

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural**

**Departamento de Ecosistemas Agroforestales**

**Influencia de las infraestructuras ecológicas en el control biológico de conservación en horticultura ecológica al aire libre**



**TESINA MÁSTER**

Presentada por: **Joaquín Cruz Miralles**

Dirigida por: **Dr. Rafael Laborda Cenjor**

**Dra. María Eugenia Rodrigo Santamalia**

**Valencia, septiembre 2014**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Rafael Laborda Cenjor por haberme dado la oportunidad de formar parte de su grupo de trabajo, así como por haber dirigido el proyecto y en general por todo lo que he aprendido gracias a él.

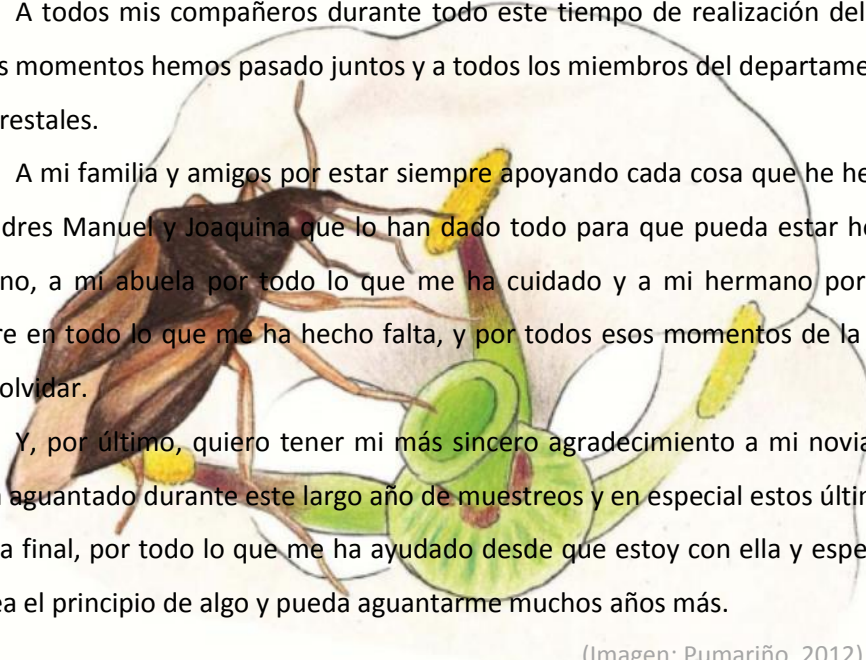
A Maria Eugenia Rodrigo Santamalia, por haber formado parte en este proyecto como cotutora y por su entrega en el reconocimiento de los míridos, ya que gracias a ella he podido aprender mucho sobre estos insectos.

A Adrián Sánchez por su gran virtud de enseñar las distintas formas de identificar insectos en el laboratorio, por su paciencia y por lo pesado que he sido con él para la identificación de insectos.

A todos mis compañeros durante todo este tiempo de realización del máster que tantos buenos momentos hemos pasado juntos y a todos los miembros del departamento de ecosistemas agroforestales.

A mi familia y amigos por estar siempre apoyando cada cosa que he hecho y en especial a mis padres Manuel y Joaquina que lo han dado todo para que pueda estar hoy aquí. Y también, como no, a mi abuela por todo lo que me ha cuidado y a mi hermano por haberme ayudado siempre en todo lo que me ha hecho falta, y por todos esos momentos de la infancia que nunca podré olvidar.

Y, por último, quiero tener mi más sincero agradecimiento a mi novia Neus, por todo lo que ha aguantado durante este largo año de muestreos y en especial estos últimos días antes de la entrega final, por todo lo que me ha ayudado desde que estoy con ella y espero que este trabajo solo sea el principio de algo y pueda aguantarme muchos años más.



(Imagen: Pumariño, 2012)

# ÍNDICE

Resumen.....	I
Resum .....	II
Summary .....	III
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Papel ecológico de la biodiversidad en la agricultura .....	1
1.2. Agricultura ecológica como alternativa a los tratamientos químicos.....	3
1.3. Manejo del sistema como instrumento esencial en la protección de cultivos .....	6
1.4. Conservación de la biodiversidad: márgenes y abundancia de artrópodos .....	7
1.5. Métodos de estudio de la fauna auxiliar.....	10
1.6. Fitófagos presentes en cultivos hortícolas.....	11
1.7. Fauna de enemigos naturales asociados a cultivos hortícolas.....	15
1.7.1. Depredadores.....	15
1.7.2. Parásitos .....	18
1.8. Hallazgo del hospedero por los parasitoides .....	22
2. JUSTIFICACIÓN.....	24
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	26
3.1. Descripción de la finca .....	26
3.2. Estudio de la abundancia de cultivos .....	27
3.3. Estudio de las infraestructuras ecológicas .....	27
3.4. Estudio de diversidad de insectos en patata.....	27
3.5. Estudio de diversidad de insectos en las infraestructuras ecológicas .....	28
3.6. Sistemas de muestreo .....	30
3.6.1. Muestreos puntuales: visual por golpeo y mediante embudo de Berlese. ....	30
3.6.2. Muestreo mediante trampas pegajosas amarillas.....	30

3.6.3. Muestro mediante aspiración .....	32
3.7. Identificación de artrópodos en laboratorio.....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1 Abundancia.....	35
4.2 Estudio de la abundancia de cultivos .....	38
4.3 Estudio de las infraestructuras ecológicas .....	40
4.4 Efecto de las áreas refugio sobre un monocultivo de patata .....	41
4.5 Efecto de las infraestructuras ecológicas para el refugio de la fauna auxiliar .....	46
4.6 Comparación entre los distintos sistemas de muestreo .....	48
4.7 Identificación de Artrópodos .....	49
5. CONCLUSIONES .....	54
6. BIBLIOGRAFÍA.....	56

## RESUMEN

La agricultura ecológica se encuentra en la actualidad como la principal alternativa de muchos agricultores para el control de sus plagas. A pesar de que la gran mayoría de estudios para el control natural de plagas se han realizado en cultivos extensivos como cereales o frutales, son muy pocos los trabajos realizados sobre cultivos hortícolas. Por ello, este trabajo se ha realizado con los objetivos de conocer las especies de insectos auxiliares presentes en los cultivos hortícolas de la huerta valenciana, determinar las infraestructuras ecológicas e importancia de las mismas como refugio de fauna auxiliar para mejorar el control biológico de las plagas e identificar los principales depredadores y parasitoides presentes en la parcela bajo condiciones de control natural.

El muestreo de la fauna auxiliar útil se realizó mediante trampas pegajosas amarillas y aspiración en una parcela hortícola en Alcàsser (Valencia), entre los meses de septiembre del 2013 y julio del 2014. Los insectos más abundantes fueron los míridos, tanto fitófagos (*Lygus pratensis*) como depredadores. De todas las plantas refugio muestreadas, las mayores poblaciones de entomofauna útil se localizaron en *Lobularia maritima*, planta con un elevado potencial atrayente de insectos. Las poblaciones de insectos plaga en campos hortícolas se controlaron de forma natural, respetando siempre la flora y fauna auxiliar de los márgenes establecidos (*L. maritima*, *Zea mays*) y mediante un buen manejo de los diseños agroecológicos, fomentando la diversidad de plantas y mejorando el refugio de los insectos útiles.

**Palabras clave:** fauna auxiliar, *Lygus pratensis*, *Lobularia maritima*, diseños agroecológicos, infraestructuras agroecológicas, control natural.

## RESUM

L'agricultura ecològica es troba en l'actualitat com la principal alternativa de molts agricultors per al control de les seues plagues. A pesar que la gran majoria d'estudis per al control natural de plagues s'han realitzat en cultius extensius com cereals o fruiters, són molt pocs els treballs realitzats sobre cultius hortícoles. Per tant, aquest treball pretén conèixer les espècies d'insectes auxiliars presents en els cultius hortícoles de l'horta valenciana, com també pretén determinar les infraestructures ecològiques i la importància d'aquestes com a refugi de la fauna auxiliar per a millorar el control biològic de les plagues i identificar els principals depredadors i parasitoides presents en la parcel·la, sota condicions de control natural.

El mostreig de la fauna auxiliar útil es va realitzar mitjançant trampes apegaloses grogues i per aspiració, en una parcel·la hortícola d'Alcàsser (València), entre els mesos de setembre de 2013 i juliol de 2014. Els insectes més abundants foren els mírids, tant fitòfags (*Lygus pratensis*), com depredadors. De totes les plagues refugi mostrejades, les poblacions amb més entomofauna útil es van localitzar en *Lobularia marítima*, planta amb un elevat potencial atraient d'insectes. Les poblacions d'insectes plaga en camps hortícoles s'han controlat de forma natural, respectant sempre la flora i fauna auxiliar dels marges establerts (*L. marítima*, *Zea mays*) i mitjançant un bon maneig dels dissenys agroecològics, fomentant així la diversitat de plantes i millorant també el refugi dels insectes útils.

**Paraules clau:** fauna auxiliar, *Lygus pratensis*, *Lobularia marítima*, dissenys agroecològics, infraestructures agroecològiques, control natural.

## SUMMARY

Nowadays, ecological agriculture has become the principal alternative for many farmers in pest control. In bibliography there are many studies about pest control in extensive crops (cereals or fruit trees). Nevertheless, there are few works on horticultural crops. For this reason, this work aims to identify the auxiliary species present in horticultural crops from Valencia. The study also shows the importance of ecological infrastructure as a refuge of auxiliary fauna in order to improve the biological control of plagues. In addition, this work identifies the principal predators and parasitoids present in the plot under natural control conditions.

The sampling of the useful auxiliary fauna was realized with of yellow sticky pitfalls and aspiration in a horticultural plot in Alcàsser (Valencia), between September 2013 and July 2014. The most abundant insects were Miridae family, phytophagous (*Lygus pratensis*) and predators. Among all the plants refuge sampled, the biggest populations of useful fauna were located in *Lobularia maritima*, this plants has high potential attractive for the insects. The populations of pest insects in horticultural fields were controlled in a natural way, always respecting flora and auxiliary fauna of the established margins (*L. maritima*, *Zea mays*). It was achieved with good handling of the ecological designs, encouraging plants diversity and improving refuge of the useful insects.

**Keywords:** auxiliary fauna, *Lygus pratensis*, *Lobularia maritima*, ecological designs, ecological infrastructures, natural control.



## **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica es el sistema agrario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de máxima calidad. Respeta el medio ambiente y conserva la fertilidad de la tierra mediante la utilización óptima de los recursos naturales, excluyendo el empleo de productos químicos de síntesis y favoreciendo un desarrollo agrario y ganadero sostenible (Olasolo, 2013).

Los beneficios de la biodiversidad funcional especialmente en el apoyo al control biológico de conservación a través de la gestión del hábitat, son menos desarrollados y utilizados en la producción de hortalizas que por ejemplo en cultivos herbáceos extensivos y en viticultura. Esta promoción del mantenimiento de la biodiversidad ha ido en aumento durante los años 1990 donde se ha promovido la agricultura ecológica mediante el control natural de plagas y no mediante el uso de productos químicos de síntesis, debido a las constantes limitaciones en el uso de los mismos (Boller *et al.*, 2004).

### 1.1. Papel ecológico de la biodiversidad en la agricultura

La biodiversidad hace referencia a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que interactúan en un ecosistema (McNeely *et al.*, 1990). La agricultura, que cubre alrededor del 25 al 30% de la superficie terrestre, es posiblemente una de las principales actividades que afecta a la diversidad biológica. Es más, implica una gran simplificación de las estructuras medioambientales, reemplazando la diversidad natural por un número reducido de plantas cultivadas y animales domésticos (Andow, 1983).

Algunos autores como Boller *et al.*, (2004), sugieren que la biodiversidad en explotaciones comerciales puede mejorarse mediante adecuadas infraestructuras ecológicas, pero a su vez estos aspectos ecológicos de la producción vegetal representan un complicado rompecabezas.

La fuerte tendencia a nivel mundial de una agricultura basada en el monocultivo produce un fuerte empeoramiento en el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas. Este proceso de simplificación medioambiental afecta a la biodiversidad de varias formas:

- En la pérdida de hábitats naturales por la elevada expansión del terreno agrícola.
- En la creación de ambientes agrícolas homogéneos dificultando la vida silvestre.

- En la pérdida de agrobiodiversidad beneficiosa y de especies silvestres a causa del uso de agroquímicos.
- En el uso creciente de variedades uniformes de alto rendimiento que disminuyen los recursos genéticos (Altieri y Nicholls, 1994).

Las comunidades de plantas que se modifican para la satisfacción y necesidades humanas, quedan sujetas a daños por plagas y cuanto mayor son estas modificaciones más problemáticas son las plagas (Labrador y Altieri, 2001).

En los países en desarrollo, la diversidad agrícola va siendo erosionada a medida que dominan los monocultivos. En Europa, miles de variedades de lino y trigo desaparecieron al ser reemplazadas por las variedades modernas (Thrupp, 1997). De hecho, hoy en día, la agricultura depende fuertemente de un reducido número de variedades para sus cultivos principales. La reciente expansión de los monocultivos transgénicos —con 85 millones de hectáreas a nivel global— representa una preocupante tendencia hacia la homogenización (Marvier, 2001).

Un agroecosistema más diverso, más permanente y manejado con pocos insumos (policultivos tradicionales) tiene la ventaja de poseer procesos ecológicos asociados a la amplia biodiversidad del sistema. Esto no sucede para el caso de los monocultivos modernos (sistemas simplificados y con alto insumo) (Labrador y Altieri, 2001).

La uniformidad genética produce una gran simplificación de la biodiversidad, acompañada de una vulnerabilidad extrema, que requiere la constante intervención humana. El ejemplo más evidente de esta vulnerabilidad fue la caída de la producción de patata irlandesa en 1845, cuando se produjeron daños por *Phytophthora infestans*. También durante el siglo XIX en Francia, la producción vitivinícola fue arrasada por una plaga virulenta (*Phylloxera vitifoliae*), eliminando 4 millones de hectáreas de variedades uniformes de uva (Altieri y Nicholls, 1994).

Así mismo, las externalidades asociadas a una tecnología agroquímica y mecánica intensiva para las producciones de cultivos en países desarrollados afectan en buena parte a la biodiversidad (Altieri y Nicholls, 1994).

## 1.2. Agricultura ecológica como alternativa a los tratamientos químicos

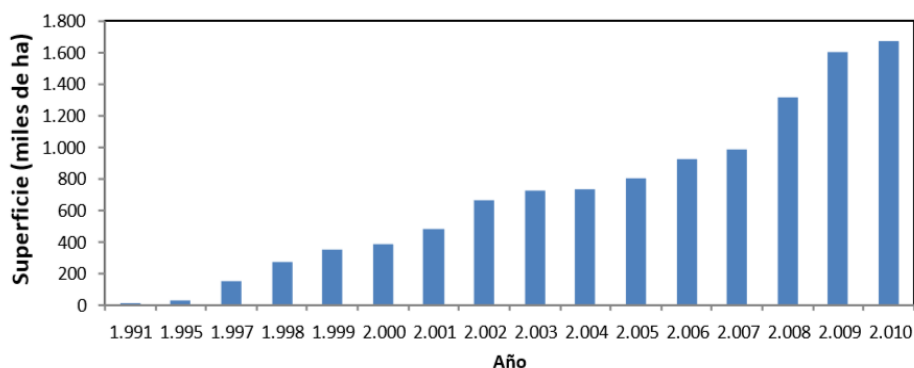
En lo referente a agricultura y recursos naturales, el término de sostenibilidad no es nada nuevo. El ser humano, a lo largo de su historia, ha intentado equilibrar la producción de alimentos con la protección del medioambiente. Desde mediados del siglo XX, ha aumentado el desarrollo sostenible por los problemas medioambientales ocasionados y los riesgos para la salud humana. «El libro la Primavera Silenciosa centró la atención en la toxicidad indiscriminada de las primeras generaciones de plaguicidas» (Carson, 1962).

En las últimas décadas, con el incremento de los daños producidos por el uso excesivo de plaguicidas y con el auge de una agricultura sostenible, se han incrementado los trabajos sobre modelos de producción ecológica. Sin embargo, son numerosos los estudios sobre plantaciones frutales o cultivos extensivos como los cereales o el algodón (Sudamérica) y muy pocos los realizados sobre cultivos hortícolas con una escasa información sobre ellos.

El auge en la agricultura ecológica española en las últimas décadas ha supuesto un aumento considerable en la superficie dedicada a dicho fin, multiplicando la superficie unas 400 veces en menos de una década (desde 1991-2010) (MMARM, 2011) (figura 1.1). En la Comunidad Valenciana, ha habido una gran evolución desde el año 1995 con 1.183 ha existentes hasta las 56.627 ya cultivadas (ocupando el 7º puesto). A pesar de los datos, el sector agrario español destinado a agricultura ecológica sigue siendo una actividad minoritaria (Rivera, 2005).

Según datos del MMARM (2014), la superficie dedicada a la agricultura ecológica en el mundo alcanzó la cifra de 37,5 millones de hectáreas en 2012, donde el mercado mundial de estos productos ha experimentado una evolución creciente, situándose en 66.500 millones de dólares. En la actualidad, España se sitúa como el quinto país del mundo y el primero de la UE en cuanto a superficie, existiendo un potencial de crecimiento, ya que la cuota de mercado es menos relevante que las magnitudes productivas. La producción ecológica ha aumentado en España en los últimos años, alcanzando en 2011 el récord histórico de 1.845.039 hectáreas (MMARM, 2014).

A pesar de un desarrollo positivo en la agricultura ecológica, se requiere una investigación básica que permita conocer todos los mecanismos que interactúan en el sistema ecológico, incluida la sanidad vegetal (Laborda, 2012). Por eso se están promoviendo hoy en día los trabajos de investigación para poder determinar las principales causas que generan el control biológico natural en la agricultura ecológica.



**Figura 1.1.** Evolución de la superficie de agricultura ecológica en España (MMARM, 2010).

La trascendencia política del término “desarrollo sostenible” se deriva de la Declaración de Río, adoptada en el seno de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 (Naciones Unidas, 1992).

Esta política ambiental de desarrollo tiene presente tanto a los actuales habitantes del planeta como a las generaciones futuras. Dicha cumbre de la Biodiversidad de Río tiene prioridad sobre el medio ambiente y la biodiversidad frente a las actividades de producción y servicios (Simon *et al.*, 2010).

Se producen problemas medio ambientales en la agricultura, como la contaminación de la atmósfera, la contaminación de los suelos y de las capas freáticas o la eliminación de la fauna beneficiosa (enemigos naturales, polinizadores y habitantes del suelo) a causa del uso de productos químicos. Un mal uso de los plaguicidas produce resistencia en los insectos plaga (Aubertot *et al.*, 2005).

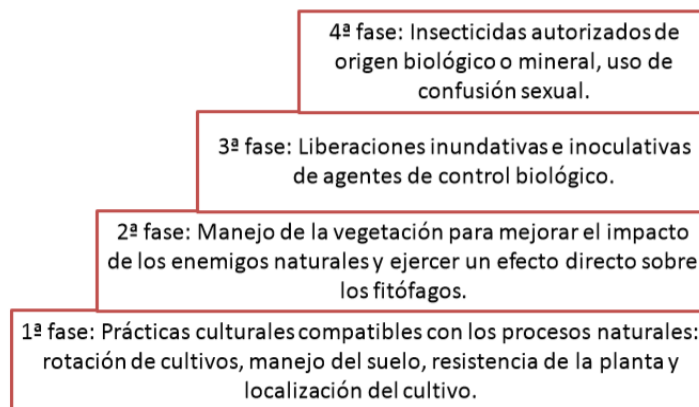
Actualmente, según Laborda (2012), hay problemas que producen costes ocultos de la agricultura moderna industrializada:

- Riesgos para el agricultor por la aplicación de productos químicos (Palis *et al.*, 2006; Beseler *et al.*, 2008).
- Riesgos en los alimentos por residuos de plaguicidas (Baldi *et al.*, 1998; Alavanja *et al.*, 2004).
- Pérdida de la diversidad genética en plantas y animales (Geiger *et al.*, 2010).

- Reducción de la biomasa y diversidad de los organismos del suelo causada por la compactación por el uso de maquinarias pesadas (Paoletti, 1999).

Algunos entomólogos europeos dedicados a la investigación desarrollaron nuevos sistemas ecológicos para el control de plagas agrícolas. Hoy en día, el control de plagas adopta nuevas estrategias de control basadas en los principios ecológicos y científicos con el propósito de prevenir niveles dañinos de plagas y minimizar las soluciones curativas (Laborda, 2012).

Según el modelo conceptual de Wyss *et al.* (2005), para la producción ecológica el programa de manejo presenta máxima prioridad en su primera fase donde se localizan las medidas preventivas indirectas.



**Figura 1.2.** Esquema de las estrategias de manejo de plagas en sistema ecológico. Prioridad a las estrategias preventivas, con medidas más directas como último recurso (Basado en Wyss *et al.*, 2005).

El objetivo de la segunda fase de la estrategia consiste en incrementar la biodiversidad del agroecosistema. Con el aumento de la diversidad de plantas, se mejora la concentración de recursos y se reduce la densidad de fitófagos. Si se incrementan los enemigos naturales —tercer nivel trófico— se disminuye el nivel de fitófagos (Wyss *et al.*, 1995). En el caso de que las primeras fases no sean eficaces, se deberá recurrir a la tercera y cuarta fase que son medidas curativas (Zehnder *et al.*, 2007).

### 1.3. Manejo del sistema como instrumento esencial en la protección de cultivos

La expansión de una agricultura extensiva y fuertemente industrializada ha simplificado el paisaje agrícola a pequeños fragmentos de los hábitats naturales (Bianchi *et al.*, 2006). Esta agricultura, basada en monocultivos, hace disminuir la biodiversidad de especies. La propagación de plagas y enfermedades es limitada cuando el paisaje agrícola es muy diversificado y se facilita el control natural (Gurr *et al.*, 2003).

Por ejemplo, realizar un buen manejo de las cubiertas vegetales no solo evita la erosión del suelo y aporta materia orgánica, sino que también evita la compactación, mejora la infiltración y capacidad de retener agua mejorando la salud de la planta. Este manejo del hábitat supone un control biológico por conservación (Fiedler *et al.*, 2008).

Landis *et al.* (2000) consideran que con el manejo del hábitat se mejora la disponibilidad de recursos para los insectos beneficiosos. Este manejo puede ser a nivel de parcela, de la explotación o del paisaje.

«En los últimos años se ha publicado una gran cantidad de estudios sobre el papel que pueden cumplir los distintos componentes del sistema agrícola, tales como las cubiertas vegetales (Bugg y Waddington, 1994; Wyss *et al.*, 1995; Sirrine *et al.*, 2008; Gámez-Virués *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010), los márgenes de los cultivos (Rieux *et al.*, 1999; Holland y Fahrig, 2000; Olson y Wäckers, 2007), los corredores vegetales (Nicholls *et al.*, 2001) y, en general, las denominadas áreas no cultivadas (Gurr *et al.*, 2003; Boller *et al.*, 2004; Bianchi *et al.*, 2006).» (Laborda, 2012: 3-4)

Otro ejemplo es el citado por los autores Altieri y Nicholls (1994) en policultivos de maíz y frijol, sistemas diversificados usados por pequeños agricultores en Latinoamérica. Estos sistemas presentan poca competencia por malas hierbas —densa cobertura del cultivo— y se conserva mejor el suelo, optimizando mejor el agua y los nutrientes. Por otro lado, el ataque de insectos plaga suele reducirse comparado con sistemas de monocultivo (Van Huis, 1981). Gracias a estudios realizados por Altieri y Doll (1978) en Colombia, se ha demostrado que la incidencia en policultivos de maíz y frijol del cicadélido (*Empoasca kraemeri*) tubo menor incidencia que en sistemas de

monocultivo de frijol. Además observaron que *Anagrus sp.* (Hymenoptera: Mymaridae), principal parasitoide de huevos de la cicádula, presentó una actividad superior en policultivos frente a monocultivo —un 20 % más representando un 60,7% de parasitismo. (Altieri y Nicholls, 1994).

Hoy en día, las políticas agro-ambientales europeas intentan contrarrestar los efectos de la agricultura actual sobre el medio ambiente. Además, proporcionan estímulos económicos a los agricultores para adoptar prácticas compatibles con el medio ambiente (Laborda, 2012).

#### **1.4. Conservación de la biodiversidad: márgenes y abundancia de artrópodos**

Los cultivos, malas hierbas, artrópodos y microorganismos asociados, constituyen la biodiversidad de los agroecosistemas. También los factores de situación geográfica, climáticos, edáficos, humanos y socioeconómicos forman parte de esta. Hay cuatro características que representan el grado de biodiversidad del agroecosistema (Southwood y Way, 1970):

- La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.
- La permanencia de los diversos cultivos del agroecosistema.
- La intensidad del manejo.
- El grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Según el papel que desempeñan los elementos de biodiversidad de un agroecosistema, se pueden agrupar de la siguiente manera (Swift y Anderson, 1993):

- **Biota productiva:** cultivos, árboles y animales, elegidos por los agricultores, que desempeñan un papel determinante en la diversidad y complejidad del agroecosistema.
- **Biota beneficiosa:** organismos que contribuyen a la polinización, control biológico, descomposición, etc. y mejoran la productividad.
- **Biota destructiva:** Malas hierbas, insectos plagas, microorganismos patógenos, etc.

La productividad en agricultura siempre se ha asociado al monocultivo (Paoletti y Pimentel, 1992). En los últimos años del siglo XX, se ha producido un cambio considerable en los



paisajes agrícolas, tanto de Europa como de Estados Unidos, debido, en cierta medida, a la intensificación de los sistemas de producción agrícola (Robinson y Sutherland, 2002). Según algunos autores, esta fuerte industrialización está generando una “segunda Primavera Silenciosa”, mucho más sutil que la primera (Krebs *et al.*, 1999). Esta elevada intensificación de los cultivos y el aumento de las explotaciones han producido que el paisaje agrícola se haya simplificado reduciéndose los hábitats naturales (Bianchi *et al.*, 2006).

La principal causa del rápido descenso de la biodiversidad son los cambios del uso del territorio y la excesiva utilización de agroquímicos en agricultura (Robinson y Sutherland, 2002). Esta menor biodiversidad conlleva a una pérdida de productividad y una menor estabilidad y sostenibilidad del agroecosistema (Brown, 2011). De esta forma, también se ve afectado de forma negativa el control biológico de plagas (Gurr *et al.*, 2003). Por otra parte, un paisaje agrícola heterogéneo puede afectar de manera directa a los fitófagos.

«Östman *et al.* (2001) encuentran que, independientemente del sistema de cultivo, ecológico o convencional, los paisajes con márgenes abundantes y plantas perennes están asociados a bajos niveles de pulgón, *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphididae), en cereales de Suecia.» (Laborda, 2012: 10)

Existen abundantes estudios en los que se compara el impacto entre los sistemas de cultivo ecológico y convencional en los insectos útiles (Simon *et al.*, 2007). Cabe destacar que la mayoría de estos estudios son sobre cultivos de frutales o sobre cultivos extensivos como los cereales y son muy pocos los que tratan sobre entomofauna benéfica en campos hortícolas.

Según Altieri y Nicholls (1994), los márgenes tienen efectos positivos sobre el conjunto del sistema, ya que actúan de barreras físicas que interrumpen la dispersión de bacterias y virus, como barreras para el movimiento de insectos y plagas, reducen la erosión y la pérdida de nutrientes del suelo, y modifican el microclima. Con el manejo de los corredores, se consigue fomentar la biodiversidad en los sistemas de monocultivo, mejorando la estructura biológica del agroecosistema y facilitando el control ecológico. Los márgenes asociados a cultivos, así como los sistemas diversificados cultivo-maleza aseguran la conservación de los enemigos naturales al proporcionarles refugio para su desarrollo y servir de alimento a través del polen y néctar.

Son numerosos los estudios que afirman que la abundancia de artrópodos auxiliares es generalmente superior en el sistema ecológico frente al convencional. Por otra parte, en estudios diversificados con malezas destacan ciertos órdenes con mayor ocurrencia de especies plaga como coleóptera, lepidóptera, díptera, homóptera, heteróptera, orthoptera y acarina (Baliddawa, 1985).

Algunas especies de insectos auxiliares pueden ser más abundantes en parcelas tratadas con insecticidas, ya que dependiendo del enfoque del tratamiento se eliminan unas plagas pero permanecen otras más resistentes a los tratamientos que llevan consigo unos enemigos naturales asociados a ellas (Laborda, 2012).

En un margen, la composición de especies es más importante que el número de especies y hay ciertos ensamblajes de plantas que ejercen papeles funcionales clave, mientras que otros grupos de plantas no. Es importante identificar los ensamblajes correctos, que proveerán de servicios ecológicos tales como el control biológico de plagas.

Bengtsson *et al.* (2005), llegan a la conclusión de que los métodos de la agricultura ecológica tienden a incrementar la riqueza de plantas adventicias y de enemigos naturales. Como media, el incremento en la riqueza de especies está alrededor del 30%, comparado con la agricultura convencional (Laborda, 2012).

En ocasiones, las áreas no cultivadas, como los márgenes de los cultivos, pastos naturales, acequias, canales, charcas y otros pequeños hábitats, sirven como refugio de organismos (Olson y Wäckers, 2007), por lo que el mantenimiento de la biodiversidad agrícola dependerá de cómo se gestionen dichas áreas (Tschardt *et al.*, 2002).

Autores como Altieri y Letourneau (1982) afirman que los sistemas diversificados estimulan una mayor biodiversidad de artrópodos y para ello se basan en varias hipótesis tales como:

- **Hipótesis de la heterogeneidad del hábitat.** Los sistemas con asociaciones heterogéneas de plantas albergan mayor cantidad de especies por una mayor biomasa, mayor cantidad de recursos alimenticios y persistencia temporal.
- **Hipótesis de la depredación.** La mayor abundancia de depredadores y parasitoides con determinadas asociaciones de plantas reduce la densidad de presas (Root, 1973) disminuyendo la competencia entre herbívoros permitiendo a su vez la

adición de nuevas especies de herbívoros que a su vez captan mayor cantidad de enemigos naturales.

- **Hipótesis de la productividad.** Los policultivos son más productivos que los monocultivos (Francis, 1986; Vandermeer, 1989). Esta mayor productividad incrementa la biodiversidad de insectos como causa de una mayor abundancia de recursos alimenticios.
- **Hipótesis de la estabilidad.** En policultivos la productividad es más predecible que en monocultivos. Esta mayor productividad junto con la mayor heterogeneidad del agroecosistema permite a los insectos dividir el ambiente temporal y espacialmente permitiendo mayor coexistencia entre insectos. (Labrador y Altieri, 2001).

### 1.5. Métodos de estudio de la fauna auxiliar

La evaluación de los artrópodos auxiliares se puede realizar mediante diferentes métodos de muestreo. En general, se utiliza el aspirador entomológico en cultivos hortícolas (Berry *et al.*, 1996). Algunos autores, como Ellington *et al.* (1984), afirman que el aspirador entomológico, para ciertos grupos de insectos, como los coccinélidos, sírfidos, crisópidos, calcidoideos e icneumónidos, proporciona una mejor estimación de las densidades que la manga entomológica. Otros, en cambio, como Buffington y Redak (1998), concluyen que el aspirador entomológico permite recolectar un mayor número de especies de dípteros e himenópteros que la manga entomológica. Para coleópteros y ácaros ambos métodos proporcionan índices similares.

El muestreo visual es propio de grandes depredadores sin tendencia a ocultarse (Laborda, 2012).

Otros autores, como Musser *et al.* (2004), consideran que el método más preciso para la evaluación de depredadores en maíz es mediante el conteo directo en campo, porque los coeficientes de variación obtenidos son inferiores que mediante trampas amarillas. Además, se puede visualizar de esta forma los estados inmaduros del depredador. Estos mismos autores consideran muy importante el momento del día en el que se realice la visualización.

Debido a lo escurridizos que resultan los sírfidos para cualquier tipo de muestreo, se emplean trampas adhesivas en posición horizontal (Bru y Garcia-Marí, 2008). Otros sistemas de muestreo no resultan efectivos para estos depredadores (Alvis, 2003).

La trampa de caída (pitfall) se utiliza para estudiar la fauna general del suelo (Biaggini *et al.*, 2007).

«En el caso de los parasitoides se utilizan diversos métodos para medir su abundancia como son las trampas adhesivas en el caso de afelínidos (Troncho *et al.*, 1992; Rodrigo *et al.*, 1996; Asplanato y Garcia-Marí, 2002; Sorribas *et al.*, 2008; Liang *et al.*, 2010), encírtidos (Stathas *et al.*, 2003), eulófidos (Lacasa *et al.*, 1996; Loomans, 2006) y mimáridos (Baquero y Jordana, 2002; Yang *et al.*, 2002).» (Laborda, 2012: 12-13)

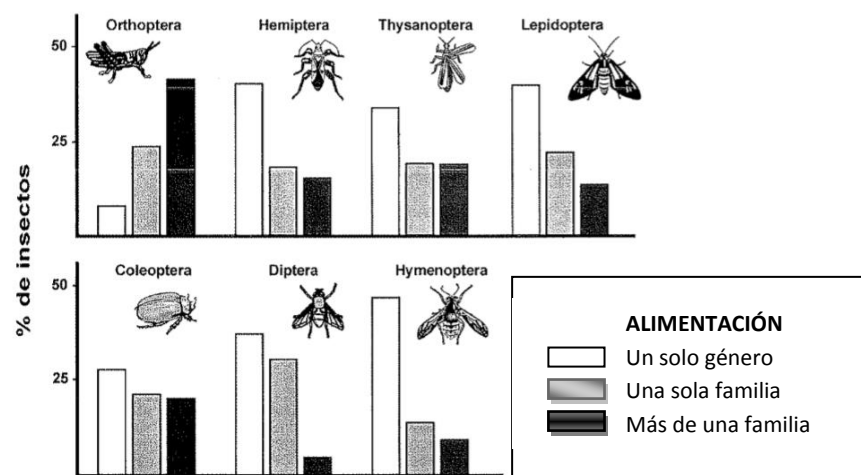
Autores como Garcia-Marí *et al.* (2004) y Tena *et al.* (2008), utilizan el aspirador entomológico para muestrear diversas especies de calcidoideos (Hymenoptera: Chalcidoidea) y otros, como Loomans (2006), emplean el golpeo como método para el estudio de parasitoides de trips.

Sorribas *et al.* (2008), evalúa los parasitoides recogiendo muestras de sus hospedantes característicos y dejándolos a evolucionar en el laboratorio. Michelena *et al.* (2004), utiliza este método para los pulgones.

## **1.6. Fitófagos presentes en cultivos hortícolas**

El estado de desarrollo de la planta y la influencia de factores bióticos y abióticos pueden resultar factores determinantes para la presencia de la plaga. El conocimiento de las etapas fenológicas y la incidencia de los insectos-plagas facilitan la evaluación de daños y muestreo de poblaciones, facilitando la toma de decisiones. Sería recomendable tomar información sobre la variedad que se siembra y su comportamiento en cada zona; períodos de inicio y terminación de sus etapas fisiológicas; precisión de las fases susceptibles al ataque de las plagas, y también sería de gran utilidad, estimar niveles de tolerancia al daño, así como el cultivo precedente en cada momento.

También es de vital importancia la cantidad de plantas utilizadas en cada momento, ya que a mayor diversidad de especies mayor diversidad de insectos y, por tanto, los daños se reducen como se demuestra en la (figura 1.3). La diversidad de insectos fitófagos está también influenciada por la estructura de la planta: tamaño, forma de crecimiento y la variedad de recursos (Lawton y Schröder, 1977). Otras características de las plantas, como la bioquímica de la planta, su afinidad taxonómica y su abundancia local, presentan un gran efecto sobre la diversidad de insectos (Fowler y Lawton, 1982 dentro de Perez-Contreras, 1999).



**Figura 1.3.** Especialización de planta para insectos de diferentes órdenes. Basado en la fauna Británica (Bernays y Chapman, 1994 dentro de Perez-Contreras, 1999).

No en todas las hortalizas se aprovechan las mismas estructuras. Por ejemplo, en las leguminosas se desea mantener libre de daños el grano, o en crucíferas el follaje, por eso las medidas de control de las plagas deben planificarse en función a estos propósitos. Una decisión adecuada permitirá a los enemigos naturales establecerse y combatir las plagas. Dependiendo de las etapas vegetativas de cada especie cultivada, serán más vulnerables o menos a las plagas en un momento determinado (Vergara, 2001).

Debido a la gran variedad de los cultivos hortícolas, la cuantificación y/o clasificación de los insectos plaga en hortalizas es una tarea difícil. Además, algunas plagas son comunes y otras específicas para un cultivo. Hay plagas que producen daños tanto en estado inmaduro como en estado adulto, pero en otros casos solo son plaga en una fase de su ciclo vital. Una plaga que

afecte estructuras es más grave en unas hortalizas que en otras, un ejemplo claro es *Heliothis spp.* (Lepidoptera-Noctuidae). Resulta tan difícil agrupar los insectos-plaga de hortalizas como los enemigos naturales (Vergara, 2001).

Latorre (1990) afirma que las especies de las familias Amarilidaceae, Compositae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Liliaceae, Chenopodiaceae, Solanaceae y Umbelliferaceae, albergan alrededor de unos 80 géneros de insectos plaga. Algunos son comunes a varias hortalizas como *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera-Noctuidae) y *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera-Aphididae) y otros son específicos de cada cultivo.

López-Ávila (1992 dentro de Vergara, 2001) clasifica las plagas hortícolas en plagas del suelo y plagas del follaje, en función de los daños producidos.

Los tisanópteros (Insecta: Thysanoptera) están citados en multitud de cultivos y, pueden aparecer en muestreos de cultivos hortícolas con gran asiduidad. Estos insectos producen daños importantes en cultivos como la lechuga, donde se ha demostrado que *Frankliniella occidentalis* desde hace unos años se ha convertido en una de las plagas más importantes en este y otros cultivos. Uno de los principales problemas es que es el principal transmisor del virus del bronceado del tomate o TSWV (García, 2000).

Otro orden como es el de los lepidópteros minadores de hojas y tallos es uno de los más problemáticos en agricultura ecológica, ya que pueden destruir los cultivos. En tomate, la polilla *Tuta absoluta*, causa graves problemas. Esta polilla se puede combatir mediante algunos enemigos naturales como el depredador *Nesidiocoris tenuis* o el parásito *Trichogramma achaeae*. Hoy en día, gracias a los avances en control mediante feromonas de confusión sexual y bacterias entomopatógenas como *Bacillus thuringiensis* (Berliner) —agente de control biológico de plagas agrícolas y forestales más importante en todo el mundo— han resuelto algunos de los problemas ocasionados por estos insectos. Las proteínas insecticidas que produce *B. thuringiensis* (Bt) constituye la materia activa de más del 95% del total de los bioinsecticidas actualmente comercializados (Jacas *et al.*, 2005). Estos bioinsecticidas han sido utilizados durante varias décadas para el control de plagas de lepidópteros, dípteros y coleópteros (Schnepf *et al.*, 1998).

Por otra parte, de los insectos que mayor quebradero de cabeza han causado a los agricultores en los últimos años en agricultura ecológica, han sido hemiptera, familia Aphidiidae, comúnmente conocidos como pulgones. Los pulgones (Aphidiidae) pertenecen a una de las

familias más diversificadas y de distribución más amplia entre los insectos, siendo actualmente más de 4700 las especies descritas, agrupadas en casi 600 géneros (Remaudière y Remaudière, 1997). De ellas sólo unas 400 especies se consideran que atacan a plantas cultivadas. Sobre los cultivos hortícolas se pueden encontrar diferentes especies de pulgones, las más importantes son *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae* (Sulzer) en tomate, *Aphis gossypii* Glover en cucurbitáceas y pimiento y *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) en lechuga (Jacas *et al.*, 2005).

Gracias a un estudio llevado a cabo por Michelena (2004), en la Comunidad Valenciana, sobre 33 plantas cultivadas, tanto a plantas herbáceas como a árboles frutales, ha permitido detectar a casi 50 especies de pulgones, encontrando una relación clara entre pulgón-parásito. En dicho estudio se encontraron unas 18 especies distintas de afidiínos pertenecientes a 8 géneros distintos. Este trabajo demuestra que los pulgones presentan suficientes enemigos naturales para su control pero que son las condiciones y otros factores como las estrategias de cultivo las que restringen su buen control si no se hace una buena planificación del mismo.

Años atrás, los pulgones se consideraban como una plaga secundaria en los cultivos hortícolas protegidos pero, actualmente, esto no es así, los pulgones se han convertido en un gran problema en cultivos hortícolas debido a que, con la llegada del control biológico, se han reducido las aplicaciones fitosanitarias de amplio espectro.

Según la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Junta de Andalucía (2013), el pulgón es vector de virus y actualmente están teniendo mayor incidencia los virus transmitidos por este, como el virus de las venas amarillas del pimiento PeVYV. Principalmente, su control se ha limitado a tratamientos químicos, con los problemas de resistencias que ocasionan. Actualmente, una buena alternativa para controlar esta plaga es a través del control biológico, con ayuda de plantas refugio y suelta de organismos de control biológico (OCBs).

La técnica conocida como "BANKER", está siendo utilizado hoy en día para el control biológico en invernadero. Las plantas refugio consisten en cultivos, como cereales tipo trigo o cebada (por lo general avena) donde se crían poblaciones de pulgones específicos de estas plantas, es decir, que no pueden desarrollarse en el cultivo, como por ejemplo *Ropalosiphum padi* (pulgón específico de cereales). A continuación, se liberan enemigos naturales sobre estos refugios "banker-plants" consiguiendo reproducir y mantener enemigos naturales del pulgón, sirviendo de hospedador alternativo de parasitoides y a la vez permitiendo realizar un control preventivo eficaz

de los pulgones en los cultivos hortícolas en invernadero, ya que esos parasitoides y depredadores se desplazan hasta las plantas afectadas ejerciendo su control biológico (Tello y Camacho, 2010). La ventaja de este sistema es que el pulgón de las gramíneas no se pasa al cultivo hortícola porque es específico de ellas, pero uno de los mayores inconvenientes es que se deben mantener en muy buenas condiciones estas plantas refugio y, a veces, resulta complicado.

## **1.7. Fauna de enemigos naturales asociados a cultivos hortícolas**

La clase Insecta y Arachnida, engloban a los principales enemigos naturales de las plagas (Laborda, 2012). Los más importantes se engloban en distintos órdenes y familias.

### **1.7.1. Depredadores**

Dentro de los insectos depredadores, los principales órdenes son, según Laborda (2012), Neuroptera (con las familias Chrysopidae y Coniopterygidae), Coleoptera (con la familia Coccinellidae), Diptera (con las familias Syrphidae y Cecidomyiidae) y Hemiptera (con las familias Anthocoridae y Miridae). Entre los arácnidos tenemos a la subclase Acari (ácaros, con la familia Phytoseiidae), y al orden Araneae (arañas, con diversas familias).

#### **Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae)**

Los adultos de estos insectos son de forma globosa u oval, con los élitros brillantes y con dibujos de diferentes colores. Las larvas de estos insectos son móviles y en algunos casos pueden estar cubiertas de una secreción cerosa. Tanto adultos como larvas de la mayoría de las especies son depredadoras muy voraces de insectos y de ácaros. Son insectos con gran capacidad de dispersión ya que son alados. Desde el punto de vista del control biológico, son buenos entomófagos ya que presentan una capacidad reproductiva elevada. Cuando disminuye la densidad de la presa, muchos de estos insectos se vuelven poco eficaces (Jacas *et al.*, 2005).

Los coccinélidos, son un grupo conocido de depredadores de pulgón, las especies más importantes encontradas en Cataluña sobre cultivos hortícolas son *Coccinella septempunctata* L., *Propylea quattuordecimpunctata* (L.), *Adalia bipunctata* (L.) y *Scymnus spp* (Barberà *et al.*, 2000).



### **Neurópteros (Neuroptera: Coniopterygidae y Chrysopidae)**

La mayoría de neurópteros están incluidos en dos familias, Coniopterygidae y Chrysopidae. La especie más común de las capturadas con aspirador es *Semidalis aleyrodiformis* Stephens, mientras la más común de las capturadas en trampas amarillas es *Conwentzia psociformis* (Curtis) (Laborda, 2012).

Asimismo, se pueden localizar en diferentes hábitats. Los estados larvarios presentan las mandíbulas muy potentes con las que atacan y destrozan a las presas. El estado adulto puede ser depredador o bien alimentarse de polen y néctar. Son insectos muy polívoros y se alimentan de homópteros y ácaros (Jacas *et al.*, 2005).

### **Dípteros (Diptera: Syrphidae y Cecidomyiidae)**

La gran mayoría de los sírfidos son depredadores. Las larvas son ápodas con aparato bucal masticador, son depredadoras y el adulto es de vida libre (florícolas). Atacan principalmente a pulgones, aunque pueden depredar a larvas de lepidópteros y a otros homópteros (Jacas *et al.*, 2005).

En los Cecidómidos únicamente las larvas son depredadoras. Son ápodas y de color anaranjado, con poca movilidad, por ello, depredan presas con hábito gregario como pulgones, moscas blancas, ácaros, huevos de cóccidos (Jacas *et al.*, 2005).

El cecidómido *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) es el depredador de pulgones más abundante en el cultivo de tomate. Coloniza los invernaderos de tomate primerizo cuando aparecen las primeras colonias de pulgón y parece ser, en muchos casos, el responsable del control natural de los pulgones de este cultivo (Alomar *et al.*, 1997). También se han encontrado poblaciones abundantes de este cecidómido en tomates para industria en el Delta del Ebro (Arnó *et al.*, 1997).

### **Hemípteros (Hemiptera: Anthocoridae y Miridae)**

La mayoría de los míridos son insectos fitófagos, aunque algunas especies son depredadoras o zoofitófagas. Al igual que los antocóridos, también realizan la puesta en el interior de los tejidos vegetales de las plantas. Son depredadores generalistas. La fitofagia de estos

insectos puede ser un grave problema en los cultivos y dependerá en muchos casos de la densidad de la presa y del momento del ciclo (Jacas *et al.*, 2005).

Los depredadores más efectivos para el control biológico de las moscas blancas en algunos corredores de huerta son los míridos. Tanto los adultos como las ninfas de estos depredadores son polívoros y se alimentan de mosca blanca, pulgón, araña roja, huevos de lepidópteros y trips (Barnadas *et al.*, 1998).

Los míridos depredadores tienen un papel básico en el control de plagas en el cultivo de tomate al aire libre (Alomar *et al.*, 1992). Estos insectos son capaces de alimentarse de huevos y larvas jóvenes de lepidópteros dentro de un amplio rango de posibles presas (Salamero *et al.*, 1987; Izquierdo *et al.*, 1994). El potencial de regulación de las poblaciones de *Helicoverpa armígera* y de los plúsididos puede ser importante aunque su presencia sea afectada por la disponibilidad de otras presas alternativas (Gabarra *et al.*, 1996).

Los antocóridos son considerados como importantes depredadores de numerosas plagas agrícolas y están presentes en multitud de plantas tanto cultivadas como espontáneas (Lattin, 1999).

Los heterópteros (*Dicyphus tamaninii*, *D. errans*, *Macrolophus caliginosus* y diversas especies del género *Orius*) se alimentan de pulgón y pueden producir una importante reducción de sus poblaciones. Un adulto de *D. tamaninii* puede consumir hasta 44 pulgones y una ninfa de *Orius majusculus*, 6 pulgones en 24 horas (Alvarado *et al.*, 1997).

### **Fitoseidos (Acari: Phytoseiidae)**

El conocimiento que se tiene de las especies de fitoseidos que viven en los cultivos españoles es reciente y todavía escaso. La gran mayoría de estudios son en cítricos y frutales desconociéndose en gran parte las especies de los cultivos hortícolas y de las plantas no cultivadas. Se conoce la existencia de unas 60 especies distintas, y que presenten cierta importancia agrícola unas 6 u 8 (García-Marí *et al.*, 1991).

Estos insectos son de tegumento transparente, por lo que su color varía en función de la alimentación. Las hembras son más grandes que los machos. Tanto adultos como juveniles son depredadores de otros ácaros (tetraníquidos, eriófidos, tenuipálpidos, tarsonémidos y tideidos), también pueden alimentarse de otros insectos como (coccidos, psocópteros, tisanópteros).

Algunas especies pueden alimentarse de melazas generadas por homópteros, de polen e incluso de hifas de hongos (Jacas *et al.*, 2005).

Los géneros más importantes son *Amblyseius*, *Euseius*, *Neoseiulus*, *Phytoseiulus* y *Typhlodromus* (Jacas *et al.*, 2005)

Los ácaros pertenecientes a la familia *Phytoseiidae Berlese* (Acari: Mesostigmata), son los depredadores más comunes de los ácaros fitófagos que atacan la mayoría de especies vegetales. Han sido descritas alrededor de 2250 especies de fitoseidos (Moraes *et al.*, 2004) y se conocen más de 70 géneros (Zhang, 2003). Son los depredadores más conocidos y estudiados en el control biológico de ácaros y trips.

En los cultivos hortícolas españoles se encuentra una rica y variada fauna de fitoseidos, siendo los más importantes *Phytoseiulus persimilis* y *Neoseiulus californicus*, (García-Mari *et al.* 1991).

*N. californicus* es el ácaro depredador predominante en los cultivos hortícolas españoles, tanto en las plantas cultivadas como en la vegetación espontánea cercana a las parcelas. Por su abundancia, parece ser el candidato más adecuado para el control biológico de las arañas rojas en estas producciones agrícolas (Escudero y Ferragut, 1998, 1999).

### **1.7.2. Parásitos**

Los himenópteros parasitoides constituyen uno de los principales órdenes de artrópodos empleados en el control biológico de plagas (Ocaña, 2009).

#### **Himenópteros (Hymenoptera: Ichneumonidae, Braconidae)**

Los Icneumónidos y Bracónidos constituyen dos familias de aspecto parecido que se distinguen por la venación de las alas. Los adultos son de tamaño medio o grande, de antenas largas y suelen alimentarse de néctar y de sustancias azucaradas. Son buenos voladores (Jacas *et al.*, 2005).

Los Icneumónidos son endo y ectoparasitoides, de larvas y pupas de lepidópteros, y de larvas de dípteros e himenópteros. Los Bracónidos son principalmente endoparasitoides solitarios de larvas de lepidópteros, coleópteros y dípteros.

**Afidiínos (Hymenoptera: Aphidiinae)**

La subfamilia Aphidiinae a veces es elevada a nivel de familia pero aquí se incluye como una subfamilia dentro de la familia Braconidae, en referencia a otros autores como (Van Driesche *et al.*, 2007).

Los afidiínos (Hymenoptera: Braconidae) son endoparasitoides específicos de pulgones. La hembra deposita un sólo huevo en el interior de cada pulgón, dentro del cual se realiza tanto el desarrollo embrionario como el postembrionario (Michelena *et al.*, 2004).

Son himenópteros de pequeño tamaño cuyos adultos son negros con zonas del cuerpo más o menos amarillas o anaranjadas. Algunas especies importantes son *Aphidius*, *Diaretiella*, *Lysiphlebus* y *Praon* (Jacas *et al.*, 2005).

En cultivos hortícolas con pocos tratamientos, se encuentran gran diversidad de parasitoides, entre los más habituales se encuentran los *Aphidius matricariae* Haliday, *A. ervi* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae). Sobre cultivos de cucurbitáceas son muy comunes *Aphidius* spp. y *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) (Jacas *et al.*, 2005).

«Su adaptación al ciclo del hospedante es especialmente importante. Para ello, algunas especies han desarrollado una diapausa estival o invernal, mientras que las especies oligófagas cambian de hospedante cuando el pulgón emigra de su planta huésped. Por eso, en algunos programas de control biológico es especialmente importante la presencia de hospedantes alternativos (en la cubierta vegetal o en las zonas circundantes al cultivo, por ejemplo). Se utilizan sobre todo en programas de control biológico por conservación y aumento.» (Jacas *et al.*, 2005: 59)

**Afelínidos (Hymenoptera: Aphelinidae)**

La familia Aphelinidae es una de las que más ejemplos aportan como agentes de control biológico. La mayoría de los afelínidos son parasitoides de Hemiptera (Coccidae, Aleyrodidae, Aphididae), aunque algunos son parasitoides o hiperparasitoides de huevos de Lepidoptera, Orthoptera y Diptera (Laborda, 2012).

En cultivos hortícolas ecológicos es muy habitual la presencia de *Aphelinus abdominalis* (Dalman) (Hymenoptera: Aphelinidae) en cultivo de tomate (Jacas *et al.*, 2005).

Algunas especies como *Encarsia formosa* Gahan y *Eretmocerus eremicus* Rose & Zolnerowich son criadas masivamente para ser usadas contra moscas blancas en cultivos en invernadero (Van Driesche *et al.*, 2007)

#### **Encírtidos (Hymenoptera: Encyrtidae)**

Los encírtidos parasitan escamas, piojos harinosos y los huevos o larvas de diversos Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, arañas y garrapatas. Esta familia, junto con Aphelinidae, incluye la mitad de los casos exitosos del control biológico clásico. Entre los géneros importantes en la familia están *Anagyrus*, *Apoanagyrus*, *Comperia*, *Hunterellus* y *Ooencyrtus*. (Van Driesche *et al.*, 2007).

En México, la especie *Copidosoma desantisi* se ha introducido en los estados de Guanajuato y Puebla para el control de su hospedero natural, la “palomilla de la papa” (Noyes, 2006).

#### **Eulófidos (Hymenoptera: Eulophidae)**

Es una familia muy numerosa y diversa, cuyas especies pueden ser ecto y endoparasitoides de huevos, larvas y pupas de coleópteros, dípteros, lepidópteros e himenópteros. Son polípagos, tanto, que pueden ser indistintamente parasitoides o hiperparasitoides. Se utilizan en programas de control biológico por inoculación o por conservación y aumento (Jacas *et al.*, 2005).

*Diglyphus isaea*, uno de los eulófidos más comunes en hortícolas presenta tonalidades verdes metálicas en estado adulto y tiene las antenas muy cortas.

El adulto tiene acción depredadora, no solo provoca mortalidad sobre las poblaciones de minadores por el parasitismo que ejerce, sino que también mata larvas debido a las picaduras de alimentación que realiza sobre el huésped (Téllez *et al.*, 2005).

Es un insecto muy abundante y eficaz en el control de *Liriomyza*, aunque en los últimos años se ha observado una disminución en sus poblaciones naturales como consecuencia del aumento de las poblaciones naturales del depredador polífago *Macrolophus caliginosus* que se alimenta de larvas de minador y posiblemente también se alimente de las larvas parasitadas por *D. isaea* (Jacas *et al.*, 2005).

### **Mimáridos (Hymenoptera: Mymaridae)**

Todos los mimáridos son parasitoides de huevos de insectos, son bastante oportunistas en la selección de hospederos y no hay especificidad sobre un sólo hospedero (Huber, 2006).

Atacan especies de Hemiptera, Psocoptera, Coleoptera, Diptera y Orthoptera. La liberación de *Anaphes flavipes* (Förster) en los Estados Unidos ayudó a suprimir al escarabajo de la hoja de los cereales *Oulema melanopus* (L.) (Maltby et al., 1971). *Gonatocerus ashmeadi* Girault controló a la chicharrita de alas cristalinas *Homalodisca coagulata* Say en la Polinesia Francesa (Van Driesche et al., 2007).

### **Pteromálidos (Hymenoptera: Pteromalidae)**

La familia incluye especies fitófagas, entomófagas, formadoras de agallas y parasitoides de insectos como escarabajos que se alimentan de madera, pulgones, escamas, cigarras, moscas. *Catoaccus grandis* es un ectoparásito específico del picudo del algodón *Anthonomus grandis*, actualmente representa el enemigo natural con mayor potencial para el control biológico de esta plaga (Serna, 2010).

«Entre los Pteromalidae se encuentra con frecuencia el hiperparasitoide *Pachyneuron* Walker» (Laborda, 2012: 24). También, los pteromálidos atacan un amplio rango de hospederos con algunas distinciones, según la subfamilia o la tribu (Van Driesche et al., 2007).

### **Trichogramátidos (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Son insectos de tamaño muy pequeño, parasitoides de huevos de lepidópteros, aunque pueden ser muy polífagos. Presentan gran importancia en el control natural y también se usan en programas de control biológico por inundación (*Trichogramma spp.*) (Jacas et al., 2005).

En la literatura anterior a los años 1970, los nombres a menudo están incorrectos, debido a la dificultad para la identificación exacta de las especies, por la falta de las herramientas apropiadas para la identificación por ADN. Existen diversos ensayos donde se han criado unas diez especies de *Trichogramma* para liberaciones aumentativas contra lepidópteros plaga del maíz, algodón y otros cultivos (Van Driesche et al., 2007).

### **Taquínidos (Diptera: Tachinidae)**

Los adultos de los taquínidos tienen toda la apariencia de las moscas comunes. Son voladores y se alimentan de néctar de flores y de melaza producida por hemípteros, (como los pulgones o las moscas blancas). Todas las especies son parasitoides con un amplio rango de hospedantes. La gran mayoría son endoparasitoides solitarios de ninfas, larvas y adultos de pentatómidos (chinchas), langostas, lepidópteros, coleópteros e himenópteros (Jacas *et al.*, 2005).

Son los dípteros más importantes en el control biológico clásico. La mayoría son endoparasitoides solitarios y ninguno es hiperparasitoide (Askew, 1971). *Lydella thompsoni* Herting fue introducida a los Estados Unidos para el control del barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Burbutis *et al.*, 1981). En Canadá, la introducción de *Cyzenis albicans* (Fallén) controló la polilla de invierno invasora *Operophtera brumata* L. (Embree, 1971). *Trichopoda giacomellii* (Blanchard) fue introducida en Australia, donde controló una importante plaga de hortalizas, el chinche *Nezara viridula* (L.) (Coombs y Sands, 2000).

El taquínido *Erynniopsis antennata* Rondani es un parasitoide del escarabajo de la hoja del olmo *Pyrrhalta luteola* (Müller) (Van Driesche *et al.*, 2007).

### **1.8. Hallazgo del hospedero por los parasitoides**

Actualmente el hallazgo de los hospederos por los parasitoides es entendido a nivel de comportamiento y nivel químico (Kidd, 2005). Los hábitats del hospedero son encontrados gracias a la detección de señales perceptibles a cierta distancia, no por la búsqueda al azar. La visión juega un papel fundamental en la localización del hábitat en sentido amplio, pero la localización del nicho (especies de plantas) es posiblemente como consecuencia a compuestos químicos volátiles pudiendo ser:

- Olores de plantas no hospederas no infestadas.
- Materiales producidos por el hospedero (feromonas, heces).
- Compuestos volátiles de las plantas inducidos y liberados en respuesta al ataque de un herbívoro.

Una vez que los parasitoides encuentran las plantas infestadas, localizan a los hospederos gracias a sustancias químicas no volátiles y otras señales como escamas y partes del cuerpo que van detectando mediante las antenas o los tarsos de las patas (Vet y Dicke, 1992). Otros parasitoides que atacan a hospederos ocultos dentro de fruta o minas de hojas detectan las vibraciones.

Los compuestos químicos asociados con la presencia del hospedero se llaman Kairomonas, que sirven para la búsqueda local intensificada (Van Driesche *et al.*, 2007). Las conductas inducidas por kairomonas pueden causar que los parasitoides se muevan en la búsqueda en áreas más locales permaneciendo más tiempo o limitando las áreas de búsqueda.

Antes de que los hospedantes sean escogidos para la ovoposición, los parasitoides han de evaluar la calidad. Esta calidad está determinada por la especie y el tamaño del hospedero (o estadio), la condición fisiológica y su condición de parasitismo (Van Driesche *et al.*, 2007). La evaluación de la calidad del hospedero también aumenta la eficiencia de la colocación del huevo del parasitoide, permitiendo una progenie más grande y apta.

En respuesta al tamaño del hospedero, los parasitoides pueden escoger depositar huevos de hembra o de macho (Van Driesche *et al.*, 2007).

### **¿Cómo reconoce un parasitoide la calidad del hospedero para su puesta?**

Algunas características como el tamaño, la posición, la forma y su localización dentro del hábitat son algunos de los requisitos indispensables para encontrar el hospedero apropiado.



## **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La agricultura ecológica se encuentra en estos momentos como la principal alternativa de muchos agricultores para el control de sus plagas. A pesar de que existen diferentes métodos de control alternativo, el control de las plagas en hortícolas se basa fundamentalmente en tratamientos químicos y, en muy contadas ocasiones, se lleva a cabo un mantenimiento de la flora silvestre como márgenes para el mantenimiento de la entomofauna benéfica y mejora así el equilibrio de las plagas agrícolas.

El presente trabajo, realizado en una parcela experimental en el término municipal de Alcàsser (Valencia), sugiere que las poblaciones de insectos plaga en campos hortícolas se pueden controlar de forma natural, como ocurre en California, cuando no se realizan tratamientos químicos que interfieran con la acción de los enemigos naturales y se utilizan plantas refugio para dar cobijo a los insectos beneficiosos. Dichas plantas refugio tienen un papel fundamental para el mantenimiento de la fauna útil y, por tanto, para dar equilibrio a la biodiversidad de la finca, favoreciendo el control de los insectos plaga de los cultivos hortícolas.

A pesar de que la gran mayoría de estudios para el control natural de plagas se han realizado en cultivos extensivos, como cereales o frutales, son muy pocos los trabajos realizados sobre cultivos hortícolas. Sin embargo, dicho trabajo está basado en un año de muestreo en un campo hortícola sobre monocultivo de *Solanum tuberosum* (patata) y también sobre márgenes con distintas plantas refugio, tales como *L. maritima*, *Zea mays*, *Cynara scolymus*, *Cynara cardunculus* y *Cymbopogon citratus* presentes en distintas partes de la finca.

Por ello, se plantean los siguientes objetivos:

- Análisis de la distribución en el tiempo y espacio de los cultivos de la finca.
- Aportar nuevos conocimientos sobre las especies de insectos auxiliares presentes en los cultivos hortícolas de la huerta de Valencia.
- Contribuir al conocimiento de las infraestructuras ecológicas, que tienen importancia como refugio de fauna auxiliar para mejorar el control biológico de las plagas.
- Identificar los principales depredadores y parasitoides presentes en una parcela de horticultura ecológica bajo condiciones de control natural.

- Comparar distintos tipos de muestreo para cada planta refugio analizado en este estudio.
- Comparar la importancia de las distintas especies de plantas como refugio de la fauna útil.
- Determinar el área de influencia de los corredores vegetales sobre los insectos beneficiosos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la finca

El seguimiento de la entomofauna útil en cultivos hortícolas se realizó en una finca hortícola de la empresa de productos ecológicos SAIFRESC (Coordenada X 722597; Coordenada Y 4365062) ubicada en el término municipal de Alcàsser, en la provincia de Valencia, entre los meses de septiembre del año 2013 y julio de 2014.



**Figura 3.1.** Detalle de la finca de muestreo con las distintas parcelas de cultivo.

La superficie total es de 13,48 ha y la finca está compuesta de 24 parcelas, como se puede observar en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Características de las parcelas. Las parcelas en las que se ha muestreado algún tipo de infraestructura ecológica se encuentran marcadas de distinto color.

Nº	Superficie (ha)	Nº	Superficie (ha)	Nº	Superficie (ha)
1	0,69	8-2	0,35	15	1,67
2	0,83	8-3	0,35	16	1,48
3	0,99	9	0,57	17	0,5
4	0,51	10	0,26	18-1	0,26
5	0,84	11	0,41	18-2	0,13
6	0,9	12	0,86	18-3	0,2
7	0,8	13	0,17	18-4	0,14
8-1	0,25	14	0,07	18-5	0,25

### **3.2. Estudio de la abundancia de cultivos**

En el presente trabajo se realizó un seguimiento por parcela de la diversidad de cultivos presentes en toda la finca a lo largo de un año completo de cultivo. En dicho seguimiento se anotaron para cada uno de los cultivos de las distintas parcelas que componen la finca, la fecha de implantación del cultivo y su fecha de recolección. Así de esta forma se obtuvieron datos de la variedad de plantas cultivadas, los meses presentes de cada cultivo en la finca, la diversidad de cultivos a nivel global de la finca y su importancia a nivel de familia.

### **3.3. Estudio de las infraestructuras ecológicas**

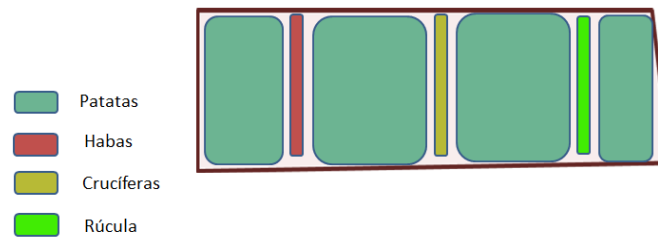
Para determinar las diferentes estructuras susceptibles de albergar fauna auxiliar se realizó una evaluación de las diferentes infraestructuras que podían servir de refugio a la fauna útil. Se anotó la especie que compone esta infraestructura, la longitud y la anchura del margen y el estado fenológico de la misma. Dicho estudio se realizó en julio de 2014.

Por otra parte también se realizó un croquis de las diferentes parcelas y de manera visual se dibujaron sobre el croquis las diferentes infraestructuras, para facilitar la tarea de muestreo y conocer en cada momento sobre que margen y que parcela se estaba muestreando.

### **3.4. Estudio de diversidad de insectos en patata**

El cultivo de *Solanum tuberosum* de la variedad *Vivaldi* se plantó a finales de agosto del 2013. Las labores de cultivo durante el año de muestreo de este trabajo fueron las siguientes: escarda manual, sistema de riego localizado mediante riego por goteo y abonado de fondo mediante abono orgánico. El seguimiento del cultivo se realizó desde el mes de septiembre a finales del mes noviembre del año 2013.

El monocultivo de patatas localizado en la parcela 15 y como se muestra en la (figura 3.2), dicha parcela presentaba unas dimensiones de 70 m de ancho por 200 m de largo (una hectárea y media aproximadamente de monocultivo).



**Figura 3.2.** Líneas de plantas refugio de insectos útiles sobre monocultivo de patata

La parcela estaba dividida en surcos entre medio de los cuales había pasillos donde se instalaron las plantas reservorio de los insectos beneficiosos. Estos pasillos eran 15, utilizados por el propietario para pasar con la maquinaria de aproximadamente un metro de anchura, de los cuales el número 3 se sembró de *Vicia faba* (habas), el número 7 de crucíferas (verdura china) y el número 11 de *Eruca vesicaria* (rúcula). Los demás pasillos quedaron libres. Entre pasillo y pasillo formaban una subparcela, cada una de las cuales constaba de una distancia entre pasillos de 12 metros dividido en 20 surcos del cultivo de patata —a excepción del primero que fue desechado para el estudio por sus dimensiones de 3 surcos— y en el caso de la distancia entre el último pasillo (pasillo número 15) y la parcela vecina o límite de la parcela, media una distancia de 6 m; equivalente a 10 surcos de patatas, subparcela de patatas con la mitad de surcos que el resto.

Sobre este monocultivo de patata se utilizaron distintos métodos de muestreos, uno de ellos el de trampas cromáticas amarillas colocadas en dos periodos distintos. Las primeras se colocaron el día 27/09/13 y estuvieron en campo durante 10 días, las segundas se colocaron el 21/10/13 y permanecieron en campo 18 días. El muestreo por aspiración se realizó el día 11/11/13, para ver la biodiversidad de insectos presentes tanto en las franjas de habas, crucíferas y rúcula como en el propio cultivo de patata y poder observar así la influencia del área refugio.

### 3.5. Estudio de diversidad de insectos en las infraestructuras ecológicas

De todos los márgenes presentes en la finca se llevó a cabo el muestreo en 14 de ellos de forma aleatoria. Las características de las distintas infraestructuras ecológicas se muestran en la tabla 3.2 y la figura 3.3.

**Tabla 3.2.** Características de las infraestructuras ecológicas en uno de los muestreos mediante aspiración.

Plantas refugio	Nº parcela	Metros lineales de margen	Estado fenológico de la planta refugio
<i>C. cardunculus</i>	18.5	25 X 15	Floración- maduración
<i>C. cardunculus</i>	3	5X 3	Floración- maduración
<i>C. cardunculus</i>	4	40 X 4	Floración- maduración
<i>C. Scolymus</i>	7	150 X 40	Cultivo pasado, (rebrotos)
<i>C. Scolymus</i>	3	15 X 65	Cultivo pasado, (rebrotos)
<i>Zea mays</i>	9	70	Floración-fructificación
<i>Zea mays</i>	17	70	Comienzo floración
<i>Zea mays</i>	3	70	Pasado
<i>Zea mays</i>	9	70	Floración-fructificación
<i>L. maritima</i>	10	23	floración-fructificación
<i>L. maritima</i>	9	70	Plena floración
<i>L. maritima</i>	17	70	Floración
<i>L. maritima</i>	3	150	Floración
<i>Cymbopogon citratus</i>	17	triángulo (40x5-40x1)	Crecimiento vegetativo

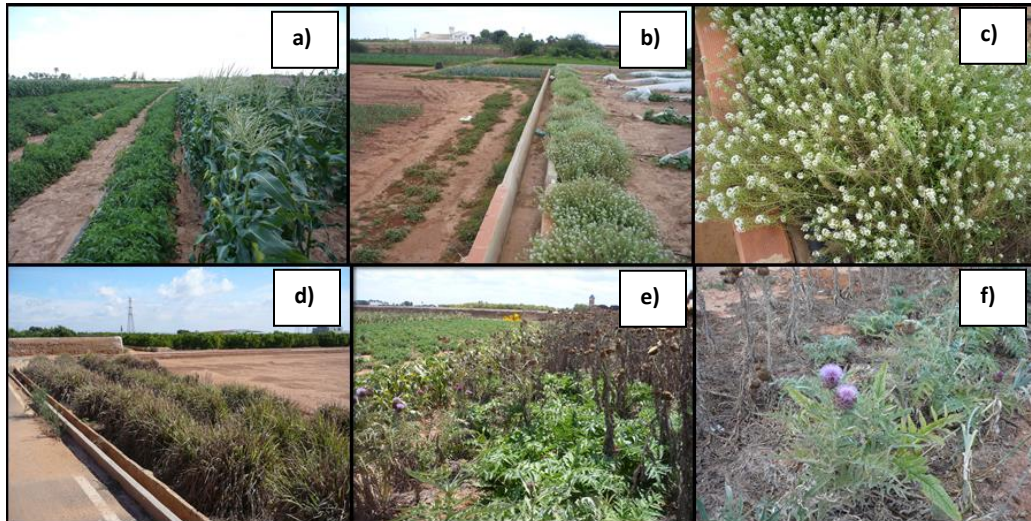
Se realizaron dos muestreos, el primero tuvo lugar el día 7 de julio del 2014 donde se recogieron las muestras de diferentes órganos de la planta que, posteriormente, se llevaron al laboratorio donde, por distintos métodos —descritos en el apartado 3.6.—, se realizó el conteo de los insectos presentes. El segundo de los muestreos se llevó a cabo el 23 de julio del 2014, el procedimiento fue el mismo que para el caso anterior.

Estos márgenes se localizan en distintas zonas de la finca dependiendo de la planta refugio de que se trate. *Lobularia maritima* se encuentra en los márgenes entre una parcela y la otra formando un seto regular. *L. maritima* forma un seto perenne a lo largo de todo el periodo de cultivos lo que facilita el refugio de gran cantidad de insectos. El caso del maíz es utilizado para separar solanáceas como tomates, pimientos y también forma un seto regular, pero con un periodo de tiempo menor ya que solamente sirve de refugio durante su cultivo.

El *Cymbopogon citratus* (hierba limón) forma un margen perenne al igual que la *L. maritima*, situado en un rincón de la parcela formando un triángulo para aprovechamiento de la misma (se puede observar en la figura 3.3). El cardo y la alcachofa se dejaron rebrotar y florecer para que sirvieran de zonas de alimentación y refugio durante el verano para determinar la fauna



existente en ellos. El hecho de elegir estos cultivos fue por su presencia en campo durante varias campañas, sirviendo de seto refugio sobre los insectos beneficiosos durante más tiempo.



**Figura 3.3.** Imágenes de las distintas infraestructuras ecológicas. a) *Zea mays*, b) y c) *L. maritima*, d) *C. citratus*, e) *C. cardunculus* y f) *C. scolymus*.

### 3.6. Sistemas de muestreo

#### 3.6.1. Muestreos puntuales: visual por golpeo y mediante embudo de Berlese.

Uno de los métodos consistió en visualización mediante golpeo de los insectos presentes en hojas e inflorescencias de las plantas refugio seleccionadas para el muestreo. Otro de los métodos fue mediante el embudo de Berlese, a partir del cual, las muestras de planta (hojas, inflorescencias), fueron pesadas en la báscula y posteriormente introducidas en el embudo con un recipiente de plástico con alcohol al 70% al final del mismo donde, por gravedad, fueron cayendo todos los insectos presentes. Ambos muestreos se realizaron de forma puntual el 7/7/14.

#### 3.6.2. Muestreo mediante trampas pegajosas amarillas

Dicho muestreo fue empleado para capturar insectos sobre la parcela 15 de monocultivo de patatas con líneas de áreas refugio (habas, crucíferas, rúcula).

Para llevar a cabo dicho muestreo se utilizaron trampas pegajosas de 10 X 10 cm, de color amarillo y dispuestas a lo largo de toda la parcela a una distancia de 6 m de su pasillo

correspondiente (figura 3.4). Para sujetar dichas trampas se emplearon bridas y unas estacas de madera de 1.20 cm de altura clavadas entre los surcos 10 y 11 de cada subparcela, para no entorpecer el paso de la maquinaria de trabajo. Estas estacas estaban provistas de unos agujeros para poder subir o bajar la altura de las trampas en función del tamaño del cultivo y facilitar así el vuelo de los insectos hasta ellas.



**Figura 3.4.** Muestreo mediante trampas pegajosas amarillas. Distribución de las trampas sobre el monocultivo de patata (arriba) y detalle de los insectos capturados sobre las trampas (debajo).

El número total de trampas dispuestas a lo largo de toda la parcela fueron 12, colocadas desde el pasillo 2 hasta el 13. Cada una de las franjas de las plantas refugio tenía dos trampas a cada lado, separadas del centro del pasillo 6 y 12 m. con el propósito de poder confirmar las distancias de vuelo de los insectos beneficiosos y poder observar la influencia de cada una de estas plantas reservorio para la atracción y fuente de alimento de los distintos tipos de individuos pudiendo determinar así un buen diseño agroecológico.

Estas trampas pegajosas amarillas se llevaron al laboratorio y se conservaron en nevera durante todo el periodo de trabajo. Mediante lupa binocular se realizó el conteo de todos los insectos capturados, identificando aquellos fitófagos cuya presencia fue mayor al igual que la identificación de los depredadores y parásitos capturados en mayor abundancia.

### 3.6.3. Muestro mediante aspiración

#### Aspirador portátil

El muestreo mediante aspiración se realizó con un aspirador de motor de gasolina de 30 cm<sup>3</sup>, marca Tanaka modelo THV 200 con una capacidad de aspiración de 700 m<sup>3</sup>/hora. El aspirador se componía de un ventilador que realiza la succión del aire, conectado a un tubo cilíndrico, al final del cual se adaptaba una manga recolectora, de malla fina, donde se recogían los artrópodos (figura 3.5).

Dentro de cada manga quedaban retenidos los artrópodos tras acercarse el aspirador a una zona de la planta refugio y mantenerlo durante periodos de 5 segundos, repitiendo esta operación durante 5 veces a lo largo del margen muestreado. El material succionado que quedaba recogido en la manga, se identificaba con una tarjeta de plástico en la que se registraba el número de la parcela y la fecha de muestreo y se transportaba en una nevera al laboratorio.

El primer muestreo por aspiración se realizó sobre las áreas refugio del monocultivo de patatas, el 11/11/13. En este caso, fue un poco distinto el procedimiento, ya que de cada franja de cultivo se obtuvieron 3 mangas. Dentro de cada manga se depositaban los artrópodos de 6 aspiraciones de 5 segundos de duración lo que hace un total de 30 segundos aspirados por manga recolectora que, repartidos por cada uno de los cultivos aspirados, hizo un total de minuto y medio de aspiración para cada uno de ellos. En total se recogieron 12 mangas entomológicas para llevar a analizar 3 por cada franja de cultivos (habas, rúcula, crucíferas y patata).

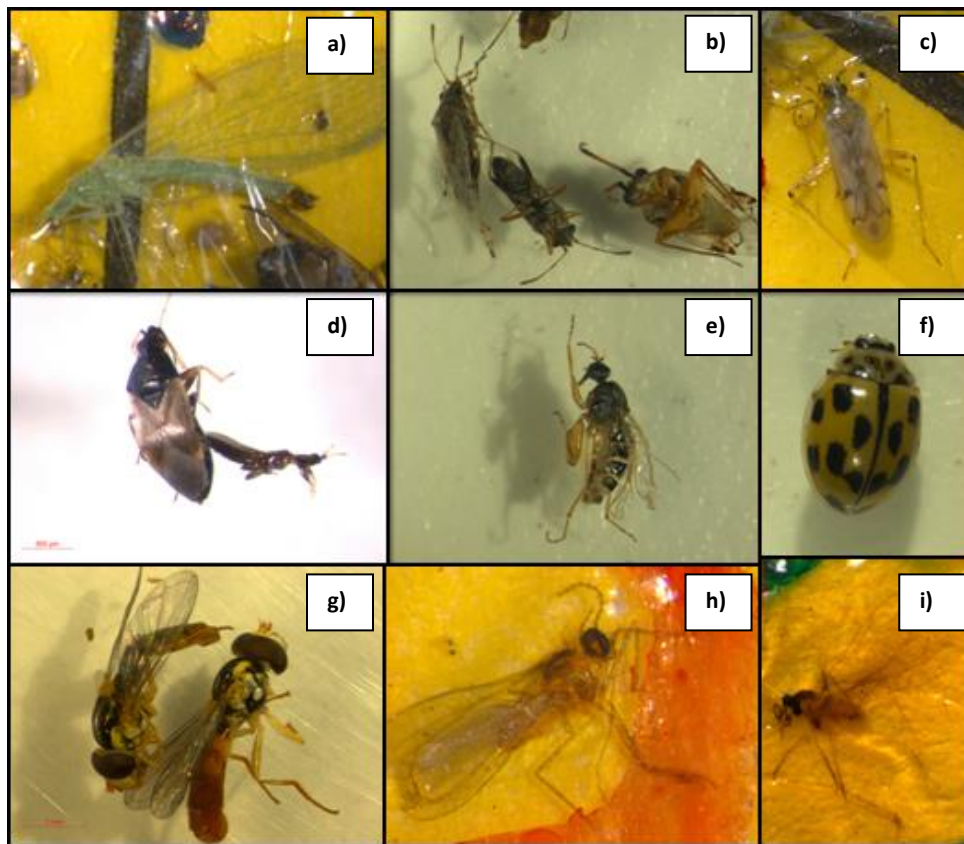
El siguiente muestreo se realizó el 7/7/14, sobre las distintas infraestructuras ecológicas de la finca señaladas en la tabla 3.2 y el día 23/7/14 se realizó una segunda repetición con el objeto de obtener un mayor número de datos para analizar.



**Figura 3.5.** Imagen de la aspiración en campo.

### 3.7. Identificación de artrópodos en laboratorio

En el laboratorio, las muestras aspiradas se conservaron en el congelador durante al menos 48 horas a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ya que el frío mata los artrópodos sin dañarlos. A continuación, se procedía a la separación de los artrópodos capturados de otros restos como tierra, hojas secas, etc., mediante unos tamices de diferente tamaño de luz de malla. Los insectos se contaban y se identificaban con la ayuda de claves y bajo la lupa binocular a nivel de familia y en algunos casos incluso a nivel de género y especie. Los insectos contados se conservaron en el congelador en placas Petri de 5cm de diámetro para poder trabajar con ellos posteriormente en su identificación y en algunos casos se introdujeron los insectos en botes con alcohol al 70% para una conservación mucho más segura. También se realizaron las fotos oportunas de los insectos identificados de cada género y especie de interés para el estudio, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 3.6.** Depredadores. a) Crisópido, b) y c) Míridos depredadores, d) Antocórido (*Orius sp.*), e) *Platipalpus sp.*, f) Coccinélido (*Propylea quattuordecimpunctata*), g) Sífidos, h) e i) Cecidómidos.

En el caso de las trampas amarillas se conservaron en la nevera durante el periodo de identificación y conteo de los insectos atrapados. Las trampas se observaron bajo lupa binocular y con rotuladores permanentes se iban marcando cada uno de los insectos presentes para evitar confusión alguna.

Todos los datos recogidos de ambos muestreos se fueron recogiendo en hojas de cálculo para su posterior análisis.

En el caso de la identificación de heterópteros, se utilizaron los ejemplares obtenidos mediante aspiración por sus condiciones óptimas para identificar. Dichos heterópteros fueron contados y conservados en alcohol al 70%.

Los heterópteros fueron identificados gracias a la ayuda desinteresada del experto en esta clase de insectos, Dr. Manuel Baena, que fue el que puso nombre a estos hemípteros. Para realizar el envío y no dañar los insectos, estos se colocaron sobre placas Petri con una base de algodón y otra capa por arriba para protegerlos del transporte. En cada una de las placas se colocaron unos 6-7 móridos y se sellaron mediante cinta adhesiva para evitar su pérdida. Todos ellos fueron etiquetados por fecha y se anotó la planta de la que procedían.

Otros insectos como los eulófidos, capturados mediante aspiración, fueron separados por morfología y mediante fichas de identificación se llegó hasta nivel de género. Dichos eulófidos se dejaron en alcohol para su conservación y con la ayuda del Dr. José María Soler, se contrastó nuestra identificación y se pudo confirmar el género.

Para el caso de la superfamilia Icneumonoidea, debido a la gran complejidad y diversidad de insectos en esta superfamilia, se dibujaron las alas y se clasificaron por morfotipos. Estos dibujos alares fueron enviados con alguno de los ejemplares al Dr. Jesús Selfa para poder confirmar que todos ellos pertenecían a la familia de los Icneumónidos, quedando pendiente su identificación hasta nivel de especie.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Abundancia

En los muestreos realizados desde septiembre de 2013 hasta julio de 2014, se han contado e identificado a nivel de orden un total de 18.729 insectos. Entre los órdenes con mayor abundancia destacan los tisanópteros, dípteros, hemípteros e himenópteros. Le siguen neurópteros, coleópteros, psocópteros, lepidópteros, araneidos y ácaros.

Los taxones familia y especie proporcionan más información que el taxón orden sobre el papel que desempeñan en los agroecosistemas, pero de esta forma se tiene una idea global de los insectos capturados.

**Tabla 4.1.** Número total de artrópodos capturados mediante distintos sistemas de muestreo en diversos cultivos y sistemas de cultivo en muestreos realizados entre 2013 y 2014 en una parcela hortícola en Alcàsser. Los valores no son directamente comparables ya que el número de muestreos por aspiración y trampas amarillas es mayor que los muestreos puntuales de forma visual y mediante embudo de Berlese.

Refugio		Áreas refugio patata		Alcachofa, cardo, <i>L. maritima</i> , maíz y <i>C. citratus</i>			Total
Orden	Muestreo	Trampas amarillas	Aspiración	Visual	Embudo Berlese	Aspiración	
Tisanópteros		5800	345	182	498	92	6917
Dípteros		3293	1224	1	0	156	5274
Hemípteros		1152	811	72	50	1105	3190
Himenópteros		726	204	0	18	484	1432
Neurópteros		147	22	0	0	20	189
Coleópteros		88	47	28	10	390	563
Psocópteros		43	1	0	4	78	126
Lepidópteros		0	12	0	0	8	20
Araneidos		0	9	28	0	141	178
Acarina		0	0	0	270	18	288
<b>Total</b>		<b>11249</b>	<b>2675</b>	<b>311</b>	<b>850</b>	<b>3092</b>	<b>18177</b>

Los himenópteros por lo general se consideran insectos beneficiosos ya que dentro de este orden se encuentran la gran mayoría de especies parasitoides de insectos plaga. Los neurópteros y los araneidos son depredadores. En el caso de los tisanópteros, hemípteros y lepidópteros son en general fitófagos, aunque dentro de los hemípteros se encuentran los antocóridos y míridos, y algunas especies pueden ser depredadores de insectos fitófagos.

Los dípteros representan un gran orden dentro del cual existen ciertos individuos con la capacidad de depredar (estado larvario del díptero) e incluso ser parasitoides. También los hay fitófagos (agromícidos, mosca de la fruta).

En el presente estudio, los distintos métodos de muestreo llevados a cabo, sugieren que según el sistema utilizado el número de individuos capturados varía dentro del orden, siendo mejor unos métodos que otros dependiendo del orden del insecto que se pretenda capturar. Para el caso de tisanópteros y ácaros el embudo de Berlese ha dado buenos resultados de captura, (tabla 4.1).

Los órdenes hemípteros e himenópteros han sido capturados con mayor abundancia en trampas amarillas y mediante aspiración. Los neurópteros y los coleópteros de la familia coccinélidae que presentan gran importancia en el presente estudio, también se observa mayor número de ejemplares sobre trampas amarillas y sistema de aspiración.

Mediante el muestreo por trampas pegajosas amarillas y aspiración se capturaron mayor número de órdenes comparando con los otros sistemas de muestreo llevado a cabo en este estudio.

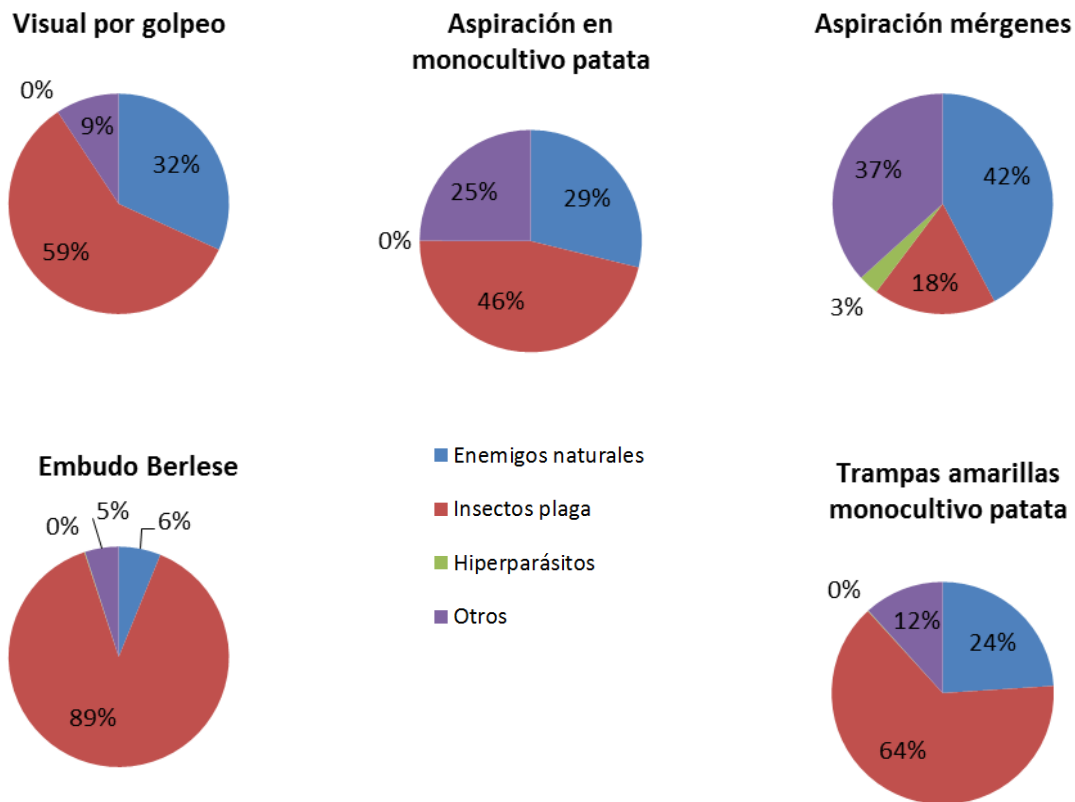
En cuanto a la diversidad global de la parcela, cabe destacar que el número de insectos útiles capturados ha representado unos porcentajes elevados y en algunos sistemas de muestreo incluso superior al número de insectos plaga, dependiendo del tipo de infraestructura muestreada.

Observando la figura 4.1, en los sistemas de muestreo visual por golpeo, embudo de Berlese, aspiración en monocultivo de patata y trampas amarillas en monocultivo de patata, el porcentaje de insectos plaga es el doble que los insectos beneficiosos e incluso superior. En cambio, para el muestreo realizado sobre los márgenes mediante aspiración, el porcentaje total de insectos útiles es muy superior que el porcentaje de insectos fitófagos.



Esta mayor abundancia de insectos útiles de los márgenes muestreados sugiere que la gran diversidad de insectos beneficiosos encontrados en ellos sea debido a la gran diversidad de especies de plantas cultivadas por parcela dentro de la finca, haciendo que se incremente el número de especies de la entomofauna útil, ya que en todo momento se les favorece su presencia mediante el cuidado de los márgenes de la finca que les proporciona refugio y alimento alternativo cuando no lo encuentran en las plantas cultivadas.

Alguno autores como Berry *et al.* (1996), también encuentran poblaciones más altas de himenópteros (69%) y neurópteros (79%) en parcelas de zanahorias ecológicas que en las convencionales.



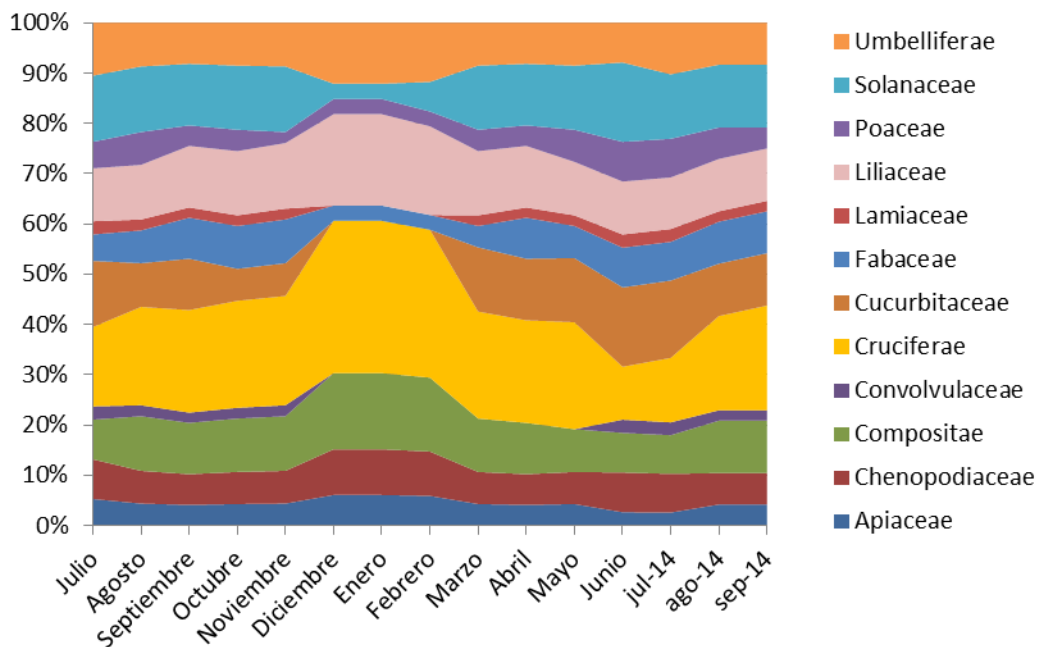
**Figura 4.1.** Porcentajes a partir de promedio de insectos capturados por su importancia en la parcela y mediante distintos tipos de muestreo.

Estos resultados coinciden con los de otros autores como Labrador y Altieri (2001), donde afirman que con el aumento de especies de plantas en el agroecosistema la regulación de los insectos plaga se incrementa. Con el incremento de esta diversidad vegetal, la reducción de plagas alcanza un nivel óptimo con rendimientos más estables.

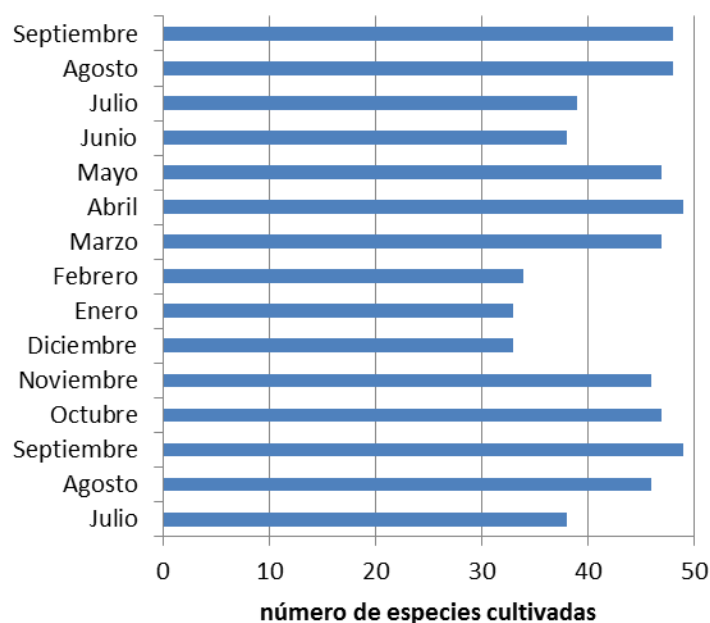
Gabarra *et al.* (2003) dentro de Alomar *et al.* (2006), asegura que la eliminación de los márgenes próximos a las parcelas de cultivo mediante prácticas culturales produce una naturaleza discontinua y un mal establecimiento de los enemigos naturales. En cambio en hábitats más permanentes los enemigos naturales recolonizan los campos.

## 4.2 Estudio de la abundancia de cultivos

En la finca de cultivos ecológicos SAIFRESC, existe una gran diversidad de cultivos a lo largo de todo el año facilitando la estabilidad del ecosistema. En las (Figuras 4.2 y 4.3), se pueden observar la diversidad de cultivos dentro de la finca ecológica.



**Figura 4.2.** Evolución de la proporción de especies pertenecientes a cada familia de plantas cultivadas.



**Figura 4.3.** Evolución del número de especies cultivadas a lo largo del año.

En la figura 4.2 se observa que la familia que engloba más subespecies cultivadas fue las crucíferas.

En la finca hay alrededor de 50 cultivos diferentes cultivados a la vez en los periodos de máxima diversidad de cultivos. Mientras que por otro lado cabe mencionar que el número de especies cultivadas nunca desciende de 32, siendo en invierno y en verano los periodos con menor diversidad de cultivos.

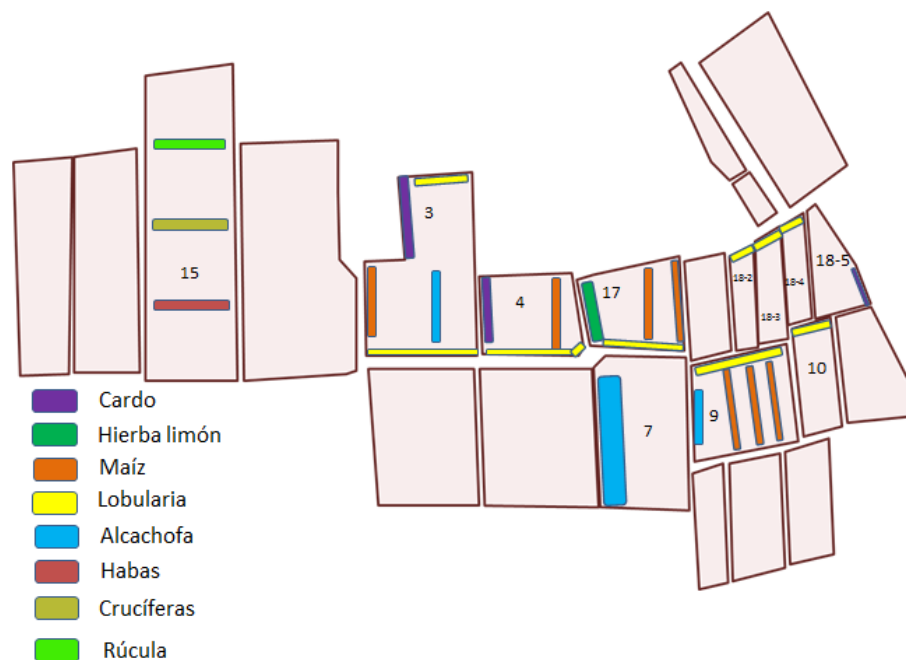
Esta gran diversidad de cultivos a lo largo de todo el año mejora el mantenimiento de la entomofauna útil proporcionándoles alimento y refugio y facilitando así un buen manejo de los insectos fitófagos presentes en los cultivos hortícolas manteniéndolos en equilibrio dentro del ecosistema, disminuyendo los daños y conservando los recursos de la finca.

Autores como Vandermeer y Perfecto (1995), afirman que los sistemas de cultivo diversificados, tales como los cultivos intercalados o cubiertas vegetales en huertos favorecen la estabilidad del ecosistema y mejoran la conservación de los recursos naturales.

### 4.3 Estudio de las infraestructuras ecológicas

En la figura 4.4 se muestra un esquema con las diferentes infraestructuras establecidas en este estudio. Los diferentes tipos de infraestructuras ecológicas se han clasificado en varios tipos. Las que hemos denominado como lineales se plantaron para proporcionar áreas de refugio dentro o alrededor del campo de cultivo (*L. maritima*, *Zea mays*). Otro tipo de infraestructuras (no lineales) son aquellas que sin haberse plantado para tal objetivo se han querido estudiar el papel que podían desempeñar una vez finalizada la vida útil del cultivo (alcachofa, cardo).

Otros tipos como el *C. citratus* se han establecido para “aprovechar” irregularidades de la parcela. Cabe destacar que la *L. maritima* supone un total de 448 metros lineales de borde de los cultivos mientras el maíz supone un total de 392 metros en el interior de los cultivos.



**Figura 4.4.** Esquema sobre la distribución de los distintos márgenes con plantas refugio para los enemigos naturales.

#### 4.4 Efecto de las áreas refugio sobre un monocultivo de patata

Los insectos capturados mediante aspiración en las líneas de plantas refugio sobre el monocultivo de patata son muy superiores a los insectos capturados en patata. En las áreas refugio de habas y crucíferas se capturan más insectos que en el caso de rúcula (tabla 4.2).

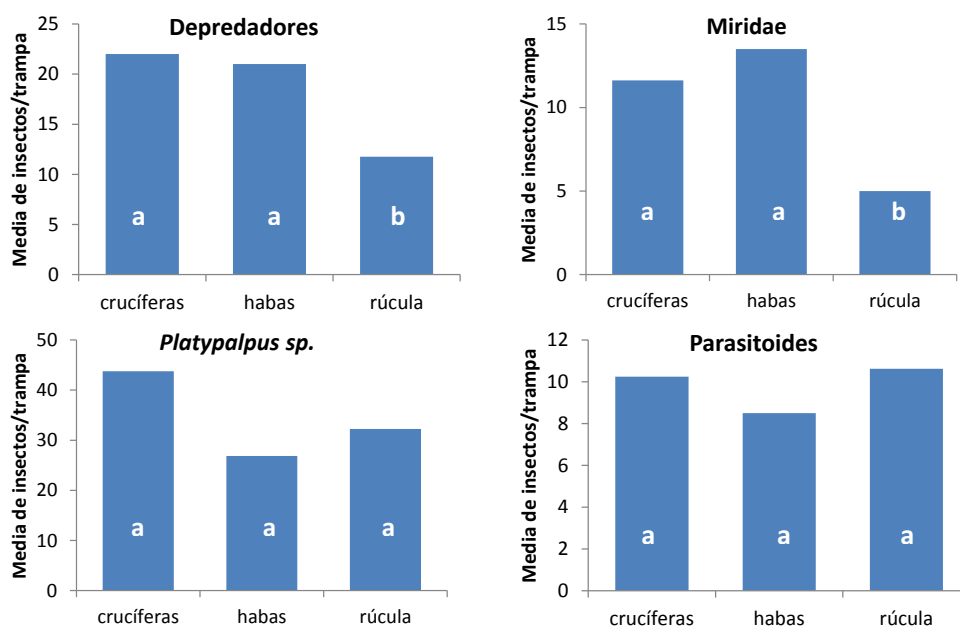
**Tabla 4.2.** Promedio total de insectos capturados por aspiración en las distintas plantas refugio y en el monocultivo de patata.

<b>Insectos capturados</b>	<b>Habas</b>	<b>Rúcula</b>	<b>Crucífera</b>	<b>Patata</b>
Cicadélidos	76,00	9,33	4,67	14,00
Dípteros (Agromícidos)	45,00	87,00	22,67	21,00
Pentatómidos	2,33	0,67	2,67	0,33
Trips	6,67	27,33	80,67	0,33
Afididos	3,33	1,67	0,33	0,33
<b>Coccinélidos</b>				
<i>P. quattuordecimpunctata</i>	3,00	0,33	1,00	0,67
<i>H. variegata</i>	1,00	1,00	4,33	1,33
<b>Crisópidos</b>				
<i>Chrysoperla carnea</i>	2,67	1,00	2,00	1,67
Dípteros ( <i>Platypalpus sp.</i> )	3,67	6,33	6,00	0,67
Míridos	25,33	30,67	90	4,33
Antocóridos ( <i>Orius sp.</i> )	1,67	0,00	0,67	0,33
Dípteros (Sífidos)	0,00	1,67	3,00	0,00
Eulófidos ( <i>Ceranius sp.</i> )	0,00	1,67	7,33	0,00
Pteromálidos	2,33	1,00	0,00	0,00
Eulófidos (otros)	3,33	5,67	6,67	1,33
Ichneumonoidea	10,33	8,67	4,00	3,33
Otros dípteros	131,00	23,33	50,67	6,00
<b>Total</b>	<b>317,67</b>	<b>207,67</b>	<b>286,67</b>	<b>55,67</b>

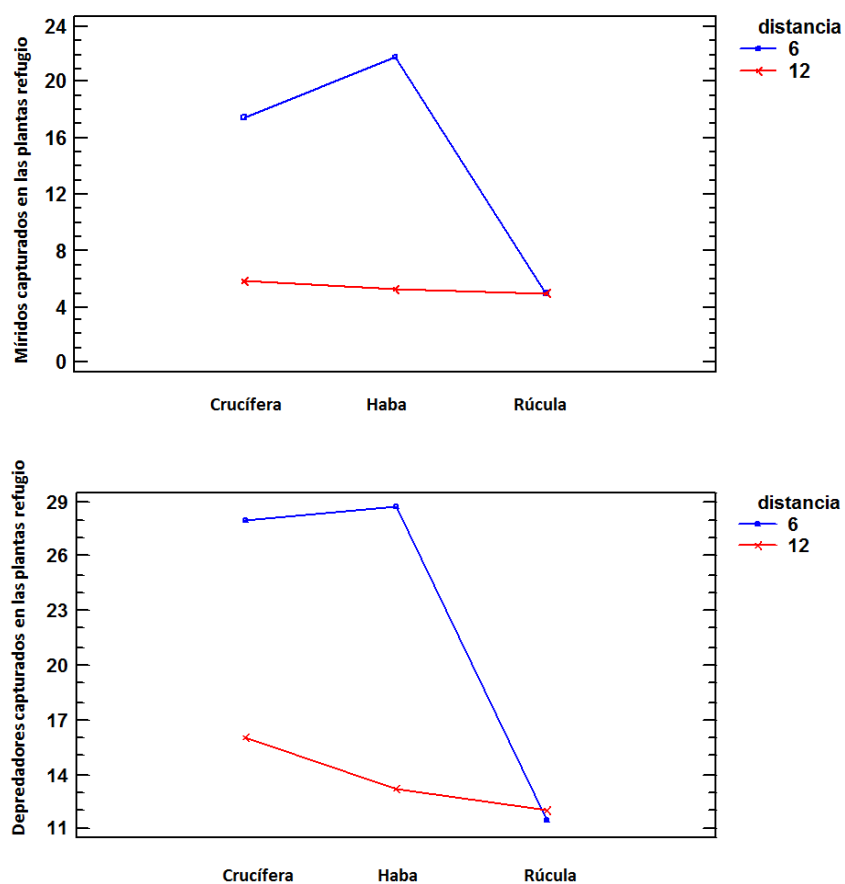
El momento del muestreo fue realizado en plena floración de las tres plantas refugio y en proceso de secado del cultivo de patata. El promedio de insectos capturados en pleno centro del cultivo de patata es de cuatro veces inferior al de los refugios, como se muestra en la tabla 4.2 ya que estos proporcionan alimento alternativo a los insectos, desplazándolos del cultivo hasta dichas áreas, ya que les proporcionan mayor alimento y refugio que el monocultivo.

Como se observa en la figura 4.5, la media de insectos capturados en trampas amarillas es mayor en crucíferas y habas que en el resto de cultivos, existiendo una diferencia estadísticamente significativas tanto para el caso de los depredadores ( $F= 4,21$ , g.l.= 2,  $p= 0,037$ ), como para el caso de los míridos ( $F= 4,67$ , g.l.= 2,  $p= 0,0279$ ). Entre insectos capturados en habas y crucífera no hay diferencias significativas.

En la figura 4.6 se muestra la influencia de la distancia al área refugio sobre las capturas de depredadores y míridos ( $F= 8,01$ , g.l.= 1,  $p= 0,0134$ ;  $F= 15,58$ , g.l.= 1,  $p= 0,0015$  respectivamente). En ambos casos, las capturas a 6 m. de distancia son muy superiores a las capturas a 12 m. en el caso de crucífera y habas pero no en el caso de la rúcula.



**Figura 4.5.** Influencia de la especie de planta refugio sobre los insectos capturados en trampas amarillas en el monocultivo de patata.



**Figura 4.6.** Influencia de las distintas áreas refugio sobre los depredadores y miridos del monocultivo de patatas.

El comportamiento de los parásitos y depredadores es diferente en el presente trabajo, no existiendo diferencias estadísticamente significativas para tipo de cultivo o distancia en el caso de los parasitoides. Estos insectos han sido capturados por igual en cualquier área de muestreo. Posiblemente esto se deba a la gran diversidad de áreas refugio que presentan en las parcelas de cultivo y a la facilidad que tienen para realizar vuelos más largos.

En estudios como el de Freeman *et al.* (1998), se estudia el comportamiento de algunos enemigos naturales en cuanto a la capacidad de dispersión desde las plantas refugio hasta las zonas de cultivo, observando que los crisópidos se detectaron a una distancia de 6 metros pero nunca a distancias de 75 metros. Para el caso de los coccinélidos el 27% se observaron en áreas

más próximas al seto refugio (6 metros), mientras que un 23% fueron observadas a 75 metros. En cuanto a los parasitoides fueron observados el 17% a 6 metros de distancia del área refugio, mientras que el 47%, se observaron a 75 metros. Con estos resultados demostraron los distintos comportamientos entre los depredadores y los parasitoides.

Comparando los insectos capturados mediante trampas amarillas entre las distintas fechas de muestreo (tabla 4.3), se observa que la mayor captura de los artrópodos se da en el segundo muestreo ya que las áreas refugio tales como habas, rúcula y crucíferas, estaban en plena floración a diferencia del primer muestreo donde las áreas refugio estaban en crecimiento vegetativo (no siendo tan beneficiosos para el alojamiento de los insectos).

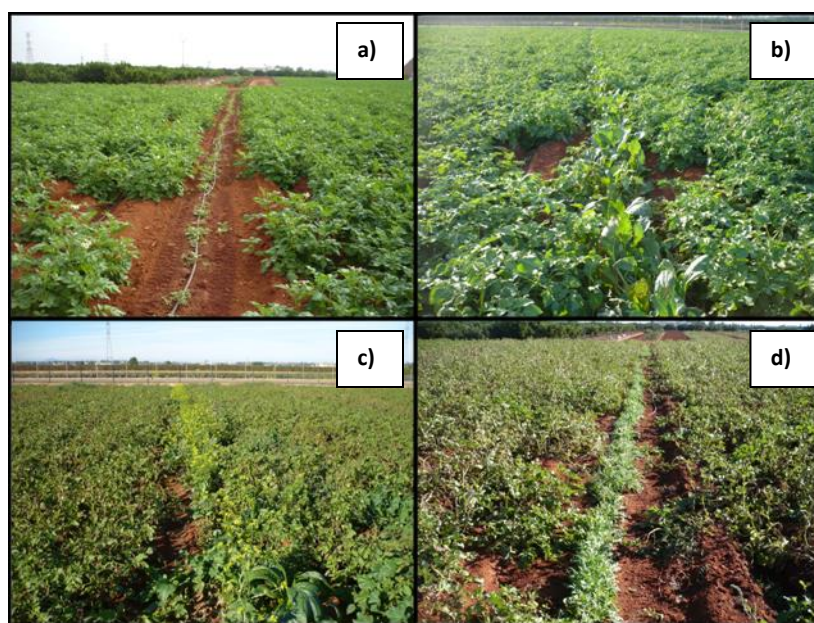
**Tabla 4.3.** Promedio de insectos capturados en trampas amarillas sobre monocultivo de patata, comparando dos fechas de muestreo y las distintas áreas refugio muestreadas.

Insectos capturados	Promedio de insectos por fecha de muestreo y por cultivo			
	Fecha			
	27/09/2013	21/10/2013		
Eulófidos	1,53	4,27		
Megaspílicos	0,37	1,45		
Antocóridos	0,74	1,32		
Míridos	8,63	8,63		
Trips	132,16	149,5		
Aphidiínos	2,9	21,7		
Dípteros ( <i>Platypalpus sp.</i> )	31,16	38,7		
Dípteros (Agromícidos)	10,6	21,2		
Coccinélido ( <i>H. variegata</i> )	0,37	1,41		
<b>Total</b>	<b>188,46</b>	<b>248,18</b>		
	Cultivo			
	Habas	Crucíferas	Rúcula	Patata
Crisópidos	4,3	5	3,1	2,1
Dípteros (Cecidómidos)	0,8	1,2	0,7	0,4
Dípteros ( <i>Platypalpus sp.</i> )	29,8	40,7	41,6	15,9
Eulófidos	3	2,3	2,4	4
Dípteros (Agromícidos)	19,1	15,9	14,6	14
Míridos	13	9,9	6,8	5,5
Aphidiínos	8,7	9,4	8,8	15,8
<b>Total</b>	<b>78,7</b>	<b>84,4</b>	<b>78</b>	<b>57,7</b>



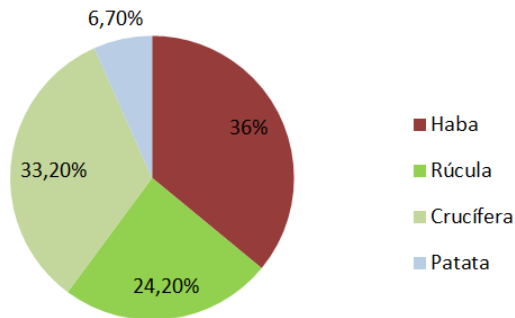
Observando tanto los promedios obtenidos de insectos capturados mediante aspiración (tabla 4.2), y los promedios de insectos capturados en trampas amarillas sobre monocultivo de patata (tabla 4.3), ambos resultados coinciden en que las habas y las crucíferas son las dos plantas con mayor influencia sobre los insectos obteniendo mayor número de capturas con respecto a la rúcula y patata.

Labrador y Altieri (2001), han demostrado movimientos de artrópodos benéficos desde los márgenes al campo y se ha observado un mayor control biológico en las hileras de cultivos cerca de los márgenes que en el centro de los campos de monocultivo. Estos márgenes, así como el sistema diversificado cultivo-maleza aseguran la conservación de los enemigos naturales al proporcionarles refugio para su desarrollo y alimento a través del polen y néctar.



**Figura 4.7.** Áreas refugio sobre monocultivo de patata; a) *Vicia faba*, b) y c) Crucífera (verdura china) y d) *Eruca vesicaria*.

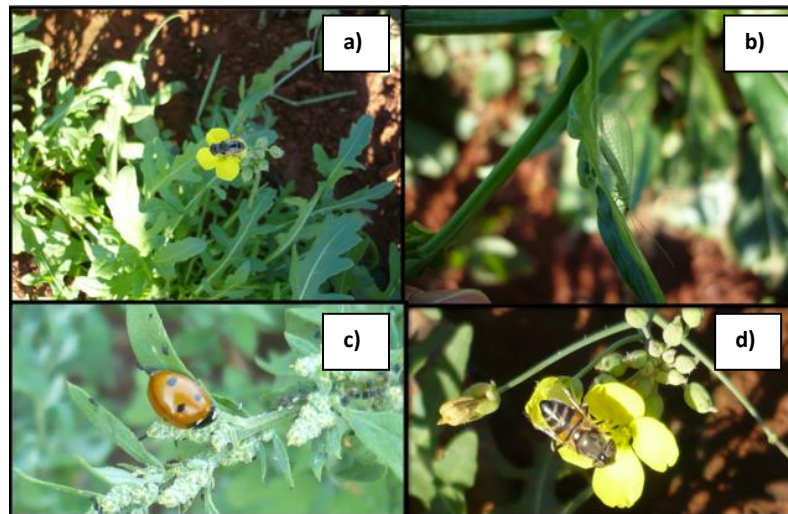
No todas las plantas sirven de plantas refugio de insectos útiles como se ha demostrado en estos resultados, si no que unas plantas son más apropiadas que otras para el manejo de la entomofauna útil (figura 4.8). Por eso algunos autores como Labrador y Altieri (2001), aseguran que la composición de especies es más importantes que el número de especies “per se”.



**Figura 4.8.** Porcentajes de insectos capturados por aspiración en monocultivo de patatas con franjas de plantas refugio, mediante la suma total de los promedios calculados.

#### 4.5 Efecto de las infraestructuras ecológicas para el refugio de la fauna auxiliar

Mediante el sistema de muestreo por aspiración se capturan mayor cantidad de insectos en *L. maritima*, con promedios del doble o incluso superiores de insectos útiles capturados que en el resto de los márgenes estudiados (tabla 4.4). Esto sugiere que *L. maritima* es el margen recomendable para nuestras condiciones de estudio por su capacidad de albergar gran cantidad de artrópodos gracias en parte a las características de sus flores tan llamativas y aromáticas que les hace ser un gran atrayente de insectos en su gran mayoría útiles y por sus condiciones de ser una planta perenne que les facilita el refugio a los insectos beneficiosos a lo largo de todo el año.



**Figura 4.9.** Imagen fauna útil sobre plantas refugio; a) y d) Sífido, b) *C. carnea* y c) Coccinélido.

Estas infraestructuras ecológicas albergan distintos insectos en función de distintos factores como la época de floración, el desarrollo vegetativo, sustancias alelopáticas, sirviendo de refugio tanto para entomofauna útil como para insectos fitófagos. Por esta razón es importante lo mencionado por algunos autores como Alomar *et al.* (2006), los cuales afirman que en un margen la composición de las especies es mucho más relevante que su abundancia y hay que conocer la capacidad refugio de dicha planta para prevenir o al menos minimizar el riesgo de exacerbar plagas y problemas de enfermedades en el área de cultivo de destino. La cuidadosa selección de plantas para la infraestructura ecológica es importante.

**Tabla 4.4.** Promedio de insectos útiles capturados mediante aspiración en distintos tipos de planta refugio y en distintos estados fenológicos de las plantas por el espacio de tiempo entre ambos muestreos.

Refugio	Promedio insectos útiles	Refugio	Promedio insectos útiles
Alcachofas	22	Alcachofas	6,5
Cardo	33,67	Cardo	22,67
<i>L. maritima</i>	81,75	<i>L. maritima</i>	108,4
<i>Zea mays</i>	40,5	<i>Zea mays</i>	11,5
<i>C. citratus</i>	31	<i>C. citratus</i>	11

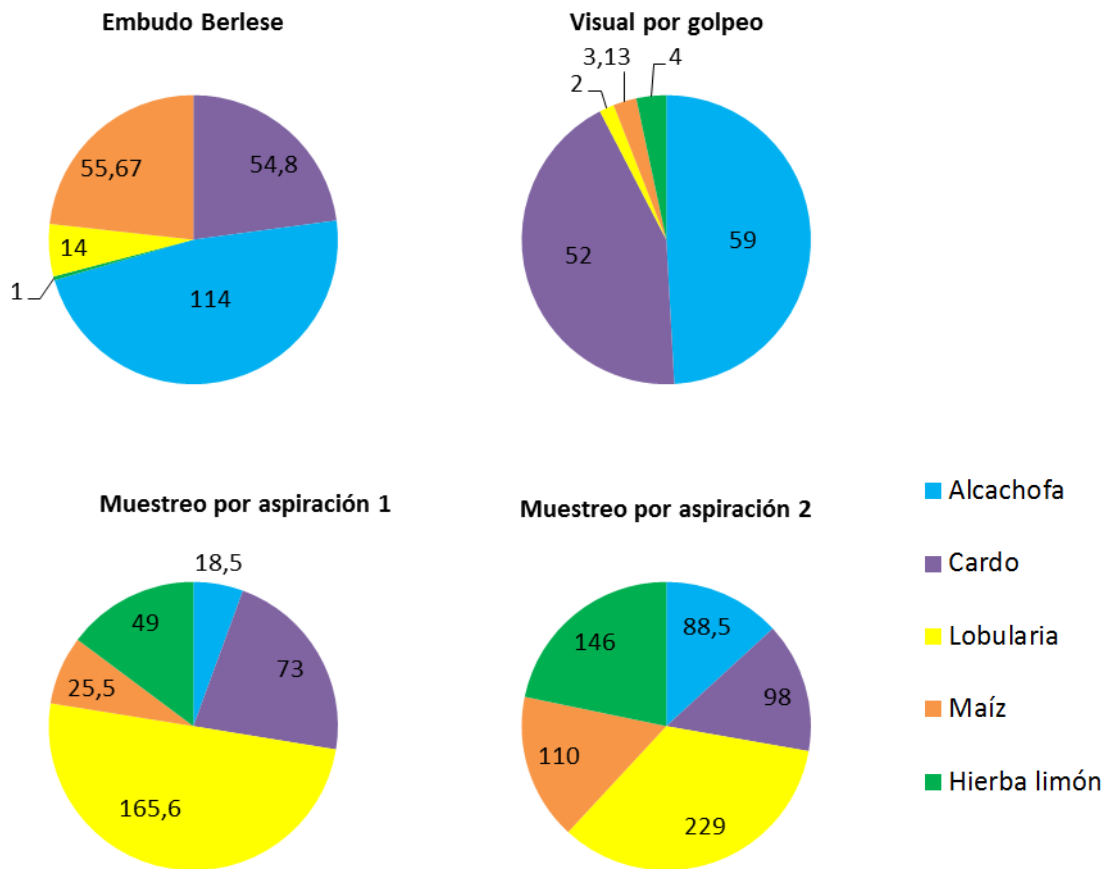
Autores como Pumariño (2012) han demostrado la eficacia de *L. maritima* en cuanto a la fertilidad, fecundidad y longevidad de *Orius majusculus* en relación con distintos materiales vegetales. La longevidad de los insectos varió entre las distintas dietas, siendo la mayor la obtenida en la dieta de *L. maritima* con presa. Gracias a lo cual se llega a la conclusión de que este refugio presenta gran potencial para conservar a *O. majusculus* durante periodos de ausencia de presa, ya que esta planta proporciona los recursos necesarios para el mantenimiento de *O. majusculus* en campo.

Estos resultados coinciden con estudios realizados por algunos autores como Domínguez y Aguado (2003), los cuales estudian la importancia de los setos en la agricultura, destacando que la capacidad de acoger fauna útil aumenta si el seto tiene una mayor diversidad vegetal y también es muy beneficioso asociarlo con hierbas silvestres. Por otra parte también destacan la importancia de los setos para los enemigos naturales, depredadores y parasitoides, y otros vertebrados que controlan de forma natural las plagas de los cultivos, encontrando cobijo y alimento alternativo en

el seto. Algunas hierbas como la ortiga, poseen un alto número de coccinélidos polífagos encontrando en ellos casa y comida (polen, néctar, áfidos no perjudiciales para el cultivo, etc.).

#### 4.6 Comparación entre los distintos sistemas de muestreo

Entre los distintos sistemas de muestreo realizados, se pueden observar distintos porcentajes de insectos capturados en función de la técnica de muestreo empleada, siendo cada tipo de muestreo efectivo según los insectos que se pretendan estudiar y también sobre el tipo de planta que se realice cada uno de los mismos. En la siguiente figura se puede observar la calidad del sistema de muestreo en función del tipo de planta donde se realiza y de la técnica empleada.



**Figura 4.10.** Valores totales de insectos capturados por planta refugio mediante distintos sistemas de muestreo.

Comparando los sistemas de muestreo se puede observar que para el caso del embudo de Berlese es más adecuado para plantas con estructuras florales y hojas de gran tamaño como son las alcachofas, cardos e incluso el maíz. Esto sugiere que para el caso de la *L. maritima* y *C. citratus* por sus características morfológicas, este sistema no sea el más apropiado para el muestreo.

El sistema de muestreo visual por golpeo parece más efectivo para plantas como la alcachofa o los cardos donde por sus características de flor compuesta albergan gran cantidad de artrópodos en ellas, sin escapar en el momento de su recolección como ocurre en la *L. maritima* por ejemplo.

Para los casos de muestreo mediante aspiración ocurre lo contrario que para los casos anteriores, siendo la *L. maritima* donde se capturan mayor número de insectos. También en el caso de *C. citratus* presenta un mayor número de capturas que para los otros dos sistemas.

Los resultados dependen del estado fenológico de la planta, ya que en la aspiración 2 el porcentaje de insectos capturados tanto en maíz, como en alcachofa son algo más del doble de los capturados en la aspiración 1 donde tanto el maíz como la alcachofa estaban en un estado de flor seca, albergando menor número de artrópodos. Estos resultados sugieren que para el muestreo por aspiración el momento óptimo para realizarlo es en plena floración.

#### **4.7 Identificación de Artrópodos**

Los míridos y antocóridos están entre las familias más importantes en cuanto a capturas a lo largo del trabajo tanto en el muestreo realizado sobre monocultivo de patata (*Solanum tuberosum*) con refugios como en los márgenes muestreados. Las subespecies encontradas, tanto en plantas refugio como en el monocultivo de patata fueron similares, tal y como se muestra en la tabla 4.5.

**Tabla 4.5.** Tabla con presencia o ausencia de los míridos y antocóridos identificados en distintas plantas.

Plantas refugio				
Especies de Míridos y Antocóridos	Patata	Haba	Crucífera	Rúcula
<b>Familia Miridae</b>				
<i>Taylorilygus apicalis</i>	X	X	X	
<i>Eurystylus bellevoeyi</i>		X	X	X
<i>Lygus pratensis</i>		X	X	
<i>Lygus maritimus</i>		X	X	
<i>Orthops kalmii</i>		X	X	
<b>Familia Lygaeidae</b>				
<i>Nysius thymi</i>	X	X	X	
<i>Nysius ericae</i>		X	X	X
<b>Familia Anthocoridae</b>				
<i>Orius laevigatus</i>		X	X	
<i>Orius minutus</i>		X	X	
<i>Orius niger</i>		X	X	

Uno de los míridos más capturados a lo largo de los muestreos fue el del género *Lygus*, fitófago de cultivos hortícolas. Otros como el *Eurystylus bellevoeyi* es un insecto menos común en cultivos hortícolas, con gran importancia para próximos trabajos.

Existen contados estudios acerca del papel que desempeñan los míridos dentro de los cultivos hortícolas al aire libre, en cambio existe algún trabajo de cultivos de tomate bajo invernadero en los que se habla de los míridos depredadores como (*Macrolophus*, *Dicyphus*, *Nesiodiocoris*, entre otros). Dicha escasez de información puede ser por la gran complejidad del orden y la dificultad que es identificar estos insectos a nivel de género y especie, donde contados expertos son capaces de adentrarse en este mundo.

Algunos autores como Martínez (2014), describen hasta 40.000 especies de Heterópteros a nivel mundial y más de 1.600 en la península Ibérica. Constituyen un grupo de insectos bien definido pero a la vez muy diverso con gran variedad en tamaños, formas y coloración.

En los últimos años el uso de heterópteros en la lucha biológica frente a otros depredadores ha cobrado gran importancia en España y otras zonas del mundo (Martínez, 2014).

La abundancia relativa de estos insectos puede variar dependiendo del lugar de muestreo, pero siempre aparecen en mayor medida en aquellos lugares donde se desarrolla una agricultura ecológica, aunque en algunos casos producen interacciones no deseadas como la depredación intragremial (Martínez, 2014).

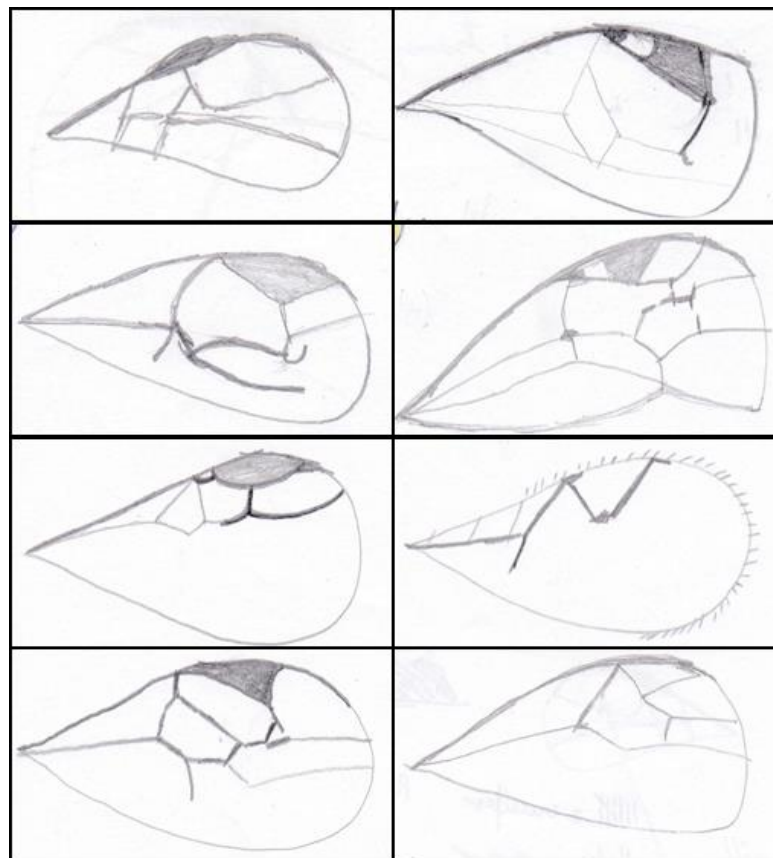


**Figura 4.11.** Parásitos. a) y b) Eulófidos, c) Megaspílido, d) y e) Mimáridos, f) y g) Cinípido, h) Pupa de parasitoide e i) *Trichogramma* spp.

En el presente estudio se puede observar que la gran mayoría de las especies identificadas son especies de heterópteros fitófagas, y los que cumplen funciones depredadoras para el control biológico son un grupo menor. Estos resultados coinciden con otros autores como Ribes *et al.* (2004), en un estudio realizado sobre cítricos ecológicos en España.

Autores como Alomar *et al.* (2006), han estudiado la influencia de ciertas plantas refugio como la *Vicia sativa* y el *Lupinus hispanicus* para refugio de *Orius* spp. Dichos autores, también se han adentrado en el control biológico favoreciendo la presencia de algunos míridos como *Macrolophus caliginosus* mediante la instalación de plantas refugio como la *Calendula officinalis*, *Ononix natrix*. Algunas plantas como *L. maritima* también se utilizan como plantas refugio de míridos obteniendo buenos resultados por estos autores.

Algunos insectos de la superfamilia Icneumonoidea muy presentes a lo largo del muestreo, han sido separados por morfotipos como se muestra en la siguiente figura. Para su reconocimiento se hicieron dibujos alares en función de la venación pero no se llegó a poner nombre a dichos insectos por la dificultad para su identificación a nivel de género y especie y por la falta de material de identificación. Con esta primera visualización por morfotipos se tiene una idea general de la gran diversidad de parasitoides de esta superfamilia capturados en la finca de muestreo, sirviendo de gran ayuda para posibles trabajos futuros en agricultura ecológica.



**Figura 4.12.** Dibujos alares de los distintos individuos capturados de la superfamilia Icneumonoidea.

De los parasitoides calcidoideos capturados, un grupo muy numeroso y con gran importancia en el control biológico de plagas son los eulófidos. Entre los eulófidos identificados en el presente trabajo destacan los géneros *Diglyphus*, *Ceraninus* y *Baryscapus*.



El género de la familia Eulophidae con mayor nivel de incidencia en el presente trabajo ha sido *Diglyphus*, parasitoide especializado en atacar larvas minadoras de hojas y tallos. Algunos como *Diglyphus isaea* (Walker), se utilizan en programas de control biológico por inoculación o por conservación y aumento (Jacas *et al.*, 2005).

**Tabla 4.6.** Suma de los eulófidos identificados a nivel de género en las distintas áreas refugio sobre monocultivo de patata, mediante muestreo por aspiración.

Planta	Géneros		
	<i>Diglyphus</i>	<i>Ceranisus</i>	<i>Baryscapus</i>
Habas	26	0	0
Rúcula	26	5	1
Crucíferas	46	22	0
Patata	21	0	0

**Tabla 4.7.** Suma total del minador de hojas de la familia Agromizydae capturado en las distintas plantas muestreadas.

Planta	Total de minador de hojas Agromizydae
Habas	135
Rúcula	261
Crucíferas	68
Patata	63

La mayor población de eulófidos del género *Diglyphus* se encuentran presentes en la crucífera sembrada como planta refugio en monocultivo de patata y, al mismo tiempo, la población de minadores de la familia agromícidos en crucíferas es algo inferior a la mitad que en el caso de rúcula y habas, lo cual podría indicar un control biológico natural en la parcela muestreada.

**CONCLUSIONES**

## 5. CONCLUSIONES

De todos los resultados expuestos en el presente trabajo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1. La elevada diversidad de cultivos existentes en toda la finca de cultivo ecológico durante todo el año de cultivo, favorece el equilibrio natural de los insectos permitiendo la persistencia de los insectos útiles y mejorando el control de los insectos fitófagos manteniéndolos por debajo del umbral económico de daños.
2. El área ocupada por todas las infraestructuras ecológicas presentes en la finca representan un elevado porcentaje de superficie, favoreciendo la diversidad de plantas y por tanto la diversidad de insectos facilitando su refugio.
3. En las áreas refugio implantadas sobre monocultivo de patatas, tanto las crucíferas como las habas resultan ser las plantas más influyentes sobre la fauna auxiliar. En ambos sistemas de muestreo, tanto por trampas amarillas como mediante aspiración se han capturado mayor número de insectos en estas dos áreas refugio.
4. El área de influencia de las plantas refugio sobre los enemigos naturales en monocultivo de patata demuestra que para distancias de 6 metros se observa un mayor número de depredadores y míridos comparándolo con distancias más largas de 12 m. Los parasitoides se comportan de forma muy distinta a los depredadores posiblemente por su mayor capacidad de dispersión mediante el vuelo.
5. El estado fenológico de las plantas en la época del muestreo es muy importante para los resultados finales, ya que con estados de floración de los márgenes se obtiene una mayor abundancia de insectos.
6. *Lobularia maritima* es el margen con mayor número de insectos beneficiosos, ya que se trata de una planta presente en el margen durante todo el año con floración constante proporcionando un buen refugio a la fauna auxiliar y sirviendo de alimento alternativo suministrándoles néctar y polen.
7. Para el muestreo de parasitoides y depredadores la mejor manera de captura en el presente trabajo ha sido mediante trampas pegajosas amarillas y mediante aspiración

sin encontrar grandes diferencias entre ambos muestreos. La mayor diferencia entre ambos la proporciona el momento del muestreo y el estado fisiológico de la planta a muestrear.

8. El embudo de Berlese funciona mejor para capturar insectos que se escapan a los otros dos tipos de muestreos ya mencionados por su tamaño o destreza. Como es el caso de los ácaros y de los trips. El muestreo visual por golpeo sirve para determinar de forma inmediata la presencia de artrópodos de gran tamaño como pueden ser los coccinélidos, arácnidos, neurópteros.
9. En el presente trabajo se han identificado 5 especies de míridos, independientemente a la planta refugio muestreada. Estos insectos parecen estar muy bien establecidos en la finca ecológica.
10. Tanto los icneumónidos como los eulófidos son los parasitoides más habituales de la finca, los icneumónidos presentan gran diversidad como se muestra en los dibujos alares. En el caso de los eulófidos los dos más comunes fueron los géneros *Dygliphus* y *Ceranisus*.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ALOMAR, O., CASTAÑÉ, C., GABARRA, R. & ALBAJES, R. (1992). «El control integrado de plagas en horticultura intensiva en Catalunya». *Phytoma España*, 36: 34-40.
- ALOMAR, O., GABARRA, R. & CASTAÑÉ, C. (1997). «The aphid parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hym.: Aphelinidae) for biological control of *Macrosiphum euphorbiae* on tomatoes grown in unheated plastic greenhouses». *Bull. IOBC/WPRS*, núm. 20 (4): 203-206.
- ALOMAR, O., GABARRA, R., GONZÁLEZ, O. & ARNÓ, J. (2006). «Selection of insectary plants for ecological infrastructure in Mediterranean vegetable crops». *Landscape Management for Functional Biodiversity. IOBC wprs Bulletin Vol. 29 (6)*. IRTA. Cabrils (Barcelona): 5-8.
- ALTIERI, M. A. & DOLL, J. D. (1978). «Some limitations of weed biocontrol in tropical crop ecosystems in Columbia». *Proceedings IV International Symposium on Biological Control of Weeds*. T. E. Freeman [Ed.]. Universidad de Florida, Gainesville: 74-8.
- ALTIERI, M. A. & LETOURNEAU, D. L. (1982). «Vegetation management and biological control in agroecosystems». *Crop Protection*, 1: 405-430.
- ALTIERI, M. A. & NICHOLLS, C. I. (1994). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Icaria editorial, s. a. Capellades (Barcelona).
- ALVARADO, P., BALTÀ, O. & ALOMAR, O. (1997). «Efficiency of four heteroptera as predators of *Aphis gossypii* Glover and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hom.: Aphididae)». *Entomophaga*, nº 42(1/2): 215-226.
- ALVIS, L. (2003). *Identificación y abundancia de artrópodos depredadores en los cultivos de cítricos valencianos* (Tesis Doctoral). Departamento Ecosistemas Forestales. Universidad Politécnica de Valencia.
- ANDOW, D. (1983). «Effect of agricultural diversity on insect populations». En W. Lockeretz [ed.], *Environmentally sound agriculture*. Praeger (Nueva York): 91-115.
- ARNÓ, J., FOSCH, T., ROIG, J. & GABARRA, R. (1997). «Bases biológicas para establecer un programa de control integrado de plagas en tomate industria». VI Jornades Científiques de la Sociedad Española de Entomología Aplicada. Lleida 17-21 Noviembre.

- ASKEW, R. R. (1971). *Parasitic Insects*. American Elsevier Pub. Co. New York.
- AUBERTOT, J. N., BARBIER, J. M., CARPENTIER, A., GRIL, J. J., GUICHARD, L., LUCAS, P., SAVARY, S., SAVINI, I. & VOLTZ, M. (2005). «Pesticides, agriculture et environnement, Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux». Expertise scientifique collective, synthèse du rapport. INRA & Cemagref. Francia: 64.
- BALIDDAWA, C. W. (1985). «Plant species diversity and crop pest control: an analytical review». *Insect Sci. Appl.*, 6: 479-487.
- BARBERÀ, C., JACAS, A., RÀFOLS, J. & SAUS, J. (2000). *Dossiers agraris. Enemics naturals de plagues en diferents cultius a Catalunya*. Institució Catalana d'Estudis Agraris (ICEA). Barcelona: 83-99.
- BARNADAS, I., GABARRA, R. & ALBAJES, R. (1998). «Prospects for biological control of Bemisia tabaci with two predatory mirid bugs». *Entomol. Exp. Appl.*, 86: 215-219.
- BENGTSSON, J., WEIBULL, A. C. & AHNSTROM, J. (2005). «The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis». *Journal of Applied Ecology*, 42: 261-269.
- BERRY, N. A., WRATTEN, S. D., MCERLICH, A. & FRAMPTON, C. (1996). «Abundance and diversity of beneficial arthropods in conventional and "organic" carrot crops in New Zealand». *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24: 307-313.
- BIAGGINI, M., PAGGETTI, E., CORTI, C., DELLACASA, M., CONSORTI, R. & DAPPORTO, L. (2007). «The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 183-191.
- BIANCHI, F. J. J. A., BOOIJ, C. J. H. & TSCHARNTKE, T. (2006). «Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control». Proceedings of the Royal Society of London. *Series B: Biological Sciences*, 273: 1715-1727.
- BIOBEST – Sustainable Crop Management [en línea]: Control biológico: Insectos y ácaros depredadores: Diglyphus-System. [fecha de consulta: 29 de agosto 2014]. Disponible en: <http://www.biobest.be/producten/147/4/0/0/>.

- BOLLER, E. F., HÄNI, F. & POEHLING, H. M. (2004). *Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level*. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau. Lindau (Suisse): 77-110.
- BROWN, M. W. (2011). «Role of biodiversity in integrated fruit production in eastern North American orchards». *Agricultural and Forest Entomology*. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2011.00540.x.
- BRU, P.F. & GARCIA-MARÍ, F. (2008). «Seasonal and spatial population trend of predatory insects in eastern- Spain citrus orchards». *Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bulletin*, 38: 261-266.
- BUFFINGTON, M. L. & REDAK, R. A. (1998). «A comparison of vacuum sampling versus sweep-netting for arthropod biodiversity measurements in California coastal sage scrub». *Journal of Insect Conservation*, 2: 99-106.
- BURBUTIS, P. P., ERWIN, N. & ERTLE, L. R. (1981). «Reintroduction and establishment of *Lydella thompsoni* and notes on other parasites of the European corn borer in Delaware». *Environmental Entomology*, 10: 779-781.
- CARSON, R. (1962). *Silent spring*. Houghton Mifflin (New York).
- COOMBS, M. & SANDS, D. P. A. (2000). «Establishment in Australia of *Trichopoda giacomellii* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae), a biological control agent for *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae)». *Australian Journal of Entomology*, 39: 219-222.
- DELEGACIÓN TERRITORIAL EN ALMERÍA DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE. (2013). *Guía de manejo de plantas refugio para el control de pulgón en los cultivos hortícolas protegidos*. Red de Alerta e Información Fitosanitaria. Unión Europea. Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
- DOMÍNGUEZ, A. & AGUADO, J. (2003). «Importancia de los setos en la agricultura. Setos vivos (I)». *La fertilidad de la tierra*, 13. Estella (Navarra): 7.



- ELLINGTON, J., CARDENAS, M. & KISER, K. F. (1984). «A comparison of sweepnet, absolute and insectovac sampling methods in cotton ecosystems». *Journal of Economic Entomology*, 77: 599-605.
- EMBREE, D. G. (1971). *The biological control of the winter moth in eastern Canada by introduced parasites*. Huffaker, C. B. (ed.). Biological Control. Plenum Press. New York: 217-226.
- ESCUDERO, L. A. & FERRAGUT, F. (1998). «Comunidad de ácaros del ecosistema hortícola mediterráneo: Composición y distribución geográfica». *Bol. San. Veg. Plagas*, 24: 749-762.
- ESCUDERO, L. A. & FERRAGUT, F. (1999). «Abundancia y dinámica estacional de las poblaciones de tetraníquidos y fitoseidos en los cultivos hortícolas valencianos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae)». *Bol. San. Veg. Plagas*, 25: 347-362.
- FIEDLER, A. K., WRATTEN, S. D. & LANDIS, D. A. (2008). «Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management». *Biological Control*, 45: 254-271.
- FREEMAN, R., CORBETT, A., LAMB, C., REBERG-HORTON, C., CHANDLER, J. & STIMMANN, M. (1998). «Beneficial insects move from flowering plants to nearby crops». *California Agriculture*, Septiembre-Octubre 1998: 23-26.
- GABARRA, R., RIUDAVETS, J., ARNÓ, J., CASTAÑÉ, C. & ALBAJES, R. (1996). «Natural enemies associated to lepidoptera pest in IPM tomato fields». *Bull. IOBC/WPRS.*, 19(8): 207.
- GARCÍA-MARÍ, F., LLORÉNS, J. M., COSTA, J. & FERRAGUT, F. (1991). *Ácaros de las plantas cultivadas y su control biológico*. Pisa Ediciones. Valencia: 115-130.
- García, M. (2000). «Las plagas de trips en el cultivo de la lechuga». *Agraria*. Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario. Comunitat Valenciana: 55-58.
- GURR, G. M., WRATTEN, S. D. & LUNA, J. M. (2003). «Multi-function agricultural biodiversity: Pest management and other benefits». *Basic and Applied Ecology*, 4: 107-116.
- HUBER, J. T. (2006). Familia Mymaridae. En: F. Fernández; M.J. Sharkey (Eds.). Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C.: 765-767.

- IZQUIERDO, J. I., SOLANS, P. & VITALLE, J. (1994). «Parasitoides y depredadores de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en cultivos de tomate para consumo en fresco». *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 521-530.
- JACAS, J., CABALLERO, P. & AVILLA, J. (2005). *El control biológico de plagas y enfermedades*. Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló de la Plana.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO Ambiente (2013) – [en línea]: Virus de las Venas amarillas del pimiento (PeVYV) [fecha de consulta: 15 septiembre 2014]. Disponible en:  
[http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/plagas/Pimiento\\_VirusVenasAmarillas\\_FichaInformacion\\_Fitopatologica.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/plagas/Pimiento_VirusVenasAmarillas_FichaInformacion_Fitopatologica.pdf).
- KIDD, M. A. (2005). *Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective*. Kluwer. Academic Publishers Dordrecht. The Netherlands.
- KREBS, J., WILSON, J., SIRIWARDENA, G. & BRADBURY, R. (1999). «The second silent spring?» *Nature*, 400: 611-612.
- LABORDA, R. (2012). Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina (Tesis doctoral). Departamento de Ecosistemas Agroforestales. Universitat Politècnica de València.
- LABRADOR, J. & ALTIERI, A. (2001). *Agroecología y desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos*. Universidad de Extremadura. Ediciones Mundi-Prensa. Cáceres-Madrid.
- LANDIS, D. A., GURR, G. M. & WRATTEN, S. D. (2000). «Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture». *Annual Review of Entomology*, 45: 175-201.
- LATORRE, B. (1990). Plagas de las hortalizas. Manual de Manejo Integrado. Santiago de Chile: FAO. Comercial e Industrial Imagen.
- LATTIN, J. D. (1999). «Bionomics of the Anthocoridae». *Annual Review of Entomology*, 44: 207-231.

- LAWTON, J. H. & SCHRÖDER, D. (1977). «Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species associated with British plants». *Nature*, 265: 137-140.
- LOOMANS, A. J. M. (2006). «Exploration for hymenopterous parasitoids of thrips». *Bulletin of Insectology*, 59: 69-83.
- MARVIER, M. (2001). «Ecology of transgenic crops». *American Scientist*, 89: 160-167.
- MARTÍNEZ, A. (2014) [en línea]: Ana Isabel Martínez Sánchez: Hemípteros depredadores. Capítulo 1: Reconocimiento y manejo de Hemípteros [fecha de consulta: 29 agosto 2014]. Disponible en:  
  
<http://www.controlbiologico.info/index.php/es/component/content/article/106-info-ocb/ocb-autoctonos/183-infoocbautheteroptera>.
- MCNEELY, J. A., MILLER, K. R., REID, W. V., MITTERMEIER, R. A. & WERNER, T. B. (1990). *Conserving the world's biological diversity. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*. WRI, Conserv. Intl., World Wildlife Fund, World Bank, Washington, D.C.
- MICHELENA, J. M., GONZÁLEZ, P. & SOLER, E. (2004). «Parasitoides afidiinos (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) de pulgones de cultivos agrícolas en la Comunidad Valenciana». *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 317-326.
- MMARM – Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2011. Estadísticas 2010 Agricultura Ecológica. España.
- MMARM – Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [en línea]: Miguel Arias Cañete; “La producción ecológica española es una pujante realidad productiva, económica y empresarial”. Marzo 2014. [fecha de consulta: 5 Agosto 2014]. Disponible en:  
<http://www.magrama.gob.es/es/prensa/noticias/-miguel-arias-ca%C3%B1ete%3B-la-producci%C3%B3n-ecol%C3%B3gica-espa%C3%B1ola-es-una-pujante-realidad-productiva-econ%C3%B3mica-y-empresarial/tcm7-319198-16>.
- MORAES, G. J., MCMURTRY, J.A., DENMARK, H. A. & CAMPOS, C. B. (2004). [en línea]: «A revised catalog of the mite family Phytoseiidae». *Zootaxa* 434. [fecha de consulta: 8 Septiembre 2014]. Disponible en: <http://www.mapress.com/zootaxa/2004f/z00434f.pdf>.

- MUSSER, F. R., SHELTON, A. M. & NYROP, J. P. (2004). «Survey of predators and sampling method comparison in sweet corn». *Journal of Economic Entomology*, 97: 136-144.
- NACIONES UNIDAS. (1992). Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo).
- NOYES, J. S. (2006). Familia Encyrtidae. EN: F. Fernández; M.J. Sharkey (eds.). Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C: 727-744.
- OCAÑA, M. T.(2009). *Control biológico de plagas en Almería*. IES Nicolás Salmerón. Andalucía: 1-7.
- OLASOLO, J. (2013). Plantación de cerezo en producción ecológica en el término municipal de Fuenmayor, especialmente orientado a la minimización de la erosión en el suelo (Proyecto Fin de Carrera). Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de la Rioja: 18.
- OLSON, D. & WÄCKERS, F. (2007). «Management of field margins to maximize multiple ecological services». *Journal of Applied Ecology*, 44: 13-21.
- PAOLETTI, M. G. & PIMENTEL, D. (1992). *Biodiversity in Agroecosystems*. Elsevier.
- PÉREZ-CONTRERAS, T. (1999). «La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una excepción». *Bol. S.E.A.*, 26. Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada: 759-776.
- PUMARIÑO, L. (2012). Habitat management and the use of plant-based resources for conservation biological control (Tesis Doctoral). Departamento de Entomologia Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA, Cambrils).
- REMAUDIÈRE, G., REMAUDIÈRE, M. (1997). *Catalogue des Aphididae du monde. Techniques et Pratiques*. INRA.
- RIVERA, M. G. (2005). «La agricultura ecológica: una oportunidad para el desarrollo rural de la Comunidad Valenciana». *Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario*, 9: 95-102.
- ROBINSON, R. A. & SUTHERLAND, W. J. (2002). «Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain». *Journal of Applied Ecology*, 39: 157-176.

- ROOT, R. B. (1973). «Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (Brassicae oleraceae)». *Ecological Monographs*, 43: 95-124.
- SALAMERO, A., GABARRA, R. & ALBAJES, R. (1987). «Observations on the predatory and phytophagous habits of *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera Miridae)». *Bull. IOBC/WPRS X/2*: 165-169.
- SCHNEPF, E. N., CRICKMORE, N., VAN RIE, J., LERECLUS, D., BAUM, J., FEITELSON, J., ZEIGLER, D. R. & DEAN, D. H. (1998). «*Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins». *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62: 775-802.
- SERNA, L. F. (2010). [en línea]: Insectos beneficiosos. Guía para su Identificación [fecha de consulta: 10 Septiembre 2014]. Disponible en:  
[http://www.academia.edu/4279879/INSECTOS\\_BENEFICOS\\_Guia\\_para\\_su\\_IdentificacionDiagnosisDiagnosisDiagnosisDiagnosisDiagnosis](http://www.academia.edu/4279879/INSECTOS_BENEFICOS_Guia_para_su_IdentificacionDiagnosisDiagnosisDiagnosisDiagnosisDiagnosis).
- SIMON, S., DEFRANCE, H. & SAUPHANOR, B. (2007). «Effect of codling moth management on orchard arthropods». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 340-348.
- SIMON, S., BOUVIER, J., DEBRAS J. & SAUPHANOR, B. (2010). «Biodiversity and pest management in orchard systems». A review. *Agronomy for sustainable development*, 30: 139-152.
- SORRIBAS, J. J., RODRÍGUEZ, R., RODRIGO, E. & GARCÍA-MARÍ, F. (2008). «Niveles de parasitismo y especies de parasitoides del piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana». *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 34: 201-210.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & WAY, M. J. (1970). «Ecological background to pest management». *Concepts of pest management*. R. L. Rabb and F. E. Guthrie (eds). North Carolina State University. Raleigh. NC.
- SWIFT, M. J. & ANDERSON, J. M. (1993). «Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems». *Biodiversity and Ecosystem Function*. E. D. Scholze & H. Mooney (eds.). *Primavera*. Berlín: 15-42.

- TÉLLEZ, M. M., SÁNCHEZ, E., LARA, L. & URBANEJA, A. (2005). «Influencia de la densidad de *Liriomyza bryoniae* en la mortalidad provocada por los parasitoides *Chrysonotomyia Formosa* y *Diglyphus isaea*». *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 385-395.
- TELLO, J. C. & CAMACHO, F. (2010). *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos. Prácticas culturales para una agricultura sostenible*. Fundación Cajamar. El Ejido (Almería).
- TENA, A., SOTO, A. & GARCÍA-MARÍ, F. (2008). «Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend». *BioControl*, 53: 473-487.
- THRUPP, L. A. (1997). «Linking Biodiversity and Agriculture: Challenges and Opportunities for Sustainable Food Security». World Resources Institute, Washington, D.C.
- TSCHARNTKE, T., THIES, C., KRUESS, A. & STEFFAN-DEWENTER, I. (2002). «Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes». *Ecological Applications*, 12: 354-363.
- VANDERMEER, J. & PERFECTO, I (1995). «Breakfast of biodiversity». *Food First Books*. Oakland (California).
- VAN DRIESCHE, R. G., HODDLE, M. S. & CENTER, T. D. (2007). *Control de Plagas y Malezas Por Enemigos Naturales*. Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET): 11-31.
- VAN HUIS, A. (1981). *Integrated pest management in the smallfarmer's maize crop in Nicaragua*. H. Veenman and B. V Zonen, Wageningen, Países Bajos.
- VERGARA, R. A. (2001). «El potencial del control biológico de insectos-plagas en hortalizas», en Conferencia dictada en el curso: Hortalizas: plagas y enfermedades. Antioquia.
- VET, L. E. M. & DICKE, M. (1992). «Ecology of infochemical use in a tritrophic level context». *Annual Review of Entomology*, 37: 141-172.
- WILLER, H. & KILCHER, L. (2011). *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011*. IFOAM, Bonn, y FiBL, Frick.

- WYSS, E., NIGGLI, U. & NENTWIG, W. (1995). «The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard». *Journal of Applied Entomology*, 119: 473-478.
- WYSS, E., LUKA, H., PFIFFNER, L., SCHLATTER, C., UEHLINGER, G. & DANIEL, C. (2005). «Approaches to pest management in organic agriculture: a case study in European apple orchards». *Organic Research (May)*: 33-36.
- ZHANG, Z.Q. (2003). *Mites of greenhouses: identification, biology and control*. CABI Publishing, Wallingford.
- ZEHNDER, G., GURR, G. M., KUHNE, S., WADE, M. R., WRATTER, S. D., & WYSS, E. (2007). «Arthropod Pest Management in Organic Crops». *Annual Review of Entomology*, 52: 57-80.

