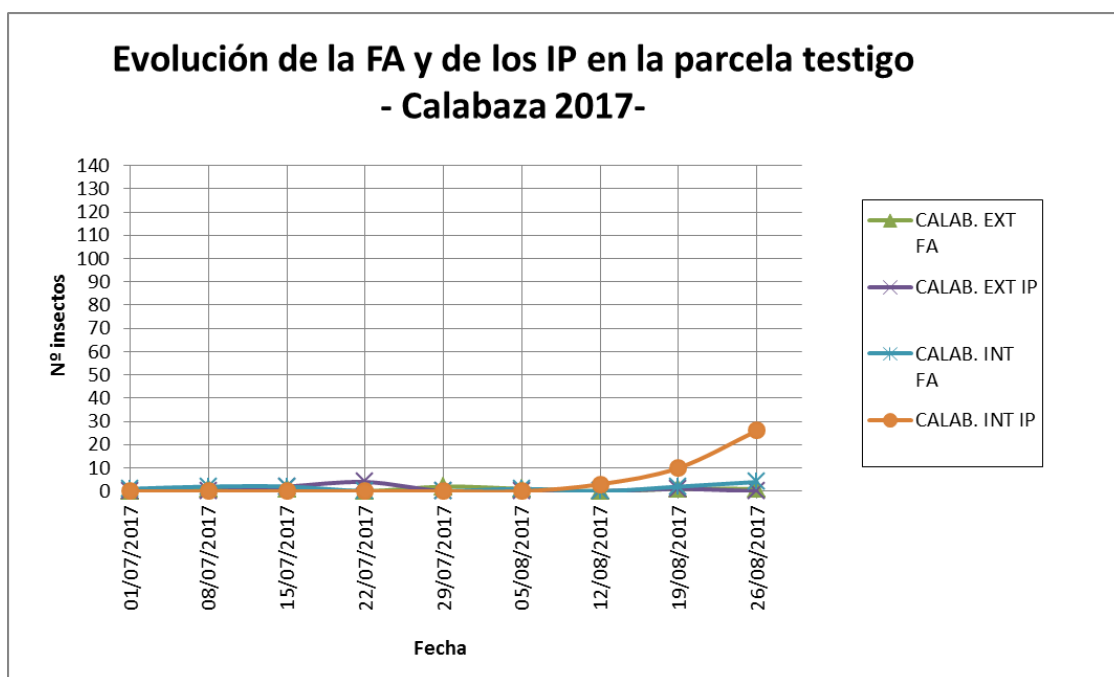


Figura 103. Evolución de la fauna auxiliar y de los insectos plaga en la parcela testigo.

La figura 103 muestra la evolución de los insectos en la parcela testigo. En ella se observa como hay menor número tanto de insectos plaga como auxiliares en comparación con el resto de las parcelas. Por otro lado, hay un mayor número de insectos plaga tanto en la calabaza interior como la exterior (CALAB. EXT) que de insectos auxiliares, produciéndose un aumento en los dos últimos días de muestreo tanto en fauna auxiliar como en insectos plaga, pero siendo mucho mayor en esta última. El resto de los días el número de insectos se mantiene más o menos constante.

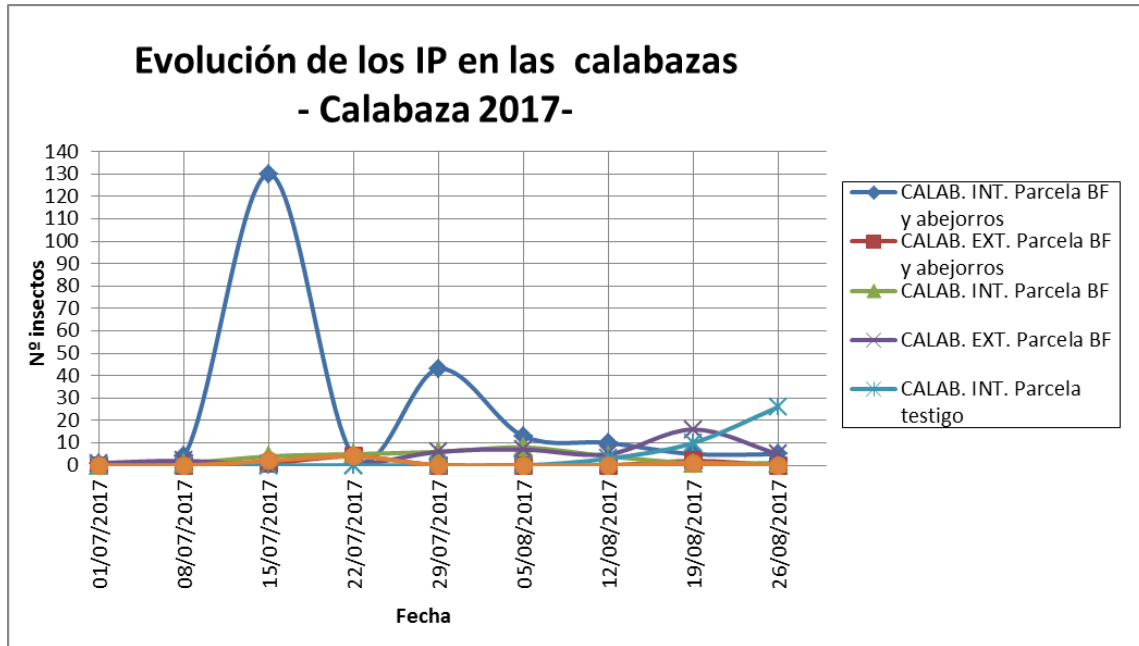


Figura 104. Evolución de los insectos plaga (IP) en las calabazas de las tres parcelas

En la figura 104 se exponen únicamente la evolución de los insectos plaga de las calabazas de las tres parcelas. Se observa, como se ha dicho anteriormente, como la calabaza de interior de la parcela de bandas floridas y abejorros posee mayor cantidad de insectos plaga en comparación con el resto de las calabazas, excepto en las dos últimas semanas, en las que le superan la calabaza de exterior de la parcela de bandas floridas y la calabaza de exterior de la parcela testigo, la cual posee mayor cantidad de insectos plaga en el último día de muestreo. A pesar de ser la calabaza de exterior de la parcela de bandas floridas y abejorros la que mayor cantidad de insectos plaga posee, se observa cómo va disminuyendo a lo largo de las semanas, efecto que puede ser causado por la fauna auxiliar. El resto de calabazas poseen una cantidad de insectos plaga muy baja.

En general se puede decir que la incidencia de los insectos plaga en las calabazas de no ha sido importante. En la parcela testigo este hecho puede ser debido a los cultivos vecinos y al viento dominante, mientras que en las parcelas de bandas y de bandas floridas y abejorros puede ser debido al ataque de la fauna auxiliar, que ha podido conseguir la disminución de las plagas en los cultivos.

En las figuras 105, 106 y 107 se observa el número de insectos plaga y de auxiliares presentes en las bandas floridas y calabazas, de cada parcela de ensayo, de acuerdo a la semana de monitoreo.

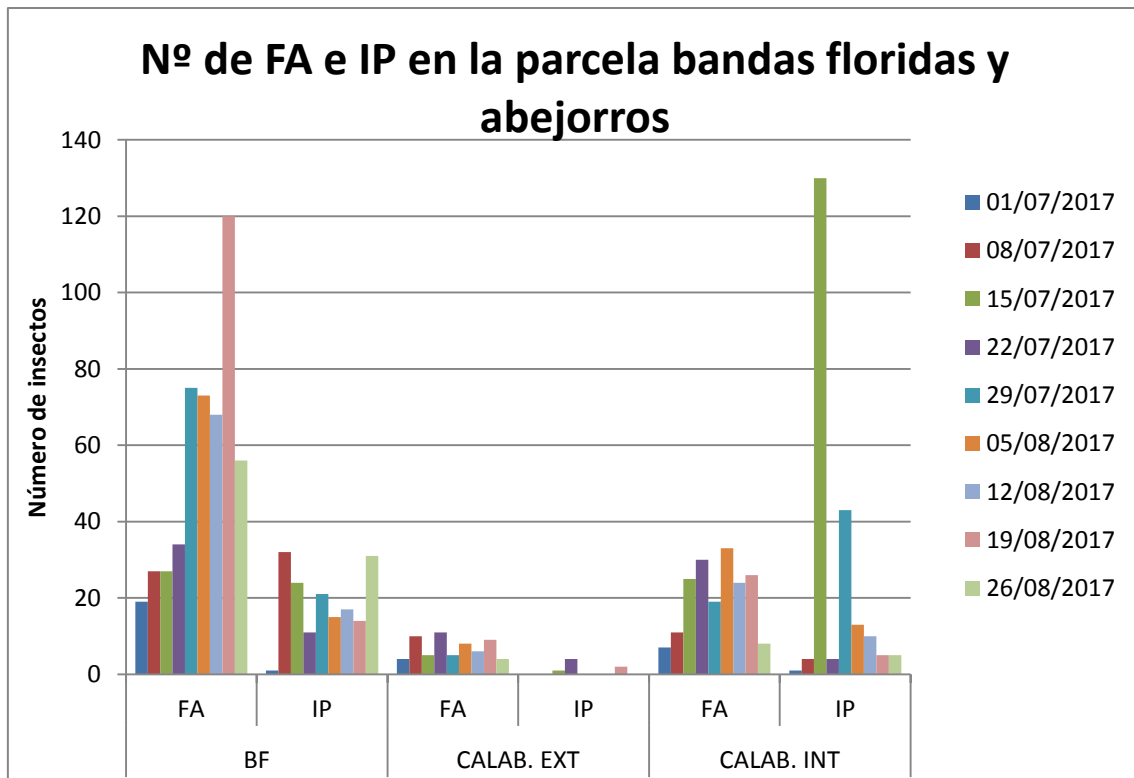


Figura 105. Número de individuos de fauna auxiliar e insectos plaga en las bandas floridas, calabaza exterior e interior de la parcela de bandas floridas y abejorros.

En la figura 105 se puede observar, como se ha dicho anteriormente, que hay un mayor número de individuos pertenecientes a especies de fauna auxiliar que de insectos plaga tanto en las bandas floridas como en las calabazas, a excepción del día 15 y 29 de julio en la calabaza de interior y el 8 de julio en las bandas floridas.

La figura 105 muestra cómo la banda florida contiene muchos más insectos auxiliares que insectos plaga y más insectos auxiliares que las calabazas de referencia, por lo que se podría decir que la banda florida atrae a la fauna auxiliar y la atrae más que a los insectos plaga.

Por otro lado, comparando la calabaza de interior y la de exterior, se observa que la calabaza de interior presenta más fauna auxiliar e insectos plaga que la de exterior. Los insectos acceden a la parcela desde los bordes, por lo que en el exterior debería haber más insectos que en el interior. En este caso podría no ser así debido a la proximidad de la calabaza de interior a la banda florida, la cual permitiría un paso de insectos a la calabaza, o a la mayor densidad de follaje de la planta de interior con respecto a la de exterior.

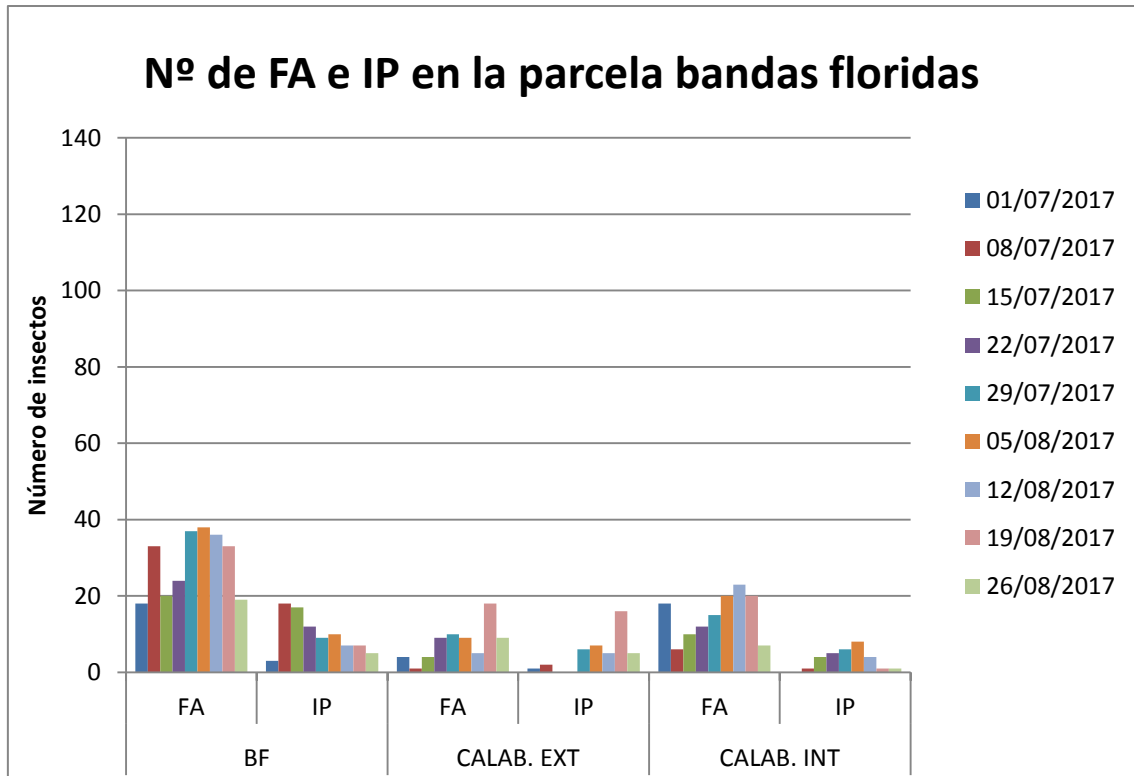


Figura 106. Número de individuos de fauna auxiliar e insectos plaga en las bandas floridas, calabaza exterior e interior de la parcela de bandas floridas.

En la figura 106 se observa el número de insectos que aparecieron en la parcela de bandas floridas. El número es menor tanto en fauna auxiliar como insectos plaga que en la parcela de bandas floridas y abejorros (excepto en la calabaza de exterior donde se encuentran más insectos plaga) hecho que puede ser debido a los cultivos vecinos, como se ha explicado anteriormente.

En esta parcela también se observa que el número de individuos pertenecientes a especies de fauna auxiliar es mayor tanto en bandas floridas como en las dos calabazas que la de insectos plaga.

Al igual que la parcela de bandas floridas y abejorros, hay mayor número de insectos de fauna auxiliar en las bandas floridas que en las calabazas, pero también es mayor en ella el número de insectos plaga. También hay mayor número de insectos auxiliares en la calabaza de interior en comparación con la de exterior, pero en este caso, la calabaza de interior tenía un crecimiento mucho menor que la de exterior, por lo que en este caso el tamaño de la planta no influiría en la cantidad de fauna presente. Debido a esto se podría decir que las bandas floridas tienen más poder de atracción de la fauna auxiliar que la que ejerce el efecto borde.

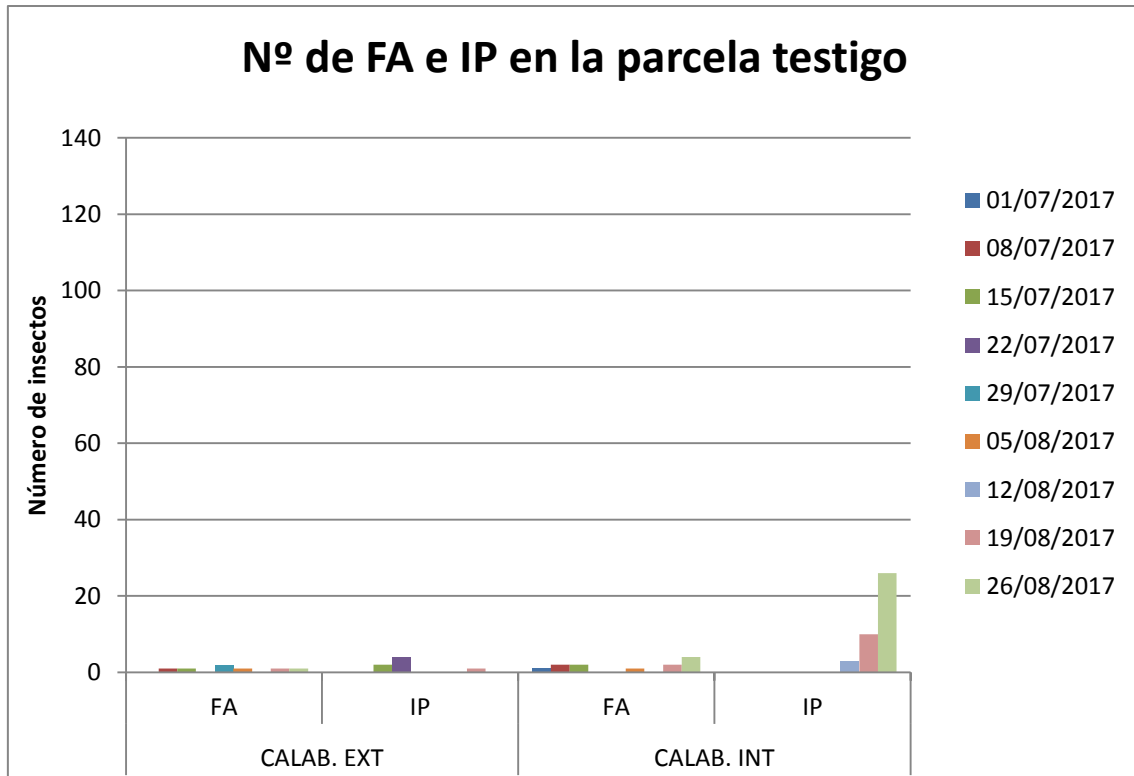


Figura 107. Número de individuos de fauna auxiliar e insectos plaga en las bandas floridas, calabaza exterior e interior de la parcela testigo.

La figura 107 muestra el número de insectos observados en la parcela testigo. Se observa que el número de insectos plaga y fauna auxiliar es menor que en el resto de parcelas. Además se observa como el número de insectos plaga es mayor que la fauna auxiliar en las dos calabazas en varias semanas, siendo mucho mayor que la fauna auxiliar en la calabaza de interior en los tres últimos días de muestreo.

También se observó mayor cantidad de insectos en la calabaza de interior que en la de exterior, echo que podría ser debido al bajo crecimiento que tuvo la calabaza de exterior.

La parcela en la que más insectos se han encontrado es la de bandas floridas y abejorros, mientras que en la que menos es en la control, al igual que sucede en los monitoreos de *Autographa gamma*, *Helicoverpa armígera* y *Spodoptera exigua*, por lo que puede deberse a las mismas causas mencionadas anteriormente.

En la figura 108 se exponen los resultados del análisis estadístico de la comparativa de la fauna auxiliar y los insectos plaga de las tres parcelas con los que se han comentado estos resultados. El análisis estadístico se ha realizado sobre las medias de los resultados.

	Fauna auxiliar en BF	
BF + Abejorros	a	
BF		b
Testigo	-	-

	Insectos plaga en BF	
BF + Abejorros	a	
BF		b
Testigo	-	-

	Fauna auxiliar en C.Ext	
BF + Abejorros	a	
BF	a	
Testigo		b

	Insectos plaga en C.Ext	
BF + Abejorros	a	
BF		b
Testigo	a	

	Fauna auxiliar en C.Int	
BF + Abejorros	a	
BF	a	
Testigo		b

	Insectos plaga en C.Int	
BF + Abejorros	ns	
BF	ns	
Testigo	ns	

Figura 108. Resultados estadísticos de la comparativa de los tres tratamientos (parcela de bandas floridas y abejorros, de bandas floridas y testigo).

Los resultados estadísticos de la figura 108 se han obtenido a partir de los datos de las figuras 109 y 110.

BFFA

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
TESTIGO	9	,00		
BANDA FLORIDA	9		28,67	
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9			55,44
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

CEXTFA

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
TESTIGO	9	,78	
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9		6,89
BANDA FLORIDA	9		7,67
Sig.		1,000	,870

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

Figura 109. Resultados estadísticos de la comparativa de las tres parcelas de ensayo.

CINTFA

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
TESTIGO	9	1,33	
BANDA FLORIDA	9		14,56
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9		20,33
Sig.		1,000	,175

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

BFIP

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
TESTIGO	9	,00		
BANDA FLORIDA	9		9,78	
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9			18,44
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

CEXTIP

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9	,78	
TESTIGO	9	,78	
BANDA FLORIDA	9		4,67
Sig.		1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

CINTIP

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
BANDA FLORIDA	9	3,33
TESTIGO	9	4,33
BANDA FLORIDA+ABEJORROS	9	23,89
Sig.		,203

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

Figura 110. Resultados estadísticos de la comparativa de las tres parcelas de ensayo.

De acuerdo a los resultados estadísticos de la comparación de las parcelas, existen diferencias significativas en el número de insectos auxiliares y plaga visualizados en las bandas floridas en la parcela de bandas floridas y abejorros y la de bandas floridas, siendo ambos menores en esta última, lo cual puede ser debido a los cultivos vecinos.

En comparación de las tres parcelas, no se observan diferencias significativas en el número de fauna auxiliar observada en ambas calabazas entre las parcelas de bandas floridas y bandas floridas con abejorros, pero sí entre estas dos y la parcela testigo, siendo mayor en las parcelas que contienen bandas floridas. En cuanto a los insectos plaga, no hay diferencias significativas entre las tres parcelas en la calabaza de interior, pero sí en la de exterior. No existen diferencias significativas en el número de insectos plaga en esta calabaza entre la parcela de bandas floridas y testigo, pero sí las hay entre estas dos parcelas y la parcela de bandas floridas. Debido a los cultivos vecinos, la parcela de bandas floridas y abejorros tiene más presión de insectos plaga, por lo que en esta podría ser mayor por esta razón. En cambio, la parcela de bandas floridas esta presión no sería tan elevada por lo que sería por ello menor. La fauna auxiliar que contienen estas dos parcelas disminuiría parte de los insectos plaga totales. La parcela testigo, a causa de los cultivos vecinos y del viento dominante tampoco tendría tanta presión de insectos plaga, pero al no tener gran cantidad de fauna auxiliar este número no se vería reducido y por ello podría ser mayor que en la parcela de bandas floridas, pero igual que la de bandas floridas y abejorros que sí que tiene presión.

Debido al mayor número de fauna auxiliar encontrada en comparación con la de insectos plaga en las parcelas que contienen bandas floridas, las bandas floridas podrían ayudar a atraer a esta fauna auxiliar que beneficia al cultivo de calabaza disminuyendo los insectos plaga.

5.4. Dinámica de los insectos plaga y de la fauna auxiliar en los tres ensayos

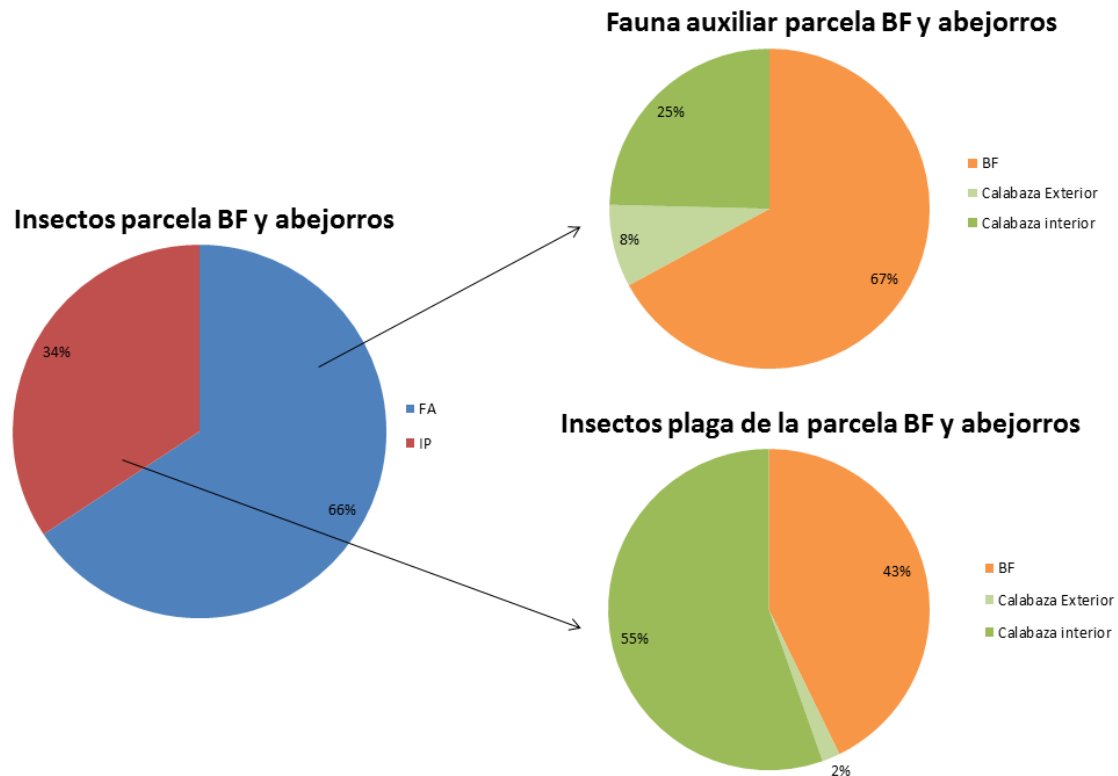


Figura 111. Dinámica de los insectos en la parcela de bandas floridas y abejorros.

La figura 109 muestra como en el total de la parcela, hay un mayor número de fauna auxiliar que de insectos plaga. En cuanto a la fauna auxiliar, esta se encontraba en mayor número en las bandas floridas, seguido por la calabaza de interior y por último la de exterior. Por otro lado, el mayor número de insectos plaga se ha encontrado en la calabaza de interior, seguido por la banda florida y por último la calabaza de exterior.

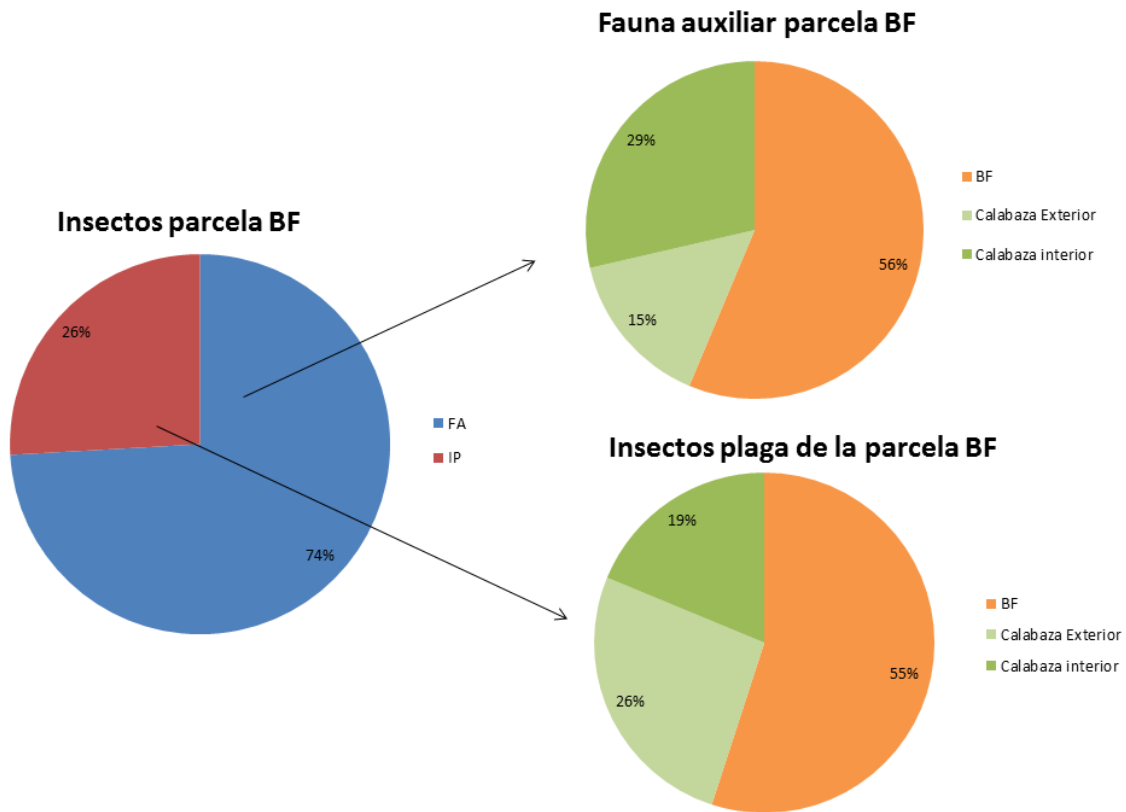


Figura 112. Dinámica de los insectos en la parcela de bandas floridas.

En la figura 110 se observa la dinámica de los insectos en la parcela de bandas floridas. Al igual que en la parcela de bandas floridas y abejas, hay una mayor cantidad de fauna auxiliar que de insectos plaga. De la fauna auxiliar de toda la parcela, más de la mitad parte se encontraba en las bandas floridas, seguida por la calabaza de interior, a la que podría intercambiar esta fauna y por último la calabaza de exterior. Con los insectos plaga sucede lo mismo, más de la mitad se encuentran en la banda florida, pero en este caso es la calabaza de exterior la siguiente que más presenta, y por último la calabaza de interior. En las bandas floridas parece haber un equilibrio entre la fauna auxiliar y las plagas, mientras que posiblemente en la calabaza de interior la fauna auxiliar disminuya los insectos plaga presentes en ella y en la calabaza de exterior al haber menos fauna auxiliar no reduce tan notablemente la cantidad de insectos plaga.

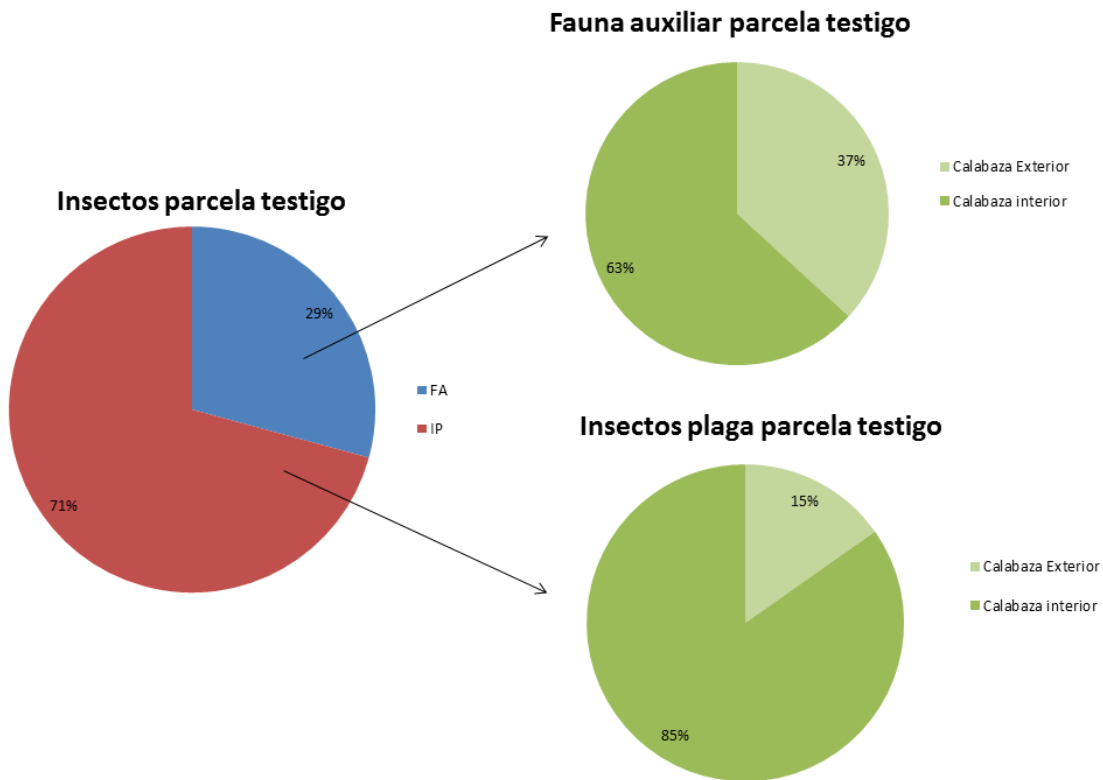


Figura 113. Dinámica de los insectos en la parcela testigo.

En la figura 111 se presenta la dinámica de los insectos en la parcela testigo. En este caso sucede al contrario que en las otras dos parcelas, hay mayor cantidad de insectos plaga que de auxiliares. Esto puede ser debido a que al carecer de bandas floridas, no se atraiga a tantos insectos auxiliares. Tanto la fauna auxiliar como los insectos plaga se encontraban en mayor cantidad en la calabaza de interior. Esto puede ser debido a que en el interior los insectos se encuentren más protegidos que en el exterior de la parcela, y al crecimiento de las plantas, ya que la planta de exterior se desarrolló muy poco presentando pocas hojas en las que hospedarse los insectos, mientras que la planta de interior tuvo un crecimiento más vigoroso, pudiendo mantener a mayor número de insectos.

5.5. Rendimientos esperados por ensayo

De acuerdo con el ciclo del cultivo y con el plan de fabricación de GELAGRI IBÉRICA S.L. la recolección de las calabazas comenzará a mediados de octubre. Por ello hemos realizado una estimación del rendimiento de cada una de las parcelas teniendo en cuenta lo que hay en 10 m² y extrapolándolo a lo que habrá en 10.000 m².

Debido al error inherente de la estimación realizada, en cada una de las 3 parcelas de ensayo, se ha realizado solamente la estimación en una sola unidad de 10 m² sin seguir un diseño estadístico de toma de datos agronómicos (4 submuestras por parcela).

En la parcela de bandas floridas con abejorros se estima un rendimiento de 61.04 kg/ha, en la parcela de bandas floridas 58.8 kg/ha y en la testigo se espera un rendimiento de 52.3

kg/ha. Estos resultados revelan que se obtendrá un 12.42% más de productividad respecto a la control si se implantan bandas floridas y un 16.71% más si se implantan bandas floridas junto a colmenas de abejorros. Debido a esto, las bandas floridas atraerían a insectos polinizadores, como sírfidos y abejas solitarias, que aumentarían la producción de la parcela, por lo que sería positivo implantarlas. Por otro lado, se observa que la colocación de colmenas de abejorros también aumenta la productividad de los cultivos, por lo que para obtener una mayor producción en el cultivo de calabaza sería aconsejable implantar bandas floridas y colmenas de abejorros.

6. CONCLUSIONES

- Se han obtenido mejores resultados realizando directamente la siembra de bandas floridas en campo que una siembra previa en semillero para una posterior plantación.
- Sería conveniente sembrar durante el mes de marzo o abril para verificar las especies *Papaver roheas*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Chrysanthemum carinatum* y *Escholtzia californica* nacen y desarrollan correctamente como el resto.
- Los insectos plaga monitoreados en las trampas funnel han evolucionado de igual modo que el resto de insectos plaga y fauna auxiliar, monitoreados manualmente, en las 3 parcelas de ensayo y no han causado daños graves en el cultivo de calabaza.
- La fauna auxiliar predominante en el cultivo de calabaza, en el ensayo de Villafranca, son en primer lugar *Chrysopa*, *Aeolotrips*, *Pinigalio mediterraneus* y Nábidos, seguido de *Hippodamia variegata*, sírfidos y colémbolos.
- En las parcelas con bandas floridas predomina la fauna auxiliar frente a los insectos plaga y en la parcela testigo ocurre justo lo contrario.
- La implantación de bandas floridas atrae fauna auxiliar, que se alimenta de insectos plaga y algunos que además de esto pueden funcionar como polinizadores, como es el caso de los sírfidos, e insectos que únicamente actúan como polinizadores, como es el caso de abejas solitarias, entre otros, repercutiendo directamente en el rendimiento de las parcelas.
- La colocación de colmenas de abejorros en cultivos de calabaza parece conseguir una mayor polinización y un aumento de la productividad de la parcela.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, M. *et al.* (2009) «Morphological and biological study of the coccinellid *Psyllobora vigintiduopunctata*(L.) (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of powdery mildew». *Arab Journal of Plant Protection* 2009 Vol.27 No.2 pp.111-117 ref.11.
- Aizpuru, I. *et al.* (1999) *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Vitoria-Gasteiz: Eusko Jaurlaritz-Gobierno Vasco.
- Alomar, O., *et al.* (2006). «Selection of insectary plants for ecological infrastructure in Mediterranean vegetable crops». *Landscape Management for Functional Biodiversity*. IOBC wprs Bulletin Vol. 29 (6). IRTA. Cambrils (Barcelona): 5-8.
- Année (2016) *Premier inventaire des coccinellidés de la réserve naturelle régionale du polder de sébastopol barbâtre, vendée*. Beautour: Les naturalistes vendéens.
- Al-snafi, A. E. (2015) «The pharmacological importance of *Centaurea cyanus*- a review», *International Journal of Pharmacy Review & Research*, 5(4), pp. 379-384.
- Baquero, E. y Jordana, R. (2015) «Clase collembola. Órdenes Poduromorpha, Entomobryomorpha, Neelipleona y Symphypleona», *Revista IDE@-SEA (Ibero Diversidad Entomologica @ccesible)*, 36, pp. 1-11.
- Bellon, D. *et al.* (2012) «Control integrado del oídio de las cucurbitáceas», *Vida Rural*, pp. 24-27.
- Bichelos (2016). Bichelos, control biológico de plagas [sitio web]. Valencia. [Consulta: 6 julio 2017]. Disponible en: <http://www.bichelos.com/>
- Biobest (2017). Biobest, sustainable crop management [sitio web]. [Consulta: 3 julio 2017]. Disponible en: <http://www.biobestgroup.com/es/control-biologico-y-polinizacion-con-abejorros>
- Biurrun, R. (2017). Ricardo Biurrun, uso de setos y bandas floridas [Video]. Agrovidar/Suelo vivo. [Consulta 8 julio 2017]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=jN7r4_YHxpg
- Biurrun, R., *et al.* (2014) «Setos de bandas floridas y agricultura», *Navarra Agraria*, 203, pp. 26-33.
- Biurrun, R., *et al.* (2016) «Fauna auxiliar», *Navarra Agraria*, 216, pp. 5-10.
- Blanca, G. *et al.* (2011, eds.) *Flora Vascular de Andalucía Oriental*. 2º Edición. Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga, Granada.
- Branstetter G., M. y Sáenz, L. (2012) «Las Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Guatemala», *Biodiversidad de Guatemala*, 2, pp. 221-268.
- Bravo, A. (2013) «Lucha biológica. Casos prácticos: Interrelaciones.» *Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, pesca y medio ambiente. Dirección general de la*

producción Agrícola y ganadera.

- Burgio, G. (2007) *The role of ecological compensation areas in conservation biological control*. Disponible en: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/356791>.
- Bybee, S. (2011) «Libélulas y Caballitos del Diablo (Insecta: Odonata)», *Entomology and nematology*, pp. 1-6. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN65400.pdf>.
- CEPAEN (2017). Consejo de la producción agraria ecológica de Navarra [Sitio web]. [Consulta: 19 julio 2017]. Disponible en: <http://www.cpaen.org/certificacion/estadisticas/2016.html>
- CHD (2017). Confederación Hidrográfica del Duero, 2017 [Sitio web]. Gobierno de España: Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente. [Consulta: 25 julio 2017]. Disponible en: <http://www.chduero.es/Default.aspx?TabId=86>
- CHE (2017). Confederación Hidrográfica del Ebro, 2017 [Sitio web]. Gobierno de España: Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medioambiente. [Consulta: 25 julio 2017]. Disponible en: <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=2133&idMenu=2001>
- Chiru, T. *et al.* (2013) «Morphological and Anatomical Studies of Cyani herba», *Modern Phytomorphology*, 4, pp. 65-68.
- COPROA (2017). Coproa, S.L. [sitio web]. [Consulta: 23 julio 2017]. Disponible en: <https://www.coproa.com/>
- Coscolla, R. (2006.) *Cómo disminuir o eliminar los residuos de plaguicidas en frutas, hortalizas y alimentos transformados*. Ed. Phytoma, España. ISBN: 84-932056-8-0.
- Day, E. (2008) «Cucumber beetles», *Virginia Cooperative Extension*. Disponible en: <https://entomology.ca.uky.edu/files/efpdf2/ef311.pdf>.
- De La Pava S., N. y Sepúlveda-Cano, P. A. (2015) «Morfología larval de *Pseudodoros clavatus* (Diptera: Syrphidae) y su eficiencia depredadora del pulgón *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae)», *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), pp. 58-62.
- Della, P. (2013) *Manual del cultivo del zapallo anquito (Cucurbita Moschata Duch.)*. Instituto, Regionales-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. Instituto. San Juan. Disponible en: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN: 978-987-521-465-1.
- Ellers-Kirk, C. y Fleischer, S. J. (2006) «Development and life table of *Acalymma vittatum* (Coleoptera: Chrysomelidae), a Vector of *Erwinia tracheiphila* in Cucurbits», *Environmental Entomology*, 35(4), p. 875 LP-880. doi: 10.1603/0046-225X-35.4.875.
- Emden, H. F. y Harrington, R. (2007) *Aphids as crop pests*. Wallingford: Cabi. ISBN-13: 978 0 85199 819 0.

- FEN (2017). Fundación Española de la Nutrición. Verduras y Hortalizas: Calabaza, pp 149-150. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/calabaza.pdf>
- Fernández, D. (2014). Eficacia de bioinsecticidas frente a las principales plagas de espinaca de primavera en Funes (Navarra). Irigoien, I. (dir.), Luqui, N. (codir.). Trabajo fin de máster, Universidad de Navarra.
- Fornaris, G. J. (2012) «Características de la planta», en: Universidad de Puerto Rico (ed.) *Conjunto tecnológico para la producción de calabaza*. Mayagüez: Universidad de Puerto Rico Estación Experimental Agrícola, vol 155.
- Franco, K. (2010) «Biología de la reproducción de los míridos depredadores *Macrolophus pygmaeus* y *Nesidiocoris tenuis*», *Universidad de Barcelona*, p. 132.
- Gilman, E. F. y Howe, T. (1999) «*Cosmos sulphureus*», *Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida*, pp. 1-3.
- Goldarazena, A. (2015) «Orden Thysanoptera», *Revista IDE@-SEA (Ibero Diversidad Entomológica @ccesible)*, 52, pp. 1-20.
- Gómez de Dios, M. A. *et al.* (2015) «Contribución al conocimiento de los Cléridos (Coleoptera : Cleridae) de Almería (Andalucía, España)», *Zool. baetica*, 26, pp. 101-144.
- Hanan, A. M. y Mondragón. J. (2009). *Chrysanthemum leucanthemum* L. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/chrysanthemum-leucanthemum/fichas/ficha.htm#3>
- Herbario UPNA (2017). Herbario de la Universidad Pública de Navarra [Sitio web]. Pamplona: UPNA [Consulta: 21 julio 2017] Disponible en: <http://www.unavarra.es/herbario/>
- Herbario UIB (2017). Herbario virtual del mediterráneo occidental [sitio web]. Àrea de botànica, departament de biologia, Universitat de les Illes Balears (UIB). [Consulta: 3 julio 2017]. Disponible en: <http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/index.html>
- Hernández, E. (2015) «Guía para la producción comercial de la calabaza tropical», *Servicio de extensión agrícola, Universidad de Puerto Rico*, pp. 1-9. N°1. Disponible en: <http://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=12631>
- Herrera, T. *et al.* (2009) *Habitantes del agua. Odonatos*. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Herrera, L. (2015) «Orden dermaptera», *Revista IDE@-SEA (Ibero Diversidad Entomológica)*, 42, p. 34. Disponible en: http://www.sea-entomologia.org/IDE@/revista_42.pdf.
- INTIA (2017). Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias [sitio web]. [Consulta 15 julio 2017]. Disponible en: <https://www.intiasa.es/es/>
- Jandricic, S. E. *et al.* (2016) «Biological control outcomes using the generalist aphid predator *Aphidoletes aphidimyza* under multi-prey conditions», *Insects*, 7(4). doi: 10.3390/insects7040075.

- Johnson, C. N. y Kessler, J. R. (2007) «Greenhouse Production of Bedding Plant Zinnias», *Alabama cooperative Extension System*, pp. 1-5. ANR-1311
- Kariuki, E. y Gillett-Kaufman, J. L. (2017) «Squash Vine Borer *Melittia cucurbitae* (Harris) (Insecta : Lepidoptera: Sesiidae) 1», *Entomology and nematology*, pp. 1-5.
- Khaghaninia, S. et al., (2014) «Phenotypic variation of *Thaumatomyia notata* (Meigen , 1830) (Diptera ; Chloropidae) in East Azerbaijan province - Iran», 2(22), pp. 1-9.
- Kontodimas, D. C. y Stathas, G. J. (2005) «Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*», *BioControl*, 50(2), pp. 223-233. doi: 10.1007/s10526-004-0455-7.
- Koppert (2017). Koppert, biological systems [sitio web]. [Consulta: 10 julio 2017]. Disponible en: <https://www.koppert.es/>
- López, B. (2010) «Colonización del depredador *Macrolophus pygmaeus*, mediante la instalación de márgenes monoespecíficos y multiespecíficos en distintas condiciones de cultivo». Camí, B. (dir). Trabajo final de máster, Universidad de Barcelona.
- Macleod, E. G. y Stange, L. A. (2014) «Brown Lacewings (of Florida) (Insecta: Neuroptera: Hemerobiidae)», *Entomology and nematology*, pp. 1-6. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN38200.pdf>
- METEO NAVARRA (2017). Meteorología y Climatología de Navarra, Cadreita, MAN [sitio web]. Gobierno de Navarra. [Consulta: 1 septiembre 2017]. Disponible en: <http://meteo.navarra.es/estaciones/estacion.cfm?IDEstacion=96>
- Monserrat, V. J. (2004) «Nuevos datos sobre algunas especies de hemeróbidos (Insecta, Neuroptera, Hemerobiidae)», *Graellsia*, 4(2), pp. 1-26. doi: 10.3989/graeellsia.2008.v64.i2.34.
- Morlacchi, P. (2010) «Interazioni multitrofiche tra popolazioni in sistemi di colture officinali: *Coccinella septempunctata* Linneus e *Macrosiphoniella millefolii* DeGeer su *Achillea collina* Be», *Tesis Doctoral, Università di Bologna*.
- Muñoz, L. M. (2004) «Plantas medicinales españolas *Calendula officinalis* L. (Asteraceae)», *Medicina Naturista*, 5(1995), pp. 257-261. ISSN: 1576-3080.
- Nájera, M. B. y Souza, B. (2010) *Insectos benéficos. Guía para su identificación*. Uruapan: C3 Diseño.
- Nicholls, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. ISBN: 978-958-714-186-3. Disponible en: https://books.google.es/books?id=LPwcidQx3TkC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=Nabidae&source=bl&ots=nZjgmU_-80&sig=YOQEpEUKh51M-DH3Zj-bXLJODI0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj84tGG_ffUAhXMAcAKHTm9CQc4FBDoAQgsMAE#v=onepage&q&f=false

- Pascual, F. (2015) «Orden Mantodea», *Ide@- Sea (Ibero Diversidad Entomológica @ccesible)*, 47(C), pp. 1-10. ISSN: 2386-7183.
- Peris, S. V. (1998) «Un Trichopodini (Diptera, Tachinidae, Phasiinae) en España», *Real Sociedad Española de Historia Natural*, 1, pp. 163-164.
- Plants For a Future (2012). Plants For a Future [Sitio web]. [Consulta: 29 julio 2017]. Disponible en: <http://www.pfaf.org/USER/Plant.aspx?LatinName=Chrysanthemum+coronarum>
- Porcuna, J.L. (2011). «Phacelia. Phacelia panacetifolia Benth». Agroecología.
- RAIF, (2011) «Fauna auxiliar de la mosca del olivo» Red de Alerta e Información Fitosanitaria. Consejería de Agricultura, pesca y medio ambiente. Dirección general de la producción Agrícola y Ganadera. Junta de Andalucía. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/Fichas_Fitopatologicas/AUXILIARES_MOSCA_DEL_OLIVO.pdf
- Reguilón, C. y González, E. V. (2000) «Especies de Hemerobiidae (Neuroptera: Planipennia) asociadas con los cultivos cítricos de la provincia de Tucumán, Argentina».
- Ricarte, A. R. (2008) «Biodiversidad de sírfidos (Diptera: Syrphidae) y conservación de los hábitats en el Parque Nacional de Cabañeros, España», Tesis Doctoral, *Universidad de Alicante*, pp. 1-244.
- Rodríguez, R. y Rodríguez, J. M. (2002) «*Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm», *Grupo de trabajo de laboratorios de diagnóstico. Lab. de Fitopatología de la Granja Agrícola Experimental. Cabildo de Gran Canaria*. Ficha 178.
- Romero, C. et al. (2007). «Biología del depredador generalista *Nabis punctipennis* Blanchard (Hemiptera: Nabidae)». *Phytoma, España. La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, 191: 36-44.
- Sadeghi, E. y Esmaili, M. (2009) «Preying habits and hibernation site of *Coccinella septempunctata* L., *Hippodamia* (Adonia) *variegata* (Goeze), *Psyllobora vigintiduopunctata* in Karaj.», *Journal of Entomological Society of Iran*, 27(2), pp. 111-117.
- Seeblood, K. et al. (2015) *Guía de Monitoreo de MIP para Plagas Comunes de los Cultivos Cucurbitáceos*. Kentucky: University of Kentucky, College of Agriculture, Food and environment.
- Solervicens, J. (2008) «Cleridae 587», *Biodiversidad de artópodos argentinos*, 2, pp. 587-595.
- Sotil, E. (2015) «Estudio de la entomología auxiliar asociada a bandas floridas en huertos ecológicos en aranzadi, Pamplona, Navarra.» Biurrun, R. (dir.). Trabajo final de máster, Universidad de Barcelona

- Skouras, P. J. y Stathas, G. J. (2015) «Development , growth and body weight of Hippodamia variegata fed Aphis fabae in the laboratory», *Bulletin of Insectology*, 68(2), pp. 193-198.
- Szwarc, D. E. (2014) «Helicoverpa armígera, una plaga que amenaza nuestros cultivos agrícolas» en: Voces y Ecos, nº 32. Santa Fe: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_voces_y_ecos_n_32_revista_completa.pdf
- Torralba-Burrial, A. (2015) «Orden Odonata», *Revista IDE@-SEA (Ibero Diversidad Entomologica @ccesible)*, 41, pp. 1-22.
- Uribe, N. D. y Fernández, F. (2012) «Familia asilidae, las moscas asesinas», *Boletín del museo entomológico*, 4(7), pp. 11-18.
- Valdés, P. (2013) «Situación mundial del Síndrome de Colapso de las Abejas», *Agrimundo*, 2, pp. 1-4.
- Van Driesche, R. G. y Hoddle, M. S. (2007) *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Editado por U.F.S. F.H.T.E.T. United States Department of Agriculture, USDA Forest Service.
- Weirauch, C. et al. (2014) «An Illustrated Identification Key to Assassin Bug Subfamilies and Tribes (Hemiptera: Reduviidae)», *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 26(26), pp. 1-115. doi: 10.3752/cjai.2014.26.
- Yoon, E. H. (2013) «Ciclo de vida de los coccinélidos (Coleoptera: Coccineliidae): Hippodamia variegata, Eriopis conneza y Harmonia axyridis, en condiciones de laboratorio», *Trabajo final de Carrera, Universidad de Chile*.

8. ANEXOS

ANEXO I: Listado de especies vegetales estudiadas como posibles bandas floridas

	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Agrostis stolonifera</i>	Hierba Rastrera
2	<i>Ammi majus</i>	Espuma Del Mar
3	<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Junquillo Azul
4	<i>Arbutus unedo</i>	Madroño
5	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> subsp. <i>crassifolia</i>	Gayuba
6	<i>Artemisia herba-alba</i>	Ontina
7	<i>Asparagus acutifolius</i>	Brusca
8	<i>Asphodelus ramosus</i>	Gamón
9	<i>Astragalus monspessulanum</i>	Arce De Montpellier
10	<i>Atriplex halimus</i>	Armuella
11	<i>Atractylis humilis</i>	Cardo
12	<i>Avenula bromoides</i>	Palletas De Prau
13	<i>Ballota hirsuta</i>	Cola De Caballo
14	<i>Borago officinalis</i>	Borraja
15	<i>Brachypodium retusum</i>	Lastón
16	<i>Bupleurum fruticosescens</i>	Enerdo
17	<i>Bupleurum rigidum</i>	Clugia Basta
18	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj
19	<i>Calendula officinalis</i>	Caléndula
20	<i>Camphorosma monspeliaca</i>	La Alcamprada
21	<i>Carex divisa</i>	Cárices
22	<i>Carex halleriana</i>	Carex
23	<i>Centaurea cyanus</i>	Azulejo
24	<i>Centaurea imperialis</i>	Centaurea
25	<i>Centaurea linifolia</i>	Calcari
26	<i>Chrysanthemum carinatum</i>	Crisantemo
27	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Crisantemo Margarita Mayor
28	<i>Cistus clusii</i>	Cabriollas
29	<i>Coreopsis tinctoria</i>	Bella Diana
30	<i>Coriandrium sativum</i>	Cilantro
31	<i>Coris monspeliensis</i>	Coris
32	<i>Coronilla minima</i>	Coletuy
33	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Cosmos O Girasol
34	<i>Cosmos sulphureus</i>	Cosmos Amarillo
35	<i>Diplotaxis</i> sp.	Jaramago
36	<i>Diplotaxis virgata</i>	Jaramago
37	<i>Dittrichia viscosa</i>	Altabaca
38	<i>Dorycnium gracile</i>	Aceiteros
39	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	Boja Blanca
40	<i>Echium</i> sp	Lengua De Vaca
41	<i>Elymus pungens</i>	Meledris

	Nombre científico	Nombre común
42	<i>Ephedra nebrodensis</i>	Ephedra
43	<i>Eschscholzia californica</i>	Amapola De California,
44	<i>Ferula communis</i>	Caña Del Muermo
45	<i>Fumana ericoides</i>	Chaparilla
46	<i>Fumana thymifolia</i>	Tomillo Borriquero
47	<i>Genista scorpius</i>	Ollaga
48	<i>Globularia alypum</i>	Coronilla De Fraile
49	<i>Gypsophila elegans</i>	Gipsófila
50	<i>Hedysarum humile</i>	Campanilla
51	<i>Helianthemun cinereum</i>	Rotundifolium
52	<i>Helianthemun pilosum</i>	Tamarilla
53	<i>Helianthus annuus</i>	Girasol
54	<i>Hyssopus officinalis</i>	Hisopo
55	<i>Iberis amara</i>	Carraspique
56	<i>Juncus articulatus</i>	Juncos
57	<i>Juncus maritimus</i>	Juncos
58	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro
59	<i>Juniperus phoenicea</i>	Sabina
60	<i>Koeleria vallesiana</i>	Vallesina
61	<i>Lathyrus latifolius</i>	Albejana Basta
62	<i>Lavandula dentata</i>	Alhucema Rizada
63	<i>Lavandula latifolia</i>	Espliego
64	<i>Lavandula stoechas</i>	Tomillo Borriquero
65	<i>Linum suffruticosum</i>	Lino Blanco
66	<i>Linum usitatissimum</i>	Lino
67	<i>Lonicera etrusca</i>	Caprifolio
68	<i>Lonicera impexa</i>	Calzas
69	<i>Lygeum spartum</i>	Esparto
70	<i>Malcomia africana</i>	Albercoron
71	<i>Marrubium alysson</i>	Hierba De La Rabia
72	<i>Melilotus officinalis</i>	Trébol Amarillo
73	<i>Nigella damascena</i>	Cabellos De Venus
74	<i>Onobrychis saxatile</i>	Viicifolia
75	<i>Ononis fruticosa</i>	Arnallos
76	<i>Papaver rhoeas</i>	Amapola Silvestre
77	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Facelia
78	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Olivilla
79	<i>Phlomis lychnitis</i>	Hierva Yesquera
80	<i>Phlomis purpurea</i>	Matagallo
81	<i>Phragmites australis</i>	Carrizos
82	<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco
83	<i>Puccinellia festuciformis</i>	Palustris
84	<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja
85	<i>Quercus faginea</i>	Quejigo

	Nombre científico	Nombre común
86	<i>Quercus rotundifolia</i>	Carrasca
87	<i>Rhamnus alaternus</i>	Alardiera
88	<i>Rhamnus lycioides</i>	Escambrón
89	<i>Paeonia officinalis</i> subsp. <i>humilis</i>	Rosa Albardera
90	<i>Rosa spinosissima</i>	Rosa Espinosa
91	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero
92	<i>Rubia peregrina</i>	Agarraropa
93	<i>Ruta angustifolia</i>	Ruda
94	<i>Stipa offneri</i>	Stipa
95	<i>Stipa parviflora</i>	Stipa
96	<i>Stipa pennata</i>	Stipa
97	<i>Salsola vermiculata</i>	Sisallo
98	<i>Salvia lavandulifolia</i>	Salvia
99	<i>Salvia officinalis</i>	Celima
100	<i>Salvia verbenaca</i>	Cáñamo De Campo
101	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Hierba Lombriguera
102	<i>Scirpus holoschoenus</i>	Bolicas De Junco
103	<i>Senecio auricula</i>	
104	<i>Sideritis scordioides</i>	Sideritis
105	<i>Silene vulgaris</i>	Blanca
106	<i>Sisymbrium runcinatum</i>	Mostacilla
107	<i>Spergularia diandra</i>	Bois
108	<i>Suaeda brevifolia</i>	Sosa
109	<i>Tamarix canariensis</i>	Tamariz
110	<i>Teucrium capitatum</i>	Tomillo Blanco
111	<i>Thymus vulgaris</i>	Tomillo
112	<i>Typha angustifolia</i>	Aneas o Espadañas
113	<i>Vicia sativa</i>	Veza
114	<i>Zinnia elegans</i>	Zinnia

ANEXO II: Calendario de trabajo

ABRIL						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
				Siembra bandas floridas en semilleros		

MAYO						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
Siembra BF; plantación BF y calabaza	Colocación trampas funnel					
29	30	31				
		Monitoreo trampas funnel				

JUNIO						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
		Monitoreo trampas funnel				
12	13	14	15	16	17	18
		Monitoreo trampas funnel				
19	20	21	22	23	24	25
		Monitoreo trampas funnel				
26	27	28	29	30		
		Monitoreo trampas funnel		Colocación colmenas abejorros		

JULIO						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
					Muestreo BF y calabaza	
3	4	5	6	7	8	9
		Monitoreo trampas funnel		Cambio feromonas	Muestreo BF y calabaza	
10	11	12	13	14	15	16
		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
17	18	19	20	21	22	23
		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
24	25	26	27	28	29	30
		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
31						

AGOSTO						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
					Muestreo BF y calabaza	
7	8	9	10	11	12	13
		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
14	15	16	17	18	19	20
		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
21	22	23	24	25	26	27
Cambio feromonas		Monitoreo trampas funnel			Muestreo BF y calabaza	
28	29	30	31			
		Monitoreo trampas funnel				

SEPTIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
						3
4	5	6	7	8	9	10
		Monitoreo trampas funnel				
11	12	13	14	15	16	17
		Monitoreo trampas funnel				
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	