



Análisis de la
actividad ecológica de
las arañas en el
agroecosistema del
olivar

Universidad de
Granada-Estación
Experimental del
Zaidín (CSIC)

Manuel Cárdenas Guerrero

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA ANIMAL

Análisis de la actividad ecológica de las arañas en el
agroecosistema del olivar

Memoria que para optar al grado de Doctor en Biología presenta

Manuel Cárdenas Guerrero

Vº Bº

Dr. Mercedes Campos Aranda

VºBº

Felipe Pascual Torres

Granada, enero de 2008

A mis padres,
por su amor y apoyo

*La paciencia es un árbol de raíz amarga
pero de frutos muy dulces*
Proverbio persa

Agradecimientos



Resulta obvio que un trabajo de este tipo no se puede realizar sin la colaboración de muchas personas e instituciones por lo que es ineludible incorporar un apartado en el que hacer mención de todo aquello que haya contribuido al diseño, desarrollo y edificación de este trabajo. Con estas palabras pretendo destacar de forma positiva y sincera este agradecimiento. Espero conseguirlo.

Para empezar, y siguiendo un esquema desde lo más general a lo más particular, quiero agradecer formalmente a todas aquellas instituciones que contribuyeron a la materialización de esta memoria.

En primer lugar dar las gracias a la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía a través de la cual pude disfrutar de una beca predoctoral, durante casi 4 años, amén de financiarme diversas estancias en otros centros, facilitándome siempre el trabajo a la hora de tramitar las solicitudes de estancia, renovaciones, etc., cosa que no siempre resultó fácil.

A la Universidad de Granada (Departamento de Biología Animal) en la que tuve cobertura durante todo el proceso de realización de este trabajo. En este punto también agradecer al Servicio de Habilitación y Seguridad Social de esta universidad por la *buena voluntad* mostrada para la solución de los problemas burocráticos.

A la Estación Experimental del Zaidín (Grupo de Protección Vegetal, Departamento de Agroecología), en la que realicé una parte fundamental de mi trabajo y en la que tuve la suerte de compartir muchas experiencias, unas científicas y otras no tanto.

A los centros que me acogieron durante cortos periodos de tiempo en estos años, la Universidad Autónoma de Barcelona (Unidad de Zoología del Departamento de Biología Animal y Ecología) y la George Washington University (Department of Biological Sciences).

Al ATRIAS del Servicio de Plagas de Jaén (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía), por haberme proporcionado datos con los que elaborar el apartado de interacción entre cubiertas vegetales, arañas y plagas.

A la Sociedad Cooperativa Olivarera de Los Pedroches (Córdoba) por facilitarnos el acceso a varias fincas olivareras de la comarca de Los Pedroches.

También me gustaría continuar estos reconocimientos hacia aquellas personas con las que entablé relación gracias a mi actividad y que manifestaron un vivo interés en las situaciones que surgieron durante todo este lapso de tiempo.

A Mercedes Campos, por haberme dirigido el trabajo de tesis y por sus valiosos comentarios que sin duda han contribuido a mejorar la calidad de este trabajo.

A Felipe Pascual, por haberme dirigido la tesis desde los momentos previos a esta investigación, cursos de doctorado y suficiencia investigadora, por facilitarme determinados trámites, imprescindibles, en las peticiones de estancia así como por el apoyo mostrado para la terminación del trabajo.

A Paqui Ruano por sus consejos y ayuda sobre aspectos diversos tanto en las labores de campo como en el trabajo de laboratorio, por los comentarios realizados al manuscrito además de prestarse siempre a escuchar y solucionar las dificultades que pudieran surgir.

A Pedro García por proporcionarme un muy eficaz asesoramiento estadístico en diversos apartados del trabajo y por dispensarme siempre un trato muy amable y cordial.

A José Antonio Barrientos, por su labor de orientación en los aspectos taxonómicos y faunísticos de esta tesis, por la supervisión realizada en la sección de faunística, por su amable acogida durante mis estancias en Barcelona, así como por enseñarme una forma de trabajo para el mejor conocimiento del orden Araneae.

A Gustavo Hormiga, por su recibimiento en la George Washington University así como por su inestimable ayuda a la hora de redactar uno de los capítulos y en la identificación de algunos linífidios que se *resistían*.

En este punto agradecer también a Antonio Melic por su ayuda en la identificación de las muestras de los gnafósidos y a Carmen Urones por su colaboración en la identificación de las muestras de los clubionioideos.

Al que fuera mi primer profesor de Zoología hace ya unos años, Alberto Tinaut, por los valiosos comentarios sobre el capítulo de selección de presa.

A Juan Castro por su colaboración desde el primer momento en la selección de algunas de las fincas oliveras a estudiar así como los consejos prácticos sobre el terreno.

A los gerentes y directores de la Estación Experimental del Zaidín que siempre mostraron una honda preocupación acerca de mi situación profesional.

A José Miguel Barea por prestarme en varias ocasiones la furgoneta para salir al campo.

A Herminia Barroso por su ayuda en el laboratorio, con la preparación, limpieza y conservación de las muestras aracnológicas haciendo siempre su trabajo con cariño y esmero. También quiero agradecer a María Luisa Fernández por la colaboración en el trabajo de campo y laboratorio.

A pesar de mi mala memoria para recordar nombres, no quiero olvidar al personal técnico de apoyo en prácticas que ayudaron con el, a veces, tedioso trabajo de laboratorio, en especial a Sofía que siempre mostro mucha voluntad de aprender.

A Germán por acompañarme y ayudar con los muestreos de campo durante mis estancias en Barcelona. Asimismo en este momento querría agradecer al servicio de mantenimiento de la EEZ por la ayuda prestada en la fabricación de diversos accesorios para facilitar las tareas de campo y laboratorio. A José Luis Díaz por haberme mantenido siempre a punto la furgoneta con la que salí al campo.

Al servicio de Biblioteca de la EEZ por estar siempre pendiente de mis peticiones bibliográficas, y por haberme albergado durante la fase de redacción de este manuscrito.

A los propietarios de las fincas olivereras en las que se realizó el trabajo de campo de este estudio, en especial a José Miguel Barrales (Cortijo Cajil), Miguel Pastor (Linares y Torreperogil) y la familia Soler-Romero (Alcaudete), por facilitarme siempre la tarea.

A Francisco Fernández, del ATRIAS del Servicio de Plagas de Jaén, por la ayuda prestada en la recogida de muestras de campo de los olivares de Fuerte del Rey, Linares y Torreperogil.

A Juan Antonio Caballero por su trabajo como guía y colaborador en el campo en la muy calurosa comarca de Los Pedroches. Del mismo modo a Manuel Valero, por suministrarme datos agronómicos de las fincas de esa misma comarca.

Mención aparte merecen aquellas personas que me ayudaron a nivel profesional o a nivel personal, y cuya colaboración sirvió de impulso para culminar esta tesis.

Al ya por fin *doctor* Fernando Álvarez por los comentarios y cuestiones planteadas sobre diversos aspectos de mi trabajo así como por facilitarme la adaptación a otro país, el conocimiento de los *gringos* y brindarme la oportunidad de conocer, desde otro punto de vista, Nueva York.

A Dimitar Dimitrov por sus muy diversas y útiles enseñanzas sobre aspectos informáticos y metodológicos de trabajo y por ser nuestro piloto durante las excursiones de campo por Virginia.

A Lara Lopardo por la ayuda prestada en los primeros momentos con la muy burocrática universidad americana así como por la ayuda con la identificación de algunas de las *microarañas* que se atravesaron en el camino.

A Suresh Benjamin por sus comentarios durante el *discussion group* y por enseñarme las bondades culinarias de la cocina asiática.

A los compañeros de desayuno, con los que se hablaba, la mayor parte de las veces, de aspectos no científicos, rompiendo así con la rutina diaria.

A Teresa, por las pláticas en laboratorio, por los consejos dados y por la amistad dispensada durante su estancia en España.

Al licenciado Sol Franco por el suministro de interesante material gráfico de campo así como por las eventuales *salidas de pesca...* ya voy aprendiendo.

A Juande, por enseñarme una forma *diferente* de montar y, sobre todo, bajar de la bici y por haber compartido otras cosas aparte de las dudas con la *papeles de la Junta*. Gracias por la amistad mostrada.

A Antonio y Rebeca con los que he compartido numerosos almuerzos y cafés, además de una buena amistad.

A Carmela por acogerme durante mi estancia en Barcelona. Igualmente agradecer a Jordi y M. Ángeles, Antonio y Virginia, Manolo y Pili por ser mis improvisados guías durante las visitas por Barcelona, descubriéndome la ciudad.

Por último a mi familia, por estar siempre ahí y por apoyarme de forma constante, incluso en los momentos en que desfalleces. Gracias a vosotros este trabajo se ha terminado.

A mis padres, gracias por aguantarme y comprenderme.

A Emi y Eduardo, por decirme las cosas claras, cosa que nunca me molestó y que os agradezco.

A Puri y José Miguel, por haberme socorrido en los momentos más difíciles.

A mis sobrinos, Edu, Paula y Lucía, por ser durante la *aparentemente interminable* última fase de trabajo una fuente inagotable de diversión y alegría.

Resumen

Con el fin de conocer el papel de las arañas en el agroecosistema del olivar se realizaron diversas experiencias en un total de 28 fincas oliveras situadas en Andalucía oriental (provincias de Córdoba, Granada y Jaén) entre los años 1999 y 2006.

En primer lugar se testaron diferentes métodos de muestreo de cara a emplear los más efectivos para estudiar las arañas. Se puede abordar el estudio de la comunidad aracnológica del olivar con un tamaño muestral razonablemente pequeño mediante técnicas como el vareao y las trampas de caída. Se recomienda la utilización de la aspiración mecánica de la cubierta vegetal para obtener una representación significativa de la comunidad aracnológica.

En el apartado faunístico se citaron 217 especies y morfoespecies pertenecientes a 32 familias datos que contribuye a remediar, en una mínima parte, el precario conocimiento de la fauna aracnológica en Andalucía. De acuerdo con su estrategia depredadora estas especies se pueden agrupar en 9 grupos funcionales (gremios) diferentes.

Las arañas se ven afectadas por el manejo agronómico realizado, encontrándose diferencias para su abundancia entre los distintos manejos (ecológico > integrado > convencional). La diversidad no varió significativamente entre manejos.

Igualmente, se decidió evaluar las relaciones existentes entre la presencia/ausencia de cubierta vegetal con las arañas y con las principales plagas que afectan al olivar. Destacándose el efecto positivo del mantenimiento de una cubierta vegetal con un cierto desarrollo sobre la arcnofauna. Un mayor desarrollo de la cobertura vegetal, en porte y composición de especies, favorece la diversidad de las arañas. No se encontraron diferencias en los niveles de plagas entre tratamientos (presencia/ausencia de cubierta), por lo que la acción de las arañas frente a las plagas en las condiciones testadas se puede sintetizar así: aumentos de los niveles de las diferentes plagas provocan una mayor abundancia de arañas, promoviendo este aumento poblacional de depredadores una disminución en los niveles de las plagas.

A modo de corolario de las experiencias acerca del impacto de las actividades agrícolas en olivar sobre las arañas se trató de comprobar el efecto que tienen los manejos agronómicos, particularizando en las prácticas culturales que componen cada uno de ellos, sobre la diversidad y presencia de arañas. La riqueza de especies de arañas no se ve afectada por el manejo, pero sí parece más influenciada por la heterogeneidad ambiental. El análisis de componentes principales (PCA) nos permitió la ordenación, según la presencia de arañas, de las parcelas de manejo ecológico bajo una serie de características agronómicas. El análisis de correspondencia canónica (CCA) mostró que las familias más abundantes en el olivar presentan una respuesta muy similar a las diferentes prácticas agronómicas, aunque dentro de esas familias existieron especies con respuestas muy diversas frente a esos agentes.

Por último, aunque las arañas son catalogadas como depredadores generalistas, existen excepciones como la que constituye una de las especies más abundantes en el olivar, *Zodarion styliferum* (Simon). Esta especie mostró una mayor preferencia, indicada por diversos parámetros, por la especie de hormiga *Messor barbarus* frente a *Aphaenogaster senilis* y *Cataglyphis velox*. La araña depredaría sobre aquellas especies de hormigas que le son más fáciles de capturar, bien porque sus características biológicas le facilitan la tarea o porque las condiciones ambientales (temperatura) inactivan algunas presas.

Abstract

With the objective of knowing the spiders function in the olive grove agroecosystem diverse experiences were made in 28 olive groves located in Eastern Andalusia (Córdoba, Granada and Jaén provinces) between 1999 and 2006.

Different sampling methods were used to find the most effective to study the olive groves' spiders. The results demonstrated that the olive grove arachnological community a so large reasonably small sample by means of techniques like beating and pitfall traps can be approached. The use vegetal cover suction with vacuum is recommended to obtain a more significant representation of the arachnological community.

In the faunistic section it is possible to emphasize the presence of 217 species and morphospecies to 32 different families, that it remedies the precarious knowledge of the arachnological fauna in Andalusia. These species can group in 9 functional groups (guilds) different in agreement with their predator strategy.

It was verified that the spiders are affected by the agricultural management in olive groves. Thus, there were differences for the spiders abundance between managements (organic>integrated>conventional). The diversity did not significantly change between managements.

Also, it was decided to evaluate presence/absence of vegetal cover with the spiders and the main pests and the existing relations among them. The maintenance of a well development vegetal cover had a positive effect on the arachnofauna. The spider diversity was benefited by a greater development of the vegetal cover, in size and species composition. There were not significant differences between pest levels between treatments (presence/absence cover). The spiders paper on pests can be synthesized thus: increases in the incidence levels of different pests cause greater spiders abundance, whereas the predators increase promotes a diminution in the pests incidence.

As a result of the cultural activities impact study on spiders it was to verify the effect that have the agricultural managements, as well as the cultural techniques, that compose each one of them on the spiders presence and diversity. The spider species richness is not affected by the management, but it seems influenced by the environmental heterogeneity. The PCA allowed, according to spiders presence, distinguish the olive groves under ecological management by a series of agronomic characteristics. The CCA showed that the most abundant families in the olive grove present/display an answer very similar to the different management practices, although within those families species with diverse answers existed forehead to those same agents.

Spiders are catalogued like generalist predators, but there are exceptions to the rule. Here we test one of these; the predator's (*Zodarion styliferum*) preference on ants. Specifically on three different ant species: *Aphaenogaster senilis* (subfamilie Myrmicinae), *Cataglyphis velox* (subfamilie Formicinae) and *Messor barbarus* (subfamilie Myrmicinae). After tracks experiments with EthoVision software, it was showed a most predator's preference on *M. barbarus* ants than the other two species. Spider had more preference for that prey which need low effort to catch it, because it more easy capture it (*M. barbarus*) or because it was less active than the other (*C. velox*).

Índice

1. Introducción	1
1) Problemática general	3
2) El olivar	11
3) Las arañas	28
4) Bibliografía	38
2. Objetivos	51
3. Metodología	55
1) Zonas de estudio	57
2) Técnicas de muestreo	76
3) Estudio de la diversidad	83
4) Bibliografía	90
4. Evaluación de los protocolos de muestreo de Araneae en el olivar	93
1) Introducción	95
2) Material y métodos	96
3) Resultados	99
4) Discusión	110
5) Conclusión	113
6) Bibliografía	114
5. Aspectos faunísticos de las arañas del olivar	117
1) Consideraciones genéricas	119
2) Fauna europea de arañas	120
3) Araneae de Andalucía	121
4) Arañas del olivar	121
5) Valoración faunística	131
6) Conclusión	145
7) Bibliografía	146
6. Influencia del manejo agronómico sobre las poblaciones de arañas en el agroecosistema del olivar	149
1) Introducción	151
2) Material y métodos	152
3) Resultados	156
4) Discusión	168
5) Conclusión	174
6) Bibliografía	175

7. Interrelaciones entre las arañas, las cubiertas vegetales y las plagas	191
1) Incidencia de las cubiertas vegetales sobre las arañas del olivar	193
i. Introducción	193
ii. Material y métodos	194
iii. Resultados	196
iv. Discusión	216
v. Conclusión	220
2) Conexiones entre arañas, plagas y cubiertas vegetales	232
i. Introducción	232
ii. Material y métodos	233
iii. Resultados	237
iv. Discusión	250
v. Conclusión	251
3) Bibliografía	253
8. Evaluación del papel de las arañas (Araneae) como bioindicadores en el olivar (<i>Olea europaea</i> L.)	259
1) Introducción	261
2) Material y métodos	264
3) Resultados	267
4) Discusión	277
5) Conclusión	281
6) Bibliografía	282
9. Selección de presa y comportamiento depredador en la araña mirmecófaga <i>Zodarion styliferum</i> (Simon)	285
1) Introducción	287
2) Material y métodos	288
3) Resultados	293
4) Discusión	300
5) Conclusión	306
6) Bibliografía	307
10. Conclusiones	309

1.- Introducción



1. Problemática general
2. El olivar
3. Las arañas
4. Bibliografía



1. PROBLEMÁTICA GENERAL

Agricultura sostenible

Uno de los problemas primordiales a los que se enfrenta la agricultura actual consiste en la adecuación de las técnicas de cultivo para la consecución de un aumento en la producción, no causando un impacto negativo sobre el entorno. Alcanzar lo que viene a denominarse en la actualidad el desarrollo sostenible: "*Es el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.*" (Comisión sobre Medio Ambiente y Desarrollo, *Comisión Brundlandt*, 1987).

La justificación del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de tener unos recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, etc.), susceptibles de agotarse, como por el hecho de que una creciente actividad económica sin más criterio que el beneficio monetario, que produce, como ya se ha constatado, problemas medioambientales graves tanto a escala local (Cumming y Spiesman, 2006) como global (Wesseling *et al.*, 1997; Lal, 2007), que pueden en el futuro tornarse irreversibles.

La agricultura consiste en la manipulación por parte de la sociedad de los ecosistemas naturales con el objeto de convertirlos en agroecosistemas, lo que produce la alteración del equilibrio y la elasticidad original de aquellos a través de una combinación de factores ecológicos y socioeconómicos. Desde esta perspectiva, la producción agraria es el resultado de las presiones socioeconómicas que realiza la sociedad sobre los ecosistemas naturales en el tiempo (Sevilla, 1995).

La agricultura y la ganadería, tal como se practican en el mundo industrial, son en la mayoría de casos intensivas o productivistas, es decir, están encaminadas hacia la máxima rentabilidad y, como consecuencia, hacia la máxima explotación del suelo y de los animales, ignorando sus repercusiones sobre el medio y la salud de los seres humanos (Labrador y Guiberteau, 1990).

El contexto socioeconómico en que se originó la agroindustria moderna ofrece las raíces de esta problemática. La tecnología agrícola de los países más desarrollados estuvo orientada, desde un principio, a aumentar al máximo la productividad de aquel factor que más limitaciones ofrecía al desarrollo de la economía de esos países: la mano de obra. Así, la introducción de la mecanización en la realización de las prácticas agrícolas condujo inevitablemente al monocultivo, a pesar de la disminución en la productividad por unidad aérea que ocasiona la mecanización. La tecnología agronómica se concentró entonces en las variedades de especies vegetales, en la densidad de siembra que debían aplicarse al monocultivo y, posteriormente, en los fertilizantes químicos que permitirían reemplazar las prácticas de abonado más laboriosas (como la aplicación de estiércol y la rotación de los cultivos) por compuestos químicos de síntesis. Los fertilizantes favorecían la especialización, es



decir, la separación en el espacio del ganado y los cultivos. El uso de los fertilizantes se acentuó, además, porque su aplicación era necesaria para obtener una cosecha de un solo cultivo (monocultivo) que permitiera rentabilizar la enorme inversión en maquinaria. El monocultivo extensivo, que conllevaba realizar las siembras fundamentalmente en soluciones nutritivas, provocó la aparición de brotes de plagas que serían contrarrestadas con insecticidas sintéticos también economizadores de mano de obra (Altieri, 1995; Rosset, 1996). Así, la misma naturaleza de las fuerzas sociales y económicas que impulsaron la generación de tecnología ha sido la que ha conducido a la crisis actual. Los costos de maquinaria, de productos químicos agrícolas y otros insumos han favorecido a las fincas de mayor tamaño, además de la especialización de la producción, el monocultivo y la mecanización. La ausencia de rotación de cultivos y de diversificación eliminó los mecanismos de autorregulación, convirtiendo a los monocultivos en agroecosistemas altamente vulnerables, dependientes de grandes cantidades de insumos de origen químico (Altieri, 1995). Esta crisis del modelo de producción actual adquiere una dimensión socioeconómica y ecológica.

En cuanto a la situación socioeconómica creada por el desarrollo de la agricultura y ganadería convencional, se observa que la preocupación por la máxima producción provoca la adquisición constante de nueva maquinaria (más eficiente), semillas y razas mejoradas y nuevos insumos que permitan ampliar al máximo la unidad de superficie por trabajador, de manera que se tiende a la desaparición progresiva de agricultores y ganaderos; ya que son minoría las explotaciones con niveles de capitalización, productividad de la tierra e ingresos por trabajador suficientes para hacer frente al endeudamiento generado. En los países desarrollados, se ha perdido el equilibrio demográfico del territorio; de manera que el 80% de la población se encuentra concentrada en menos del 5 % del territorio y la población agrícola activa supone menos del 5% de la población activa total (FAO, 2000).

Si se estudia la vertiente ecológica, se observa que en los últimos decenios, las actuales técnicas de producción han dado lugar a la obtención de cosechas sin precedentes y al dominio de los recursos disponibles; todo ello con la finalidad de incrementar al máximo los rendimientos por unidad de superficie sin tener en cuenta los impactos negativos, a veces de carácter irreversible, que esta forma de practicar la agricultura y la ganadería ejerce sobre la vida (Labrador y Guibertean, 1990).

Una evidencia clara de la crisis ecológica es la desaceleración de los rendimientos promedios de los cultivos en los Estados Unidos. Las causas que pueden generar este fenómeno varían según los diferentes autores. Unos piensan que los rendimientos se están nivelando debido a que se ha alcanzado un nivel muy cercano al máximo rendimiento potencial de la variedades actuales (Tribe, 1994). Otros defienden que la nivelación se debe a una constante erosión de la base productiva de la agricultura a través de prácticas insustentables (Altieri y Rosset, 1996). En resumen, los mecanismos que explican el proceso de nivelación de los rendimientos promedios de los cultivos incluyen la degradación de las tierras mediante la erosión del suelo,



la compactación, la disminución de materia orgánica y la biodiversidad asociada a ella, la salinización, el agotamiento de las aguas del subsuelo, la deforestación y la desertificación; así como la aparición de altas incidencias de plagas debido a la generalización del monocultivo, a la uniformidad genética, la eliminación de enemigos naturales y la resistencia a los plaguicidas desarrollada por insectos, hierbas y agentes patógenos de los cultivos (Altieri, 1995; Rosset, 1990).

El enfoque parcial y fragmentario que sustenta el modelo productivista dirigido a incrementar al máximo los rendimientos por unidad de superficie ha ejercido su influencia en los ecosistemas de diversas maneras:

- *Alto coste energético.* Cada vez es menor la relación entre la energía obtenida en forma de alimentos y, la utilizada en su producción, que procede de combustibles fósiles, no renovables. Los fertilizantes, por ejemplo, son productos de elevado consumo energético y responden al 24% del consumo energético total de la explotación (Labrador y Guiberteau, 1990).
- *Pérdida de fertilidad y erosión del suelo.* El empleo de grandes dosis de abonos químicos ha sustituido el papel esencial de las aportaciones orgánicas. Esta sustitución provoca el empobrecimiento creciente de los suelos en humus que se traduce en una menor fertilidad, actividad microbiana y estabilidad de su estructura. A su vez, este empobrecimiento en materia orgánica de los suelos comporta la pérdida de suelo fértil debida a la erosión.
- *Problemática del monocultivo.* El cultivo de variedades y especies de alto rendimiento en monocultivo provoca: la pérdida de diversidad agrobiológica y reduce o elimina las rotaciones con lo que se favorece la aparición de plagas que sólo son controladas temporalmente con el uso de productos fitosanitarios que a su vez alteran aún más el agroecosistema.
- *Contaminación de los recursos naturales.* Los componentes elementales de los ecosistemas (suelo, agua y aire) sufren directamente las consecuencias del empleo abusivo de fertilizantes. Las aguas han perdido potabilidad por la gran concentración en nitratos y fosfatos que presentan. Por ejemplo, el 65% de los pozos de la Comunidad Valenciana poseen niveles superiores a 50 ppm de nitratos (límite legal para el consumo humano). El fenómeno de la eutrofización (derivado de aguas residuales y fertilizantes agrícolas) provoca cambios graves (como la desoxigenación de las aguas profundas) en los hábitats de especies acuáticas en aguas continentales y mares costeros. La sobreexplotación de las aguas subterráneas conlleva la salinización de los acuíferos cercanos a la costa. La contaminación del agua significa contaminación del suelo por acumulación excesiva de elementos minerales y metales pesados. La contaminación atmosférica causada por la agricultura se debe básicamente a los procesos de fabricación de los abonos (liberación al aire de amoníaco, ácido nítrico, óxido de nitrógeno, etc.).



- *Pérdida de la calidad natural de los alimentos.* Los vegetales tienen tendencia a acumular el nitrógeno y demás elementos minerales en diversas formas en sus tejidos. Así, las hortalizas de hoja ancha y las de raíz en presencia de abonados químicos nitrogenados poseen niveles excesivamente altos de nitrógeno soluble en sus tejidos, fundamentalmente nitratos (Domínguez, 1997). El exceso de nitrato tiene graves consecuencias en nuestro organismo. Los nitratos, en ciertas condiciones, se transforman en nitritos. Éstos pueden producir metahemoglobinemia (falta de oxígeno en la sangre, al combinarse con la hemoglobina) y cánceres (al combinarse con las aminas y producir nitrosaminas). Ciertas combinaciones con plaguicidas y otras sustancias químicas pueden producir nitrosaciones que derivan en cánceres (Coscollá, 1993). Según Labrador, el uso de abonos de síntesis aumenta el tamaño de los productos pero favorece la retención de agua por las plantas con lo que se consumen frutos con altos contenidos de agua. Los alimentos con residuos se conservan menos tiempo que los producidos bajo prácticas ecológicas y no mantienen un correcto equilibrio entre los componentes orgánicos y minerales que los constituyen (Rieradevall *et al.*, 2000).
- *La degradación del medio ambiente.* El enfoque productivista y economicista de la agricultura y la ganadería va ligado a la pérdida de respeto ante la conservación de ecosistemas naturales.

Frente a la problemática presentada, el concepto de agricultura sustentable surge como respuesta a los efectos en la sociedad, economía y ecología provocados por el modelo productivista.

El sistema agrario, como sistema, se debe basar en la idea de que no se puede cambiar o quitar un componente de un sistema agrícola, como ocurre en uno natural, sin afectar positiva o negativamente a otros elementos. Este modelo alternativo sustentable se basa en los siguientes principios y prácticas (Lampkin, 1998):

- Producir alimentos de alta calidad nutritiva y en suficiente cantidad.
- Trabajar con los ecosistemas en vez de intentar dominarlos.
- Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario, que comprenden los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener y aumentar a largo plazo la fertilidad de los suelos.
- Emplear al máximo los recursos renovables en sistemas agrícolas organizados localmente.
- Trabajar todo lo que se pueda dentro de un sistema cerrado en lo que respecta a la materia orgánica y los nutrientes.
- Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrícolas.
- Mantener la diversidad genética del sistema agrario y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y animales silvestres.



- Permitir que los agricultores obtengan unos ingresos satisfactorios y realicen un trabajo gratificante en un entorno laboral saludable.
- Considerar el impacto social y ecológico más amplio del sistema agrario.

Un concepto o práctica agroecológica que es preciso destacar, por constituirse en elemento básico para los sistemas sustentables y que surge como nexo de unión de la mayoría de los principios agroecológicos enunciados, es el modelo de uso integrado de la tierra con cultivos y animales, en el sentido que estos últimos ayudan a la diversificación del sistema productivo agrario (Labrador y Guiberteau, 1990).

Los sistemas de este tipo pueden ser una respuesta a los que planifican el sector agrícola, quienes en muchos países están preocupados en cómo conseguir un aumento de la autosuficiencia de los insumos agrícolas en la producción de los alimentos básicos (Francis *et al.*, 1986).

Cultivo del olivar

El caso del olivar no es ajeno a esta problemática. Representa en Andalucía un tercio de la superficie cultivada, genera un tercio de la renta agraria y la mitad de todo el empleo del sector. Ocupa cerca de 1.500.000 ha, casi el 30% de la superficie agrícola útil y el 17% total del territorio, constituyendo el paisaje de muchas comarcas andaluzas (Pajarón, 2006).

Debido a ello la gestión de los olivares en Andalucía no puede plantearse como un problema exclusivamente agronómico; su importancia no es sólo económica, es social y ecológica, y el manejo que de él se haga va a determinar, además de la rentabilidad de las explotaciones y las condiciones de vida y trabajo, la calidad ambiental de esos territorios. A esta gestión habrá que exigirle que respete el medio ambiente, para asegurar la productividad y rentabilidad futura de las explotaciones.

La sustentabilidad del olivar está amenazada hoy, en su relación con los ecosistemas en los que se inserta (reducción de la diversidad de especies vegetales y animales, contaminación, dependencia energética, erosión y degradación de suelos, etc.) y en su rentabilidad económica, en los olivares con limitaciones técnicas, como son los situados en las zonas de montaña.

En las últimas décadas se han producido cambios importantes en el cultivo del olivar, debido a las transformaciones de las técnicas de manejo tradicionales.

Una gran transformación ocurre en el inicio de la segunda mitad del siglo XX, cuando se comenzaron a utilizar los tractores, eliminando a un tiempo la principal fuente de fertilidad para la tierra que sustentaba el olivar, el estiércol de esos animales, y la dependencia del olivar con respecto a la *tierra calma*, imprescindible hasta entonces para el mantenimiento de ese



ganado. Así se da lugar, por otra parte a toda una cascada de cambios en las técnicas de cultivo (aunque con una peculiaridad: en el olivar, debido a la longevidad de los árboles, los cambios, con ser profundos, sólo afectan a las operaciones de cultivo, no a la estructura de las plantaciones); y por otra, como consecuencia directa de la independencia con respecto a la tierra calma, se abre la puerta al monocultivo.

Esta situación actual de monocultivo excluyente acentúa en extremo dos problemas ecológicos:

- La pérdida de diversidad que cualquier cultivo supone, tanto paisajística como de especies animales y vegetales (con el caso extremo de los olivares con suelo desnudo durante todo el año).
- La pérdida de fertilidad de la tierra, originada por dos procesos diferentes:
 - o Degradación biológica, por reducción de la materia orgánica debida a la escasez de aportaciones, al laboreo continuado, y al mantenimiento de los suelos desnudos.
 - o Erosión (pérdida de la capa superficial, arrastrada por las aguas de escorrentía).

La disminución de la diversidad-complejidad de una explotación agraria conduce, como norma general, a la pérdida de estabilidad de la misma, lo que requiere, para su mantenimiento una mayor intervención humana, mayor aporte de energía y de materiales desde fuera del sistema. La inestabilidad se manifiesta no sólo en la desaparición de los controles naturales de algunas poblaciones de insectos plaga, también en la pérdida de fertilidad de la tierra y en la erosión.

Existe una creciente inquietud por cómo los cambios que se han producido en la agricultura actual pueden dañar los agroecosistemas y los sistemas circundantes a nivel local y global (Carvalho, 2006), y por cómo afectan a las diversas partes que lo integran, entre ellas, la que es objeto de interés en este estudio: la fauna beneficiosa de artrópodos asociada al mismo y en particular las arañas.

Uno de los principales cambios fue el auge y extensión en el uso de productos fitosanitarios (fertilizantes, insecticidas, y otros agroquímicos...) cada vez más específicos, encaminados a la mejora en la producción (Biliotti *et al.*, 1973). En algunos casos, se ha mejorado su eficacia disminuyendo el impacto causado sobre diversos factores del cultivo, otras plantas y animales (Sechser, 1988; Ulber y Stippichwahnhoff, 1990; Holmes, 1998; Naranjo *et al.*, 2004; Rechs *et al.*, 2004). A la vez se logró incrementar el beneficio económico por la mejora que se consiguió de la producción. De forma simultánea, se ha ocasionado una mecanización de la actividad agraria que conlleva una multitud de cambios en las prácticas agronómicas y que también va a incidir de diversas formas sobre el ambiente (Pezzarossa *et al.*, 1996; Van Diepenigen *et al.*, 2006).



Por ejemplo, en el caso de los pesticidas, ciertos productos han sido evaluados a posteriori confirmándose, en algunos casos, que presentan una serie de efectos negativos sobre el agroecosistema tanto directos como indirectos (Bünemann *et al.*, 2006).

Dentro de los efectos directos causados por esas prácticas enmarcadas en lo que se denomina como manejo convencional encontramos la eliminación de especies, tanto vegetales como animales (principalmente artrópodos) que contribuyen al estado de equilibrio del ecosistema (Holland y Luff, 2000) aparte del perjuicio que pueden causar los restos de productos químicos que permanecen en los artículos dirigidos al consumo (Lee *et al.*, 2001).

Entre las consecuencias indirectas causadas por el empleo de estas prácticas estarían, entre otras, las debidas a los efectos subletales sobre la fisiología de los artrópodos así como sobre su comportamiento, por lo que se deben considerar conjuntamente con las anteriores a la hora de evaluar el impacto de esos agentes (Desneux *et al.*, 2007). También estarían otras que causan un cambio en las condiciones del ambiente, que resultan en una pérdida de eficacia de las especies que se encontraban en el mismo y que pueden llegar a desaparecer de ese sistema (Stoate *et al.*, 2001). Estos y otros factores provocan uno de los principales resultados, la conversión de ecosistemas complejos en sistemas sencillos en los que la diversidad decae con los problemas que conlleva: reducción de la complejidad estructural del paisaje, cambios agudos en los ciclos de energía y materia, degradación de la producción, etc. (Schröder *et al.*, 2003).

Por tanto, existen diversos factores que permiten cuestionar la sostenibilidad de los sistemas de manejo convencionales, como son: los costes de producción, la elevada dependencia de las fuentes de energía no renovables, la reducción en la biodiversidad, la contaminación del agua, la presencia de residuos químicos en los alimentos, la degradación del suelo y los riesgos de salud para los trabajadores del campo (Reganold *et al.*, 2001).

Visto lo anterior, se ha fomentado el desarrollo de estrategias alternativas: utilizar técnicas que no causen daño sobre el agroecosistema, o lo minimicen en su mayor parte, estableciéndose lo que se conoce como manejo orgánico o ecológico; o se podría pensar en descartar una gran parte de las técnicas de manejo empleadas por los efectos perniciosos que causan. El objetivo sería alcanzar un cierto grado de diversidad ambiental, ya que el estado de un ecosistema es tanto mejor cuanto mayor sea la heterogeneidad que presente (Tews *et al.*, 2004). Esta *diversidad* en el ambiente se crearía de forma natural, manteniendo zonas con vegetación entre cultivos (Burel, 1996), por ejemplo, y artificial, realizando las prácticas agronómicas sólo en aquellos momentos en las que son realmente necesarias, lo que nos encaminaría al llamado manejo integrado. De esta forma se crearía un estado de perturbación en el que maximizaría la diversidad ambiental y se favorecería el mejor estado de la explotación desde el punto de vista de ese *desarrollo sostenible*. En este sentido, se ha comprobado que la adopción de esas técnicas de menor impacto en el olivar repercuten de



forma directa sobre el ambiente, disminuyendo la emisión de CO₂ a la atmósfera respecto a las zonas con manejo convencional (Kaltsas *et al.*, 2007).

Dentro esta preocupación que se ha transmitido durante los últimos años en la agricultura, se está comprobando cómo todo el conjunto de prácticas agronómicas utilizadas en la elaboración de productos agrícolas en campo afectan al ser humano, al medio ambiente (a diferentes procesos naturales), y en el caso que nos interesa, a la fauna asociada a esos cultivos (Skinner *et al.*, 1997; Fuchs *et al.*, 2007).

Así pues, dentro del grupo que comúnmente se denomina fauna beneficiosa, destacaría el papel de aquellos organismos que directamente controlan poblaciones de plaga impidiendo que alcancen un número lo suficientemente alto como para que dañen el cultivo, que son los llamados agentes de control biológico (Nyffeler y Suderland, 2003). Merece la pena destacar también el potencial papel de esta fauna como bioindicadores de la calidad ambiental de un hábitat (Longcore, 2003; Lawes *et al.*, 2005), de la riqueza (diversidad) del mismo (Cardoso *et al.*, 2004) y de la presencia de perturbaciones, causadas por el manejo agrícola (Paoletti *et al.*, 1999; Marquini *et al.*, 2002; Ruano *et al.*, 2004).

En este cuadro es donde entra en juego el grupo objeto de estudio, dentro de los artrópodos: las arañas. Como orden, Araneae, constituyen uno de los grupos más diversos y numerosos fuera de los insectos siendo depredadores ubicuos en los ecosistemas terrestres (Wise, 1993).

Por el presente trabajo se pretenden realizar una aproximación al conocimiento de las poblaciones de Araneae presentes en el agroecosistema del olivar. Se escogió este grupo porque constituye un destacado componente de gran importancia en los hábitats naturales, agrícolas y también en el olivar. Su método de depredación los hace enemigos naturales de las plagas porque son capaces de ocupar un amplio rango de hábitats dentro de un ecosistema. En algunos casos, a pesar de ser considerados como depredadores polífagos y generalistas desarrollan una elevada especialización por un tipo de presa.



2. El olivar

Importancia del olivar como cultivo

Descripción biológica

El olivo, *Olea europaea* (Linneo), es un árbol perennifolio, perteneciente a la familia Oleaceae. Esta familia está compuesta por unas 800 especies repartidas entre 24 géneros y distribuidas por casi todo el globo, principalmente en los países cálidos, ya que falta de las regiones más frías del hemisferio Norte. El género fue descrito por primera vez por Joseph Pitton de Tournefort (1656-1798), aunque hoy en día por motivos legales se asigna a Linneo.

Es una de las plantas cultivadas más antiguas, cuyos orígenes como cultivo apuntan a unos 3.000-4.000 años a.C. en la zona de Palestina (Loukas and Krimbas, 1983, Bartolini *et al.*, 2002). El olivo es el único miembro de la familia Oleaceae con fruto comestible y por tanto de mayor importancia económica, utilizándose además como planta medicinal (Kiritsakis, 1990). Antiguamente también su producto refinado, el aceite, se relacionó con los juegos atléticos, ya que los triunfadores en los Juegos Olímpicos eran coronados con ramas de olivo silvestre y los atletas untaban su cuerpo con aceite de oliva para prepararse a luchar (López, 2001).

Es un árbol de tamaño medio, no muy elevado, que alcanza hasta 8-10 m de altura en edad adulta, con copa ancha y tronco grueso, retorcido y a menudo muy corto, dejando ver estas tortuosidades que es planta que puede pasar largamente del millar de años (Loussert y Brousse, 1978).

En el tronco se pueden distinguir dos partes, la inferior, más gruesa, al nivel del suelo (cepa o peana), y la superior, que parte de la peana y se subdivide en ramas. En el olivo adulto existe una correspondencia entre raíces y ramas principales a través del tronco, formando los cordones o venas, que le dan al tronco una forma asimétrica. El tronco propiamente dicho es la porción del tallo que se eleva desde la peana y que, a diversas alturas del suelo, se subdivide en ramas. Las ramas que constituyen el olivo se pueden distinguir entre principales y secundarias (Guerrero, 1997; Rapoport, 1997; López, 2001).

Las hojas son simples, enteras, de peciolo corto, dispuesto en el mismo plano que el limbo, generalmente lanceoladas. El olivo conserva la copa siempre verde; las hojas formadas desde la primavera hasta el otoño, en realidad persisten en general poco más de un año. A veces algunas hojas se conservan aún por dos años consecutivos. Las hojas son correosas, persistentes durante todo el año, con el margen entero, de un color verde grisáceo por el haz y plateadas por la cara inferior (Guerrero, 1997; Rapoport, 1997; López, 2001).

La inflorescencia es un racimo, y cada racimo tiene un número de flores diferente según la variedad que oscila según Loussert (1978) entre 10 y 40. Las flores están constituidas por



cuatro sépalos, cuatro pétalos, dos estambres y dos carpelos. Las flores bisexuales o polígamas, se disponen en panículas axilares multifloras, con corola blanca (Guerrero, 1997; Rapoport, 1997; López, 2001).

El fruto, la aceituna, era conocida entre los romanos con el nombre de drupa y ha dado nombre a todos los frutos de su clase: carnosos y con el hueso endurecido. En ella se distinguen las siguientes partes: pedúnculo o rabillo, epicarpio o piel, mesocarpio o carne, endocarpio o hueso y embrión o semilla. El epicarpio está unido al mesocarpio, que es la pulpa de la aceituna. El endocarpio está formado por el hueso que protege a la almendra (semilla). La aceituna va experimentando cambios en su coloración al tiempo que engorda. Desde un verde intenso al comienzo de su cuajado, a un verde amarillento según va desarrollándose, aparecen manchas púrpuras al iniciar el envero, sigue una tonalidad púrpura azulada, para terminar, cuando alcanza su madurez plena en una tonalidad negro azulada. Muchos de estos frutos sufren una caída fisiológica en el mes de junio, que puede llegar hasta el 50% de los frutos recién cuajados. El fruto es succulento y muy oleoso de 1 a 3,5 cm de largo, ovoide o algo globoso, verde al principio, que precisa de un ciclo anual para adquirir un color negro-morado en su plena madurez. La composición química media de una aceituna es la siguiente: agua 50%, aceite 22%, azúcares 19,1%, celulosa 5,8%, proteínas 1,6%, cenizas 1,5% (Fernández Díaz, 1985; Guerrero, 1997; Rapoport, 1997; López, 2001).

El olivo es una especie típicamente mediterránea, presente en los paisajes de la península Ibérica como un elemento más de los ecosistemas mediterráneos y de la cultura. Aunque es una especie rústica presenta también una serie de requisitos que limitan su área de distribución preferentemente a zonas de clima mediterráneo (Richter y Dallwitz, 2000). Es sensible a las heladas; no soporta temperaturas inferiores a 9 °C bajo cero o una temperatura media de sólo 3 °C durante el mes más frío, aunque la resistencia al frío es una característica dependiente de la variedad. Las altas temperaturas son perjudiciales, sobre todo, durante el periodo de floración. Aunque se encuentran olivos en muy variadas zonas, parece desarrollarse mejor en áreas con una pluviometría comprendida entre los 600-800 mm/año. Diversos trabajos demuestran que factores como la temperatura y precipitación tienen un efecto sobre la fisiología de la planta y también sobre la calidad del producto (Pannelli *et al.*, 1994; Moussa y Gerasopoulos, 1996).

La polinización (anemófila) consiste en la transferencia del polen contenido en las anteras de los estambres de una flor al estigma de la misma flor, o con más frecuencia en el olivo, al de otras flores. El estrés hídrico (reducción del agua disponible) y el estrés nutritivo (reducción de los nutrientes), ocurridos unas seis semanas antes de la época de floración son causas que provocan la disminución del número de flores por inflorescencia e incrementan los abortos ováricos (Uriu, 1959; Ferrara *et al.*, 1991; Reale *et al.*, 2006).

Si la disponibilidad de agua y nutrientes son suficientes, entonces es la luz el factor a tener en cuenta como factor limitante. Es importante que las hojas del árbol estén convenientemente



iluminadas, lo que se consigue con una ajustada densidad de plantas por unidad de superficie y su apropiada disposición según la orientación. La densidad máxima se sitúa en unos 100 árboles por ha (mayor en el caso de las plantaciones dotadas de riego). Hay que tener también en cuenta que la anchura de las calles entre árboles debe permitir bien el paso de la maquinaria para la realización de las labores. Una anchura de calle comprendida entre 7 y 8 metros, y una separación entre plantas de 5 a 7 metros, da buen resultado (Navarro y Parra, 1997).

La entrada en producción del olivar depende de la variedad, el medio edafoclimático y las prácticas culturales. Normalmente, bajo condiciones idóneas de crecimiento, el olivar inicia su producción entre el tercer y quinto año desde la plantación, alcanzando la plena producción al octavo a décimo año. Resulta imprescindible practicar una buena poda de formación, de producción y de renovación, para obtener una elevada cosecha de frutos después de los 25 a 30 años de vida del árbol, la cuál se puede prolongar por más de 100 años.

En el mundo se conocen al menos 139 variedades de olivo, que representan el 85% de la superficie dedicada al cultivo (COI, 2000), de las cuales en Andalucía la variedad picual es la que ocupa mayor extensión. La denominación de este cultivar hace referencia a la forma apuntada que presentan sus frutos. También se ha encontrado con las siguientes sinonimias: andaluza, blanca, corriente, de aceite, de calidad, fina, grosal, jabata, lopereño, marteño, morcona, nevadillo, nevadillo blanco, nevado, nevado blanco, picúa, redondilla, salgar, sevillano y temprana. Es la variedad más importante de España. Actualmente ocupa en Andalucía más de 850.000 ha, dominando en las provincias de Jaén (97%), Granada (40%) y Córdoba (38%). Su entrada en producción es precoz y su productividad es elevada y constante. Es muy apreciada por su rendimiento graso elevado y facilidad de cultivo. La apreciación de su aceite es media, con un elevado porcentaje de ácido oleico. Variedad rústica por su adaptación a diversas condiciones de clima y suelo; en particular se estima tolerante al frío, a la salinidad y al exceso de humedad del suelo. Sin embargo, es sensible a la sequía y a terrenos calizos. Es una variedad tolerante a tuberculosis y lepra, pero muy susceptible al repilo y verticilosis. También es susceptible a la mosca del olivo (Rallo, *et al.*, 2005).

Descripción de la fenología del cultivo

El olivo despierta su vegetación a principio de la primavera (marzo-abril), observándose la aparición de nuevos brotes terminales y la eclosión de yemas axilares. La floración tiene lugar en mayo-junio y, una vez realizada la polinización, se sigue el cuajado del fruto. En julio-agosto tiene lugar el endurecimiento del hueso y, a partir de este momento, los frutos engordan hasta alcanzar su tamaño normal en octubre. A partir de octubre viene la maduración. La duración de este periodo depende de la variedad. Durante el invierno entra el olivo en un reposo invernal (Guerrero, 1997).



La fenología de la flor del olivo está caracterizada por la formación del brote durante el verano. Posteriormente seguirá una dormancia durante otoño y un estallido de brotes al final del invierno (febrero) que florecen al final de la primavera (mayo-junio; Galán *et al.*, 2005).

Centrándonos en la variedad picual, su periodo de floración transcurre entre los meses de mayo y junio y se considera autofértil. La época de maduración de sus frutos es precoz y presentan una baja resistencia al desprendimiento, que facilita la recolección mecanizada de los mismos (Rallo *et al.*, 2005).

Importancia económica

El olivo es una especie emblemática que encarna uno de los más importantes cultivos frutales en el área mediterránea (Loumou y Giourga, 2003).

El principal aprovechamiento que representa el olivo se localiza en su fruto, la aceituna que se destina principalmente a dos aprovechamientos: aceite y aceituna de mesa. Más del 90% de la cosecha de aceituna se dedica a la producción de aceite. Dentro de la producción dedicada a aceituna de mesa destacan otras variedades diferentes a la picual (manzanilla, gordal, hojiblanca, cacereña, carrasqueña), que mayoritariamente se dedica a la producción de aceite. Las estimaciones de producción de aceite efectuadas en España para la campaña 2006-2007 sitúan la producción de aceite en un nivel 33% superior a la campaña anterior, pero por debajo de la media de los últimos cinco años. El análisis por regiones productoras indica que, mientras que en Andalucía y Extremadura la cosecha ha sido muy buena, en Cataluña y la Comunidad Valenciana se estiman producciones bastante inferiores al año anterior (Avances Superficies y producciones agrícolas, 2007).

Según estimaciones del Consejo Oleícola Internacional (COI 2006a, 2006b), la producción mundial de aceite de oliva en toneladas, clasificada por países, para la campaña 2006/2007 sobre un total de 2.820.000 toneladas, sería la siguiente (solo se citan los países con una producción destacable con sus respectivos porcentajes sobre el total mundial):

Países	Producción	Porcentaje
España	1.095.000	38.8 %
Italia	630.000	22.3 %
Grecia	370.000	13.1 %
Siria	154.000	5.5 %
Turquía	140.000	4.8 %
Túnez	130.000	4.6 %
Marruecos	80.000	2.8 %
Argelia	40.000	1.4%
Jordania	36.000	1.3 %
Portugal	35.000	1.2%
Total	2.710.000	96.1%



En el caso de España los datos concretos de producción de aceite de oliva para la campaña 2006/2007 se sitúan en 1.074.000 toneladas (A.A.O., 2007). Andalucía cuenta con olivares repartidos por gran parte de su territorio, lo que la sitúa a la cabeza de las regiones productoras de aceite en el mundo, con una superficie de olivar superior al 1.500.000 ha (Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía, 2005).

El aceite de oliva ocupa un lugar secundario dentro del sector de producción de aceites y grasas de origen vegetal, que han ganado espacio respecto a los de origen animal. El aceite de soja participa con una cuota cercana al 27% del consumo mundial total, seguido por el de palma con el 21%, colza con el 14%, girasol con el 11% entre los más importantes. El aceite de oliva sólo representa el 3% del consumo mundial de estos productos.

El ranking mundial aproximado de los aceites vegetales cambia de un año para otro, pero según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) el promedio de las últimas cinco campañas podría establecerse así: soja, palma, girasol, colza, cacahuete, semilla de algodón, coco, palmaste, oliva y germen de maíz (Del Campo, 2005).

El 90% del consumo de aceite de oliva se concentra en la actualidad en los países ribereños del mediterráneo, que representan a su vez el 95% de la producción. Sigue tratándose aún de un comercio doméstico en la cuenca mediterránea (Tió, 1982). Este hecho se explica en parte por la fuerte presión competitiva de los otros aceites vegetales y se traduce en un mercado de cierto equilibrio donde se controla la tendencia de precios y los excedentes de producción, sin que obviamente esté ausente de ciertas inquietudes sobre su porvenir.

Las proyecciones futuras indican un importante aumento de la producción mundial que pasará de 2.516.000 toneladas para el periodo 2001/5 a 2.900.000 toneladas para el periodo 2016/20, mostrando cierta tendencia a la acumulación de existencias que previsiblemente conduciría a menores precios o imprevisibles cambios en las condiciones de oferta. Parece evidente que los próximos años traerán grandes novedades en la evolución de la oferta y la demanda. De un lado se asiste a un incremento permanente de la producción en tres de los grandes países productores (España, Italia, Grecia y Túnez), también apreciable en otros países como Portugal, Turquía, Marruecos y Siria. El aumento de la superficie cultivable y de la productividad de las plantaciones está conduciendo a esta situación. Frente a este aumento de la oferta, la demanda ha ido perdiendo fuerza frente a los aceites competitivos. Si bien es generalmente admitido por los consumidores un precio mayor del aceite de oliva frente a otros aceites, sin embargo también existe un precio límite que éstos no están dispuestos a rebasar. Paralelamente, el reconocimiento de los beneficios saludables derivados de una dieta rica en aceite de oliva, y la existencia de campañas de marketing y promoción por parte de los principales países productores, abren puertas a la expansión de los mercados tradicionales del aceite de oliva (Rodríguez, 2000; Mili y Rodríguez, 2001).



Manejo agronómicos

Ecológico

La agricultura ecológica, biológica, orgánica o biodinámica es aquella que propone un método de cuidados para la tierra, los vegetales y los animales para que se desarrollen en equilibrio. Esta agricultura *“reconoce la relación entre los ritmos naturales de nuestro planeta y los del cosmos que nos rodea, concretándose en técnicas que el agricultor puede utilizar para revitalizar el suelo, el agua, las plantas y los animales que están bajo su cuidado y pone énfasis en el papel responsable del hombre que sólo a través del esfuerzo de su voluntad puede transformar el planeta e impedir su envejecimiento prematuro”* (Pérez et al., 1992). Esto se basaría en una serie de principios que se podrían resumir como sigue:

- El suelo no es un material inerte o un mero substrato físico de anclaje para los vegetales. Su parte orgánica (especialmente el humus) y su parte viviente (microorganismos, etc.) son de gran importancia.
- Los microorganismos del suelo son los encargados, mediante su actividad metabólica, de transformar los elementos solubles y asimilables para las plantas. Por este motivo ha de favorecerse su presencia y actividad mediante la aportación de materiales orgánicos compostados y ricos en humus.
- Los abonos minerales solubles han de evitarse, puesto que favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades de las plantas.
- Las plagas y enfermedades sólo aparecen cuando las plantas de un cultivo sufren algún desequilibrio. Se potencia el uso de técnicas preventivas para evitar estos desequilibrios, aplicándose los llamados preparados biodinámicos, unos productos obtenidos de la dilución y dinamización de elementos naturales que se incorporan al suelo, sobre las plantas y sobre el compost (abono orgánico en fermentación).

Según IFOAM (1989), la agricultura ecológica es una forma diferente de enfocar la producción agraria en la que se persiguen los siguientes fines esenciales:

- Obtener frutos de calidad nutritiva elevada y en proporción suficiente.
- Labrar teniendo en cuenta los sistemas naturales en lugar de pretender someterlos.
- Considerar e impulsar los ciclos biológicos dentro del agroecosistema, que comprende los microorganismos, la flora y la fauna del suelo y las plantas obtenidas.
- Conservar e incrementar la fertilidad a largo plazo de los suelos, asegurando la persistencia de la producción agrícola.
- Utilizar al máximo recursos renovables en sistemas agrarios establecidos localmente.
- Actuar, siempre que las circunstancias lo permitan, dentro de un sistema cerrado en lo referente a la materia orgánica y los nutrientes minerales.
- Eludir completamente las formas de contaminación derivadas de las técnicas culturales.



- No incorporar a los alimentos sustancias o residuos que resulten perjudiciales para la salud o mermen su capacidad alimenticia, tales como fertilizantes de síntesis, plaguicidas, hormonas, etc.
- Proteger la heterogeneidad genética del sistema agrario y de su ámbito, incorporando la defensa de los hábitats naturales de plantas y animales.
- Posibilitar que los agricultores reciban unos ingresos apropiados y realicen un trabajo gratificante en un ambiente profesional sano.
- Estimar el extenso efecto social y ecológico del sistema agrario.

Según la FAO e IFOAM (FAO / IFOAM, 1998), la agricultura ecológica se enmarca actualmente dentro del contexto más amplio de agricultura sostenible que hace referencia a los siguientes aspectos:

- Equidad inter-generacional.
- Preservación de los recursos base de la producción agrícola y prevención de la polución.
- Protección de la diversidad biológica mediante la mínima interferencia posible con los ecosistemas naturales.
- Viabilidad económica de la explotación garantizada, mejores oportunidades de trabajo y preservación de la estructura de la comunidad rural.
- Madurez del conjunto de la sociedad para producir alimentos suficientes de alta calidad nutritiva.
- Compromiso con un desarrollo global sostenible.

La producción ecológica viene recogida en un marco legislativo que comprende el Reglamento (CEE) nº 2092/1991 del Consejo de 24 de junio de 1991 que regula la producción ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

La legislación europea sobre sistemas de producción compatibles con el medio ambiente y su régimen de ayudas se recoge en el Reglamento (CE) nº 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999 sobre ayuda al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola.

En el ámbito nacional, el Real Decreto 4/2001 de 12 de enero establece un régimen de ayudas a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente.

Para su aplicación en Andalucía, la Orden de 31 de enero de 2005 regula las normas de aplicación del régimen de ayudas a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente. En ella se especifican los requisitos que deberán cumplir los solicitantes de la ayuda y medidas que deberán acometer en su explotación, la duración de los compromisos que deberán mantener los beneficiarios para seguir percibiendo la ayuda, la



convocatoria, solicitudes y documentación a presentar, renovación de compromisos, cuantía de las ayudas, etc. (IFAPA, 2006).

Toda esta reglamentación aplicada al olivar conlleva una serie de técnicas de manejo en el olivar que se podrían resumir como sigue (COAG, 2006):

- Métodos permitidos para mantener la fertilidad y la actividad biológica del suelo.
- Fertilizantes autorizados.
- Métodos para la protección de las plantas contra los parásitos y las enfermedades y para la eliminación de las malas hierbas (en casos excepcionales, productos fitosanitarios permitidos). En este sentido conviene remarcar que aunque en las fincas ecológicas se puede producir una mayor infestación por malas hierbas, disminuyen las poblaciones de aquellas más agresivas para el cultivo (Guzmán y Alonso, 2001).
- Periodo mínimo de conversión de parcelas de agricultura convencional en ecológica (3 años en el caso del olivar).
- Prohibición de Organismos Modificados Genéticamente (OMG) y productos obtenidos de éstos.

Integrado

Este manejo se caracteriza por una forma de elegir y ejecutar prácticas agrarias que nos permiten alcanzar los cuatro objetivos principales en la actividad agraria en la actualidad: calidad, seguridad alimentaria, respeto al medio ambiente y rentabilidad de las explotaciones (Saavedra y Pastor, 2002). Este sistema incluye la posibilidad de empleo de todas las técnicas disponibles, pero elegidas y aplicadas en un momento y forma que no causen impactos negativos sobre el medio, al contrario, procurando la mejora de la explotación y del entorno. Es decir, que la producción integrada es una forma de poder racionalizar los sistemas productivos oleícolas y se fundamenta en la sustitución de agroquímicos contaminantes (fitosanitarios y fertilizantes) por tecnologías sostenibles mucho más respetuosas con el medio ambiente. La producción debe basarse en la optimización del uso del medio productivo (suelo, disponibilidades del agua y radiación solar) y nunca en el aumento del empleo de factores externos de producción, siempre teniendo como meta final, la conservación del medio, la economía de las explotaciones y las exigencias sociales (Alarcón y Saavedra, 2003).

Esta es la ideología que aconsejó el empleo de este sistema de producción, que fue definido por el OILB (Organización Internacional de Lucha Biológica) en 1993 como “un sistema agrícola de producción de alimentos que utiliza al máximo los recursos y mecanismos de regulación naturales y asegura a largo plazo, una agricultura viable. En ella, los métodos biológicos, químicos y otras técnicas son cuidadosamente elegidos y equilibrados, teniendo en cuenta, el medio ambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales” (Pastor *et al.*, 2000).



No existe ninguna normativa específica europea que regule la Producción Integrada. En el ámbito nacional, el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, regula la producción integrada de productos agrícolas, sin embargo, no existe ninguna normativa nacional específica sobre producción integrada de olivar. En el caso de Andalucía, el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, regula las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan a los sistemas de producción integrada de productos agrarios y sus transformados, el uso de las identificaciones de garantía que diferencien estos productos agrarios ante el consumidor y su control, así como la autorización de las entidades de certificación, el reconocimiento de las Agrupaciones de Producción Integrada (API) y el fomento de este tipo de producción agraria. Para el cultivo del olivar, el Reglamento Específico que regula las prácticas agronómicas se aprobó mediante la Orden de 18 de julio de 2002. Posteriormente se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Andalucía para industrias de obtención de aceite de oliva, Orden de 24 de octubre de 2003, y el Reglamento Específico de producción integrada en Andalucía para industrias de obtención de aceituna de mesa, Orden de 16 de junio de 2004. Se completa así la normativa necesaria para abarcar todo el proceso productivo del aceite de oliva y la aceituna de mesa (IFAPA, 2006)

Convencional

El sistema de producción agraria convencional en el olivar se presenta en la actualidad como el modelo de producción predominante de una manera casi absoluta en los países más desarrollados.

Los principios más importantes en los que se basa la actual agricultura convencional son los siguientes (Parra *et al.*, 2006):

- **Mecanización.** Un gran número de cultivos permiten la utilización masiva de máquinas lo que conlleva una elevación de la producción y una mejora de la calidad de vida de los agricultores. Aún en la actualidad no todas las labores son susceptibles de ser mecanizadas, estando, además la mecanización asociada a problemas de erosión del suelo.
- **Mejora genética.** Al principio, la mejora genética se basaba exclusivamente en la manipulación física del proceso de cruce y selección de las plantas y produjo extraordinarios resultados, especialmente en frutales, cereales (trigos enanos, arces superproductivos) y algunos productos hortícolas. Tiene como contrapartida la fuerte dependencia exterior de los agricultores con respecto a las casas suministradoras de las semillas mejoradas, así como la necesidad de tratamiento fitosanitario de los nuevos cultivos frente a nuevas plagas y enfermedades. Fue la base de la llamada Revolución Verde. Las nuevas técnicas de manipulación de la ingeniería genética (organismos modificados genéticamente) han acrecentado tanto las consecuencias positivas como las negativas, además de haber creado una enorme alarma social y una flagrante discusión y controversia en el seno de la comunidad científica.



- Nuevas técnicas de cultivo. La agricultura intensiva y el monocultivo devienen imprescindibles para poder aplicar con éxito el resto de avances, siendo fundamentales las prácticas agronómicas de abonado (fundamentalmente abonos químicos de síntesis) y las nuevas técnicas de siembra (de precisión) y riego (goteo, microaspersión, etc.).
- Tratamientos fitosanitarios y herbicidas. Consisten en la utilización masiva de productos químicos de síntesis para tratar plagas y enfermedades y eliminar malas hierbas. Están asociados a problemas de residuos en las plantas y en el medio ambiente, así como a la aparición de nuevas plagas resistentes a los tratamientos que no pueden ser controladas de forma natural al eliminar los tratamientos también a sus enemigos naturales.

Muchas de estas prácticas realizadas en el olivar conllevan una serie de consecuencias negativas para el entorno entre las que se pueden citar las siguientes:

- Las prácticas tradicionales de manejo del suelo (laboreo tradicional o convencional) conllevan asociado el problema de la pérdida de suelo por erosión. Es éste uno de los principales problemas de la agricultura en muchas zonas de España. Las pérdidas de suelo medio de los olivares en Andalucía se estiman en unas 80 toneladas por hectárea y año, cifra muy superior a la tasa media de formación de suelo (Asociación Española de Laboreo de Conservación / Suelos Vivos, 1999) (Figura 1.1).



Figura 1.1.- Efecto de unas lluvias abundantes sobre una zona de olivar con fuerte pendiente y sin cubierta vegetal.

- Alto consumo de energía en el sector agrícola. Este consumo es tanto directo en las actividades agrícolas, en forma fundamentalmente de utilización de combustibles fósiles



no renovables (petróleo, carbón, gas, etc.), como indirecto, debido al elevado consumo energético que requiere el sector industrial para la elaboración de fertilizantes (se estima que los fertilizantes representan aproximadamente el 24% del consumo energético total de la agricultura según Labrador y Guibertau, 1990), al transporte de semillas y productos agrarios producidos, etc. Los requerimientos energéticos demandados por la agricultura convencional no han dejado de crecer, especialmente a partir de la Revolución Verde, de tal forma que la relación entre la energía contenida en los alimentos y la energía utilizada para producirlos, es decir, la eficiencia del uso de la energía, es cada vez menor. Además, según gran parte de la comunidad científica, a causa de este consumo creciente e ineficiente de energía se está produciendo una degradación del medio ambiente, cuyas consecuencias aún no se han podido evaluar en toda su extensión (contaminación atmosférica, cambio climático, destrucción de la capa de ozono, aumento de las enfermedades respiratorias y de cáncer de piel, etc.), además de una dependencia cada vez mayor de la agricultura de otros sectores económicos.

- Predominio del monocultivo, en detrimento de las rotaciones y asociaciones de cultivos, que al eliminar la variedad genética de las plantas favorece la aparición de plagas y enfermedades, así como el agotamiento selectivo de algunos nutrientes del suelo. Esta proliferación de plagas y enfermedades lleva a un uso abusivo de productos fitosanitarios y a una utilización excesiva de maquinaria y energía.
- Aportación de fertilizantes químicos de síntesis y no aportación de orgánicos. Los abonos orgánicos proporcionan al suelo materia orgánica en forma muy asimilable para las plantas y no contaminante. Por el contrario, los abonos químicos de síntesis, que son los empleados por la agricultura convencional, son la principal causa de contaminación de las aguas dulces en los países que tienen una agricultura muy industrializada: los nitratos alcanzan las aguas subterráneas, haciéndolas inapropiadas para el consumo humano y junto con los fosfatos contaminan las aguas superficiales, originando su eutrofización o muerte biológica (Proyecto Promoción Agricultura Ecológica, 2006). Además, los abonos sintéticos son una importante fuente indirecta de contaminación, debido a que, por un lado, el proceso de elaboración libera a la atmósfera importantes cantidades de subproductos de desecho altamente polucionantes, relacionados con problemas como la lluvia ácida, y a que, por otro, su fabricación precisa el aporte de importantes cantidades de energía.
- Utilización masiva de productos fitosanitarios y herbicidas químicos de síntesis. Al igual que los abonos químicos, los insecticidas, plaguicidas, herbicidas, etc. se acumulan en el suelo y las aguas continentales, con unos efectos devastadores sobre los microorganismos del suelo, que son la base de la fertilidad, y sobre especies superiores (lombrices del suelo, reptiles, aves insectívoras, peces, etc.), con lo que se rompe la cadena trófica, se destruyen enemigos naturales de especies plaga para los cultivos y es necesario aplicar aún más productos fitosanitarios. Es importante señalar que, a pesar de la profusión y aumento del uso de plaguicidas y herbicidas, las pérdidas de producción debidas a malas hierbas y plagas se han estabilizado en torno a un 30% desde hace mucho tiempo. Además, se han



encontrado insecticidas y otros químicos tóxicos en las aguas de consumo humano. Sirva como ejemplo uno de los últimos casos que llevó a la Junta de Andalucía a prohibir el consumo de agua procedente del pantano de Iznájar (Córdoba) debido a la presencia de plaguicidas procedentes del olivar (SIPC, 2005). De la mayoría de estos productos se desconoce su efecto sobre la salud humana. Por otra parte, la mayoría de ellos tardan mucho tiempo en degradarse, e incluso, a veces, los productos de desecho en que se van transformando son aún más peligrosos que las sustancias originales. La persistencia temporal de estas sustancias favorece su propagación espacial. Así, se han encontrado muchos insecticidas y otras sustancias en lugares muy alejados de donde fueron aplicados, debido al transporte a través del agua y el viento.

- Sobreexplotación de las aguas subterráneas, que unido a la utilización masiva de sustancias químicas de síntesis, conlleva una salinización de los acuíferos y una acumulación en el suelo de sales y elementos pesados que merman la fertilidad de los suelos, llegando incluso a su desertificación.
- Quema de rastrojos, que conlleva una importante eliminación de materia orgánica del suelo, lo que origina una notable pérdida de fertilidad. Además, al dejar el suelo desnudo, se propicia una mayor erosión del mismo.

Cubiertas vegetales

Hay muchos tipos de cubiertas vegetales muy diferentes entre sí. En general, las cubiertas vegetales vivas permanentes y sin recibir ningún manejo disminuyen las producciones y el vigor de los árboles y no son aconsejables.

No obstante, pueden mejorar una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos que ocupan. El uso de éstas entra en el conjunto de posibles alternativas de cultivo que pueden ser empleadas en el olivar y que se resumen en el siguiente esquema (modificado de Pastor *et al.*, 1997):

- Olivar con cobertura de suelo
 - Cubierta vegetal inerte
 - Hojas y restos de poda triturados
 - Piedras
 - Paja
 - Materias diversas
 - Cubierta vegetal viva
 - Malas hierbas
 - Sin manejo específico
 - Siega
 - Química con herbicida



- Mecánica
 - Pastoreo
 - Planta cultivada con crecimiento controlado
 - Cereal
 - Siega
 - Química con herbicida
 - Mecánica
 - Pastoreo
 - Leguminosas
 - Siega
 - Química con herbicida
 - Mecánica
 - Pastoreo

La utilización de cubiertas en el olivar constituye una solución muy eficaz para el control de la erosión (Blevins, 1986). Por ello se recomienda en los suelos susceptibles de sufrir erosión lo siguiente (Saavedra *et al.*, 2003):

- Mantener la cubierta vegetal, bien natural o de especies cultivadas.
- Aportar materia orgánica, por ejemplo los restos de poda triturados con la finalidad de mejorar la estructura y la capacidad de infiltración.
- Mantener la zona bajo copa sin labrar.
- Dejar las hojas caídas bajo la copa, salvo en casos de empleo de herbicidas remanentes o problemas fitosanitarios; en caso de retirar los restos vegetales bajo copa, emplear métodos que no alteren, rompan o compacten las capas superficiales del suelo.
- Colocar los restos vegetales y de poda triturados sobre la superficie del suelo, excepto si hay riesgos de verticilosis u otras enfermedades o plagas que aconsejen retirarlos o quemarlos.
- Respetar la vegetación natural de lindes, setos, árboles aislados, bordes de montes, etc. y favorecer la vegetación natural de las riberas de arroyos, cursos de agua o zonas de desagüe. Esto incluiría los linderos y enclaves que reducen las longitudes de pendiente y reducen la velocidad del agua.

A pesar de que el olivar es un cultivo mayormente de secano, el empleo de cubiertas vegetales, manejadas de la manera adecuada, permiten un mejor desarrollo del cultivo. Consistiría en crear la cubierta durante el periodo de otoño-invierno, época en la que debido a las bajas temperaturas las necesidades del olivar son escasas, pero debe controlarse la transpiración de la cubierta mediante la siega al final del invierno, cuando ya se haya logrado la cobertura vegetal suficiente. El residuo seco que forma ésta debe quedar siempre sobre el



suelo, consiguiéndose de esta forma defenderlo, como se refirió anteriormente, de la erosión, y reducir las pérdidas de agua por evaporación.

Según lo precedente, cualquier población herbácea que cubra el suelo puede ser útil, lo que ocurre es que a posteriori pueden plantearse problemas de manejo para el agricultor, en particular si no es capaz de frenar la transpiración a final de invierno, lo que podría traducirse en ciertas pérdidas de producción (Pastor, 1989).

Entre las especies de malas hierbas que componen la flora del olivar, las gramíneas (*Lolium rigidum*, *Poa annua*, *Hordeum muricum*, *Bromus sp*, etc.) son las que aportan los mayores beneficios, ya que su sistema radical sujeta eficazmente las partículas de suelo y su parte aérea proporciona una buena cobertura sobre el terreno. Leguminosas autóctonas de porte rastrero (*Vicia sp* y *Medicago sp*, entre otras) también son útiles porque en verde proporcionan una buena cobertura y fijan en el suelo importantes cantidades de nitrógeno (Saavedra *et al.*, 2003; Figura 1.2).



Figura 1.2.- Cubierta vegetal natural de malas hierbas.

Las labores en el olivar se realizaron tradicionalmente para eliminar las malas hierbas, las cuales perjudican el cultivo por dos motivos importantes: compiten por el agua y por los nutrientes, sobre todo en primavera y verano, y dificultan las tareas de recolección en



invierno. Sin embargo, la presencia de malas hierbas en el olivar nos puede reportar grandes beneficios en el suelo y mejorar la productividad a largo plazo. Por ello, la presencia de cubierta vegetal, correctamente manejada, conlleva una serie de ventajas: protege el suelo del impacto directo de la lluvia, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, incrementa la velocidad de infiltración, restringe las pérdidas de agua por evaporación, aumenta el contenido de materia orgánica en las capas superficiales, favorece la biodiversidad, reduce los problemas de lixiviación y lavado de nutrientes, permite mejorar el balance hídrico en los olivares y, como resultado de todo ello, si los olivares con cubiertas son manejados correctamente, se obtendrán buenas producciones, asegurando a largo plazo el rendimiento o incluso mejorándolo (Saavedra *et al.*, 2003).

Cada práctica agronómica ejecutada para el control de la cubierta tiene sus ventajas e inconvenientes, resultando en unas diferencias en el crecimiento del árbol y en la producción (Merwin y Stiles, 1994; Utkhede y Hogue, 1998), en el suministro y captación de nutrientes así como en el manejo de enfermedades y plagas (Utkhede y Hogue, 1998; Sullivan *et al.*, 1998; Merwin *et al.*, 1999). Se ha visto que la presencia de cubiertas vegetales modifica hasta cinco componentes del microhábitat para los artrópodos depredadores (Woolwine y Reagan, 2001):

1. La agrupación de factores como suelo, temperatura, erosión y fertilidad, citados anteriormente.
2. Abundancia y diversidad de presas.
3. Abundancia y diversidad de depredadores y parasitoides.
4. Dilución de las plantas hospedadoras en el ambiente.
5. Reducción de las malas hierbas.

La perturbación de la estructura del suelo producida por las prácticas culturales tiene una influencia considerable sobre la abundancia y diversidad de la fauna epigea (House y Alzugaray, 1989, Cárdenas *et al.*, 2006a, Cárdenas *et al.*, 2006b).

Fauna de artrópodos

En esta introducción no podemos realizar una enumeración de todos los grupos y gremios (polinizadores, descomponedores, etc.) que integran la diversa fauna de artrópodos del olivar por lo que nos centraremos en comentar aquellos de mayor interés para esta tesis doctoral:

- Especies plaga. Hay al menos 18 especies reconocidas como plaga en el olivar, de las que sólo tres destacan por su mayor importancia: *Bactrocera oleae* (Gmelin), la mosca del olivo (Diptera: Tephritidae), *Prays oleae* (Bernard), la polilla del olivo (Lepidoptera: Yponomeutidae) y *Saissetia oleae* (Olivier), la cochinilla del olivo (Homoptera: Coccidae) (Arambourg, 1986; Claridge y Walton, 1992; Planes y Carrero, 1995). Las plagas del olivo han cambiado muy poco desde que empezó a cultivarse y siguen siendo las anteriormente mencionadas las más importantes; la tercera de ellas, la cochinilla, se potenció a partir de



los años 60 del siglo XX, a raíz de los tratamientos generalizados contra la mosca y la polilla (Alvarado *et al.*, 1997).

- Organismos beneficiosos. Este grupo incluye a depredadores y parasitoides. La mayoría del trabajo que se ha hecho sobre los enemigos naturales de las principales plagas de los olivos se ha concentrado en los parasitoides más que en los depredadores (Arambourg, 1984, 1986; Jervis *et al.*, 1992; Katsoyannos, 1992; Murúa y Fidalgo, 2001; Blando y Mineo, 2003; Noguera *et al.*, 2003).

Sin embargo, los depredadores constituyen una fracción constante dentro de la entomocenosis del olivar que está encabezada por los fitófagos (Ruiz y Montiel, 2000, 2001).

De entre los diversos grupos de depredadores existentes en el olivar destacan aquellos que realizan cierto efecto positivo al alimentarse de organismos que inciden de manera negativa sobre el cultivo:

- Araneae. Este grupo constituye el segundo orden de depredadores más abundante en olivares del sur de España y el más diverso entre ellos (Morris, 1997, Morris *et al.*, 1999a).
- Coleoptera. Su abundancia y diversidad varía según las zonas (Belcary y Dagnino, 1995, Morris *et al.*, 1999a), mostrando un patrón de abundancia estacional muy marcado (Ruano *et al.*, 2004). En relación con su papel depredador de plagas en el olivar, cabe destacar que se han encontrado ejemplares depredadores de *S. oleae* pertenecientes a las familias Carabidae y Coccinellidae (Lal y Naji, 1980; Murúa y Fidalgo, 2001). Asimismo se han encontrado ejemplares de varias familias que se alimentan de *P. oleae*: Carabidae, Staphylinidae, Malaquidae, Cantaridae y Cucujidae (Morris *et al.*, 2000).
- Dermaptera. Sobresale la aparición de ejemplares de la familia Forficulidae en olivares y viñedos (Bonavita y Vita, 1994), aunque dicha existencia suele ser ocasional (Morris *et al.*, 1999a).
- Mantodea. La presencia de depredadores pertenecientes a este orden estaría en un nivel de magnitud inferior al de los depredadores más abundantes (Morris, *et al.*, 1999a).
- Diptera. Dentro de este orden se encuentran algunos depredadores ocasionales pertenecientes a la familia Syrphidae (Loni y Raspi, 1998; Morris *et al.*, 1999a; Rojo *et al.*, 1999).
- Heteroptera. Constituyen el tercer grupo depredador en orden de magnitud en olivares del sur de España, junto con los coleópteros (Morris *et al.*, 1999b). Se subraya la presencia de individuos depredadores de *P. oleae* pertenecientes a diferentes familias: Anthocoridae, Miridae, Capsidae y Pentatomidae (Morris *et al.*, 1999c).
- Hymenoptera. El grupo principal es el constituido por las hormigas, familia Formicidae, con al menos 18 especies citadas en olivares del sur de España (Redolfi *et al.*, 1999); formando el grupo taxonómico más abundante entre los depredadores en dichos olivares (Morris, 1997). En este grupo se englobarían algunas especies depredadoras de *B. oleae*



(Katsoyannos, 1992; Murúa y Fidalgo, 2001). En estudios realizados en olivares granadinos se sugirió que el grupo depredador más importante de *P. oleae* serían las hormigas, ya que su pico de depredación coincide con el periodo más vulnerable de esta plaga (Morris *et al.*, 2002).

- Neuroptera. En numerosos estudios se ha determinado a *Chrysoperla carnea* (familia Chrysopidae) como uno de los más importantes depredadores de *Prays oleae* (Alrouechdi *et al.*, 1981; Ramos *et al.*, 1982; Sacchetti, 1990; Pantaleoni *et al.*, 2001) y también se ha citado su ataque sobre *S. oleae* (Murúa y Fidalgo, 2001). Esta especie en varios olivares estudiados llegó a representar más del 95% de las capturas efectuadas (Corrales y Campos, 2004).



3. Las Arañas

Generalidades

Las arañas componen uno de los mayores grupos de animales invertebrados, con casi 40.000 especies descritas distribuidas en más de 100 familias (Platnick, 2007). Han habitado la tierra desde el periodo Devónico, hace unos 400 millones de años (Selden *et al.*, 1991), y son el más profuso y diverso grupo depredador de la tierra en la actualidad.

Representan uno de los 11 grupos taxonómicos vivientes de la clase Arachnida (los restantes grupos son Escorpiones, Palpigradi, Schizomida, Uropygi, Amblyphigi, Ricinulei, Pseudoscorpiones, Solifugae, Opiliones, Acari (grupo taxonómico formado por 7 órdenes). Esta clase es una de las tres líneas evolutivas del subfilo Chelicerata (las otras son la clase Merostomata y la clase Pygngonida) y la única adaptada a la vida en medio terrestre (Ruppert y Barnes, 1996).

El orden de las arañas está dividido en tres subórdenes: Mesothelae, Mygalomorphae y Araneomorphae. Los Mygalomorphae eran conocidos también como Orthognatha por tener los quelíceros alineados en forma paralela, mientras que los Araneomorphae corresponden a la forma Labidognatha, que posee los quelíceros verticalmente opuestos entre sí. Los Mesothelae representan filogenéticamente el grupo más primitivo de arañas porque tienen varios caracteres primigenios entre los que destaca la presencia de segmentación en el opistosoma.

Están distribuidas por todo el mundo, apareciendo en todos los continentes salvo en la Antártida y se encuentran en todos los hábitats terrestres, incluyendo cavernas, tundra cubierta de nieve, zonas montañosas y zonas intermareales, hasta desiertos; siempre en los hábitats donde se puedan encontrar otros artrópodos que son su fuente fundamental de alimento (Preston-Mafham y Preston-Mafham, 1993). Incluso una especie, *Argyroneta aquatica*, ha adoptado una forma de vida acuática (Breinl *et al.*, 2002).

A pesar de la amplia distribución geográfica que exhiben muchas especies, suelen ser muy selectivas a la hora de ocupar un hábitat según sus características biológicas: si construyen o no trampas para cazar (telarañas), ubicación de la misma, forma de la tela, etc. lo que suele llevar a algunas especies a ocupar hábitats restringidos.

Biología

Una de las principales características que tienen es que todas las arañas son carnívoras y, en principio, cazadoras. Otra es la producción de seda. Una misma araña es capaz de producir un elevado número de tipos de seda. Las arañas son capaces de cambiar el grosor, resistencia,



elasticidad y hasta el color de la seda (Nentwig, 1987; Strohmenger y Nentwig, 1987; Hinman *et al.*, 1994; Opell, 1996; Cartan y Myashita, 2000).

La seda fue utilizada inicialmente para tapizar la guarida de la araña. Posteriormente fue evolucionando hasta convertirse en una trampa en la que capturar las presas. En las ocasiones en que la seda no es suficiente para garantizar la captura, la presa puede caer sobre ella y romperla o llegando incluso a huir. Como solución a este problema aplican un líquido viscoso a algunos hilos. Esta seda es producida por unas glándulas especiales situadas en el opistosoma y actúa como una especie de cebo que captura y retiene a la presa.

Un caso especial de telaraña es la producida por las arañas cribeladas. Estos animales disponen de unas hileras añadidas (el cribelo) a modo de placa cubierta de numerosísimos poros sericígenos. Se trata de una seda especial, extraordinariamente fina y no pegajosa (en torno a $0.05\ \mu\text{m}$, por $1\ \mu\text{m}$ de diámetro en las telas de captura de *Araneus*). La seda es cardada por unos peines de pelos dispuestos en las patas posteriores (calamistro). El efecto que se consigue es una masa de hilos enmarañados que actúa a modo de resorte cuando una presa impacta contra ellos (Figura 1.3) y que son extremadamente extensibles y manejables debido a su compleja estructura de proteínas (Blackledge y Hayashi, 2006).



Figura 1.3.- Telarañas de individuos de la familia Dictynidae (araña cribelada) sobre una cubierta vegetal de malas hierbas.



Además, el cardado produce un efecto de carga electrostática que ayuda a retener a la presa, lo que explicaría su extraordinaria capacidad para capturar todo tipo de sustancias: pesticidas, contaminación sólida, etc. (Samu *et al.*, 1992; Hose *et al.*, 2002; Xiao-Li *et al.*, 2006). No obstante, el número de familias cribeladas (y el número medio de especies por familia) es mucho más reducido que en otros grupos de arañas. La razón es que la producción de este tipo de seda es proporcionalmente cara, pues requiere mucho más esfuerzo que la elaboración de otras telas, en relación 4 a 1 (Melic, 2004).

Otra característica fundamental es la capacidad de producir veneno. Prácticamente todas las especies tienen esta capacidad, aunque existen excepciones, y entre ellas está la familia Uloboridae (Opell, 2005), presente en el olivar.

También disponen de mimetismo morfológico que permite a algunas especies ser confundidas con hormigas, a lo cual ayuda la adopción de movimientos y comportamientos similares. Probablemente representa un mecanismo de defensa frente a depredadores así como una posibilidad de acercarse más a sus presas. De esta forma, la coloración críptica permite frecuentemente pasar desapercibida a la araña y constituye también un buen mecanismo de defensa y/o una estrategia de caza. Esto aparece en el caso de las hormigas que son *imitadas* en coloración, tamaño y forma por arañas de las familias Gnaphosidae (géneros *Callilepis* y *Micaria*), Salticidae (géneros *Myrmarachne*, *Leptorchestes*, *Euophrys*), Theridiidae (subfamilia Hadrotarsine) y Zodariidae (género *Zodariion*) entre otras (Heller, 1976; Porter y Eastmond, 1982; Sauer y Wunderlich, 1991; Jackson *et al.*, 1998; Nelson *et al.*, 2005). Un nuevo ejemplo lo constituyen arañas de la familia Thomisidae que se sitúan en el interior de las flores, donde esperan, emboscadas, la llegada de insectos polinizadores. Algunas de ellas han desarrollado incluso un mecanismo que les permite cambiar de color (*género* *Thomisus*), lo que les ayuda a confundirse con la flor, sobre la que se sitúan para cazar (Thery y Casas, 2002). Otras especies presentan también excrescencias y protuberancias en el prosoma y el opistosoma que resultan muy útiles junto a su coloración para confundir a posibles depredadores (*género* *Tmarus*; Figura 1.4).

Su ciclo biológico puede oscilar desde unos meses a varios años, aunque lo más general y a modo de referencia se puede establecer en un año. En la diferente duración influye el hábitat de cada especie, aquellas que viven en zonas montañosas disponen de menos tiempo para completar su ciclo biológico que las que viven en hábitats más favorables, con condiciones climáticas más homogéneas, como pueden ser las especies cavernícolas o domiciliarias que disfrutan de unas condiciones ambientales relativamente estables durante todo el año. A pesar de todo lo anterior, las arañas sobreviven durante todo el año en nuestras latitudes, aunque el invierno suele representar la etapa más dura a consecuencia de las condiciones climáticas extremas y la escasez de alimento. En general, pueden considerarse dos tipos de ciclos entre las arañas. En el primero las arañas alcanzan su madurez sexual en primavera y se reproducen en verano; las ninfas se desarrollan en otoño y pasan el invierno en este estado. En



la primavera siguiente adquieren la madurez y recomienza el ciclo. El otro caso corresponde a las arañas que obtienen la madurez sexual en otoño, pasando el invierno en este estado y completando su ciclo dentro del año natural (primavera-otoño). Las excepciones son frecuentes, incluso en una misma especie. Dependiendo de las circunstancias y hábitat, algunas arañas precisan completar un ciclo de 18 meses, pasando todo un año en estado de juvenil o subadulto. Esto último ejerce un efecto negativo sobre las investigaciones faunísticas ya que resulta evidente que es más probable encontrar ejemplares juveniles o subadultos de una especie cualquiera que adultos con los órganos sexuales perfectamente desarrollados. En la inmensa mayoría de los casos, la identificación a nivel de especie sólo es posible hacerla a partir de especímenes adultos.



Figura 1.4.- Estado juvenil de *Tmarus piger* con su coloración y estructura cuticular característica.

Ecología

Como uno de los grupos depredadores invertebrados más abundantes en los ecosistemas terrestres (Turnbull, 1973, Wise, 1993), las arañas pertenecen a un gran grupo taxonómico con una amplia variedad de adaptaciones que oscilan entre las especies generalistas a otras más adaptadas a unas circunstancias ecológicas particulares.

Excepciones al patrón general de amplia distribución la constituirían especies que abandonaron el papel de carnívoros terrestres, para vivir en zonas intermareales, como es el caso de *Desis marinus* (familia Desidae) (McQueen y McClay, 1983; McClay y Hayward, 1987);



o en el caso de *Argyroneta aquatica* (familia Argyronetidae), que completa su ciclo de vida sumergida en hábitats dulceacuícolas (Bristowe, 1971).

Son depredadores ubicuos en los ecosistemas terrestres, generalistas que atacan sobre todo a insectos, pero también se alimentan de otros artrópodos, incluyendo otras arañas (Nentwig, 1987; Riechert y Harp, 1987; Nyffeler, 1999), siendo carnívoros más estrictos que otros taxones depredadores invertebrados como los miriápodos y los escarabajos carábidos (Wise, 1993).

Muy pocas especies de arañas capturan como presa organismos no artrópodos (incluyendo gusanos, gasterópodos, y pequeños vertebrados) que constituyen un suplemento a su dieta de artrópodos (Foelix, 1996; Nyffeler y Symondson, 2001; Nyffeler *et al.*, 2001). La araña pescadora *Dolomedes* se desliza sobre el agua y bucea para capturar pequeños peces. Unas pocas arañas hurgan en insectos muertos cuando están buscando sus presas vivas, y los juveniles de algunas especies se nutren de los granos de polen ingeridos con una telaraña vieja (Smith y Mommsen, 1984).

Además, algunas especies han evolucionado hasta convertirse en especialistas, en algunos casos hasta el extremo, como el caso de las araneidos de la subfamilia Masthophorine, que han desarrollado un tipo de trampa especial consistente en una telaraña impregnada de sustancias químicas que atraen los machos de determinadas especies de polillas (Stowe, 1986).

Una de las características más importantes de las arañas como conjunto depredador en un ecosistema dado es la cantidad de adaptaciones que presentan según la zona particular en la que vivan, pudiéndose diferenciar las especies según la franja que se observe, tanto en el plano horizontal como vertical. A consecuencia de ello se pueden realizar clasificaciones en la fauna aracnológica de un ecosistema dado atendiendo a la distribución de las especies y a la explotación de los recursos (presas) que realizan.

Estratificación

Se puede suponer que si encontramos arañas en casi todos los hábitats terrestres concebibles, también podemos aplicar el término a su distribución en altura (Wagner *et al.*, 2003, Pekár, 2005). Se pueden encontrar arañas adaptadas a vivir sobre el suelo desnudo o debajo de la hojarasca y restos vegetales, así como especies que viven *enterradas* en sus madrigueras a la espera de presas. En nuestras latitudes abundan aquellas especies que vagan sobre el suelo en busca de presas así como las que construyen su refugio con elementos de sustrato o excavando sobre él. Sobre el estrato vegetal se pueden encontrar especies diferentes según el porte de la vegetación: hierbas, pequeños arbustos, árboles. En estos casos predominan aquellas formas que construyen su tela aprovechando la disposición de la vegetación y buscando un tipo de presa particular (Figura 1.5). También se pueden encontrar aquí especies de arañas errantes así como aquellas que se emboscan. Incluso se pueden localizar ejemplares



en el aire. Son individuos en dispersión que utilizan su tela a modo de globo aerostático (*balloning*) para desplazarse de forma errática (dejándose llevar por el viento) y que pueden alcanzar de esta manera elevadas alturas y salvar grandes distancias (Bell *et al.*, 2005), aunque en la mayor parte de las ocasiones estos vuelos suelen acabar de manera trágica para el sujeto.

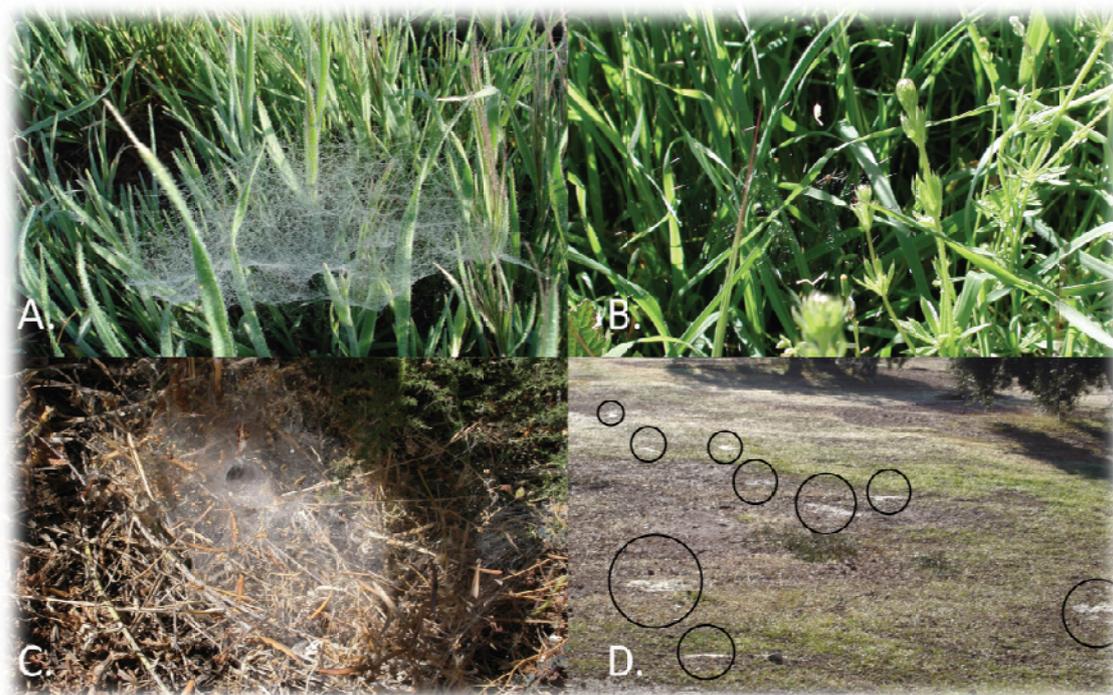


Figura 1.5.- Varios tipos de telarañas de diversas especies recogidas sobre la vegetación de los olivares. (A) Tela laminar de Linyphiidae. (B) Detalle de Linyphiidae comenzando a fabricar su tela en su disposición característica. (C) Tela con túnel característico de Agelenidae. (D) Multitud de telas rastreras (señaladas con círculos) durante las primeras horas de la mañana.

Grupos funcionales/Gremios (guilds)

Se constituyen como un conjunto de organismos, de diferentes especies, que usan de la misma manera un recurso común. El uso actual del término fue formalmente realizado en el estudio de los patrones de explotación de un nicho ecológico por aves como “un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de la misma forma” (Root, 1967). El concepto fue posteriormente extendido a la fauna de artrópodos (Root, 1973). Aquellas especies que constituyen un gremio presentan muy probablemente mejores habilidades competidoras que otras especies y la estructura en gremios constituiría una de las bases de la organización de una comunidad (Uetz *et al.*, 1999). Tradicionalmente la clasificación más utilizada a la hora de considerar los diferentes gremios de arañas en un ecosistema era la basada en la diferenciación entre las especies que utilizan la telaraña como método de captura de sus presas frente a las que no utilizan la seda para construir esa trampa. Actualmente la



clasificación va mucho más allá distinguiéndose más grupos atendiendo a sus estrategias particulares de caza (Figura 1.6).

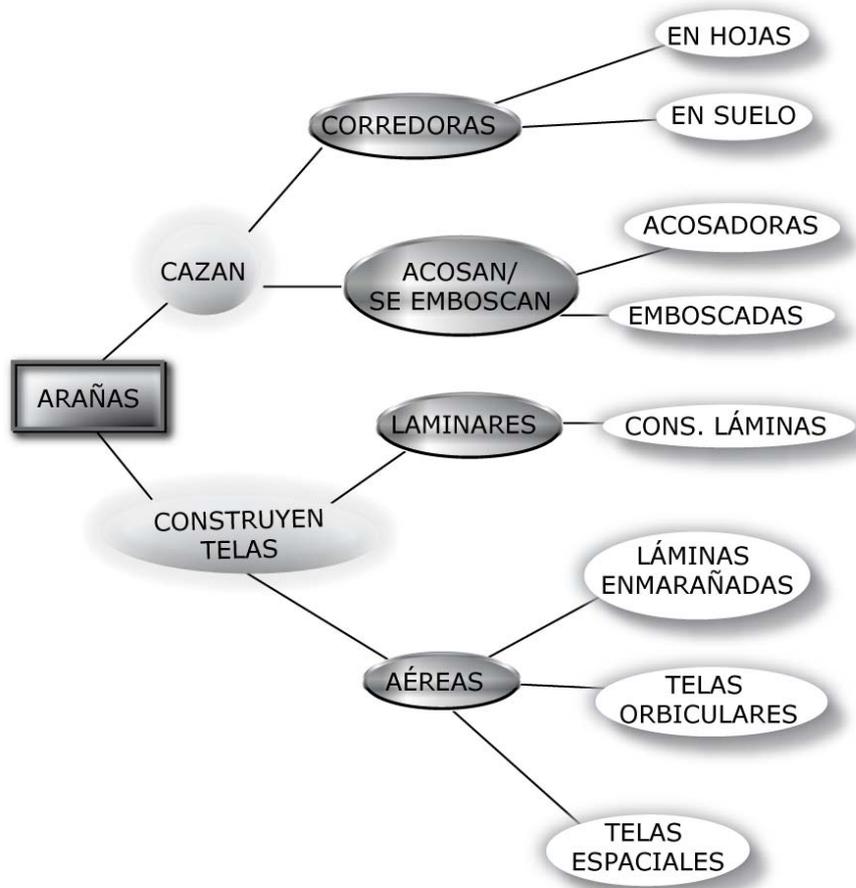


Figura 1.6.- Diagrama que muestra la estructura en gremios para agroecosistemas propuesta por Uetz *et al.*, 1999.

Este diagrama se deriva de un análisis de cluster. En un principio las familias de arañas se diferencian entre las que usan la telaraña (web-maker; web-building) y las familias cazadoras (hunting spiders). Posteriormente estos grupos son divididos a su vez en diferentes subgrupos de acuerdo a las semejanzas en las estrategias depredadoras. Entre las arañas cazadoras, se diferencian dos o cuatro gremios, distinguiéndose entre:

- Familias acosadoras/emboscadas. Las que se emboscan (ambush spiders) aprovechan por una parte su velocidad en las distancias cortas para esconderse y sorprender a su presa aprovechando que está descuidada. Se suelen colocar en aquellas zonas de las



plantas que pueden atraer a otros artrópodos: sobre hojas, como algunos ejemplares de *Xysticus* (sobre todo en su fase juvenil); sobre flores, el ejemplo más clásico lo constituyen arañas como *Thomisus onustus*; y sobre tallos, en este último caso aprovechan su coloración y particular morfología para colocarse de modo críptico sobre ramas y tallos y depredar aquellos artrópodos que no perciben su presencia. Sería el caso de arañas como por ejemplo, el género *Tmarus*. En el grupo de las acosadoras (stalkers spiders) estarían por ejemplo *Oxyopes heterophthalmus* que persiguen a sus presas aprovechando su gran capacidad locomotora y otras como algunos salticidos que aúnan rapidez de movimientos con elevada agudeza visual para localizar presas.

- Familias corredoras/errantes (cursorial spiders), bien sobre hojas o sobre el sustrato. Entre ellas se hayan muchas especies de las familias Lycosidae, Gnaphosidae, por citar algunos casos. Estas arañas a la hora de capturar a sus presas se basan en la velocidad que son capaces de desarrollar. Por ello disponen de adaptaciones en sus apéndices marchadores que les ayudan a dicho fin. Otras arañas lo que aprovechan es su velocidad de desplazamiento en distancias cortas para sorprender a sus presas sobre las hojas, por ejemplo. Es lo que ocurre con especies de la familia Philodromidae, adaptadas a una locomoción rápida gracias a que disponen de unas patas largas y finas.

Entre las constructoras de telas se pueden diferenciar cuatro grupos equivalentes correspondientes a gremios/grupos funcionales previamente citados en la literatura (Riechert y Lockley, 1984; Young y Edwards, 1990). En este caso se realizan las divisiones atendiendo a la forma de la tela que condiciona dos cosas, por una parte el lugar de colocación y, derivado de ello, el tipo de presa que se va a capturar, según construyan telas:

- Laminares. Las arañas de la familia Agelenidae colocan sus telarañas a poca distancia del suelo por lo que suelen capturar aquellos artrópodos que vagan por el terreno en busca de alimento (Figura 1.5-C).
- Láminas enmarañadas. Otras especies, como arañas de las familias Dictynidae, Linyphiidae, por ejemplo colocan sus telas sobre la vegetación de pequeño porte (entre 25-75 cm de altura) y en disposición horizontal por lo que las potenciales presas serían artrópodos saltadores que capturan en el momento que despegan del suelo o cuando vuelven a él (Figura 1.3).
- Orbiculares. El ejemplo más representativo lo constituirían los araneidos que colocan su tela orbicular en disposición vertical y capturan de esta forma insectos voladores que no perciben su tela dispuesta entre las ramas de la vegetación. Muchas de las formas juveniles de estas especies aprovechan a la hora de la dispersión la vegetación de mayor porte para utilizarla a modo de *pista de despegue* para realizar su *balloning*.



- Tres dimensiones con hilos aparentemente desorganizados. Habría incluso ejemplos en hábitats humanizados, por ejemplo arañas de la familia Pholcidae que colocan sus telas en los ángulos de bodegas, sótanos, donde capturan pequeños artrópodos voladores o no.

La composición de estos gremios/grupos funcionales será diferente en cada cultivo de acuerdo a las singularidades propias que exhibe. Basándose en las semejanzas entre los gremios de arañas, Uetz y col. (1999) distinguieron dos grupos de cultivos de acuerdo a la estructura de la comunidad de arañas que presentaban: cultivos dominados por arañas corredoras y constructoras de telas en láminas enmarañadas/superpuestas (cacahuete, alfalfa, soja y arroz); y cultivos con una gran representación de constructoras de telas orbiculares y acosadoras (maíz, algodón, azúcar, sorgo).

También se puede realizar una división entre los distintos taxones atendiendo a su actividad a lo largo del día. Hay especies que presentan actividad durante las horas de sol, mientras que otras son activas durante la noche.

Papel en el control biológico

Las arañas, como depredadores que son, repercuten de una manera importante en la densidad de poblaciones de artrópodos y se ha determinado que pueden limitar el desarrollo de plagas de insectos en el ambiente agrícola, pudiendo llegar a ser agentes de control biológico eficaces (Symondson *et al.*, 2002). Las arañas son uno de los grupos depredadores de mayor importancia en muchos sistemas naturales (van Hook, 1971) y en muchos agroecosistemas (Hanna *et al.*, 2003; Nyffeler y Sutherland, 2003) y en el caso que nos ocupa, en el olivar donde constituyen uno de los grupos más abundantes y diversos (Morris *et al.*, 1999, Pantaleoni *et al.*, 2001). El conjunto de especies de arañas reducen las poblaciones de muchos insectos plaga (Marc *et al.*, 1999 y Nyffeler y Sutherland, 2003), incluyendo homópteros (Oraze y Grigarick, 1989), áfidos (Chiverton, 1986), dípteros (Urbaneja *et al.*, 2006) lepidópteros (Nakasuji *et al.*, 1973; Mansour, 1987), y hemípteros (Mansour y Whitcomb, 1986). Las asociaciones de especies de arañas reducen también el daño que provocan las plagas en cultivos como el arroz (Itô *et al.*, 1962), soja (Carter y Rypstra, 1995) e incluso en jardines ornamentales (Riechert y Bishop, 1990).

La estructura de la comunidad de arañas es de particular importancia en la limitación del daño que puedan causar las diferentes especies de insectos plaga sobre un agroecosistema particular. Estos depredadores establecen un punto de control en el que se mantiene una proporción de insectos plaga en equilibrio, por debajo del nivel económico de daños.

La limitación de las poblaciones de insectos plaga pueden hacerla de diversas formas:



- Directa. Existen casos en los que un depredador generalista como las arañas pueden ejercer un control sobre alguna especie plaga debido a que responden de manera más rápida al aumento de la población de estas plagas y capturan aquellas presas que son más fáciles de capturar, bien por la poca dificultad que supone o porque son muy abundantes. En otros casos, existen taxones especializados en la captura de una especie plaga, las prefieren sobre otras y poseen adaptaciones que les permiten una mayor capacidad de éxito que con otras especies.
- Un cierto efecto sinérgico que podrían ejercer un conjunto de especies sobre una misma especie plaga. Así, una determinada plaga podría ser consumida durante las diferentes fases de su desarrollo por diversas especies de arañas, situadas en diferentes niveles (suelo, arbustos, etc.) y con diferentes estrategias de caza (cazadoras activas, constructoras de telas, etc.) que conjuntamente colaborarían en el mantenimiento de unos niveles poblacionales de esa plaga lo suficientemente bajos para evitar causar daños de importancia económica en los cultivos.

Bioindicadores

Las arañas constituyen un grupo zoológico ideal para el estudio de la biodiversidad en general y la evaluación de los hábitats naturales en particular.

La relativa sencillez en su identificación, fácil recolección y distribuciones bien conocidas hacen de estos animales objetos de estudio por excelencia como marcadores ya que proporcionan tanta información sobre el valor de cualquier hábitat particular como las plantas superiores o los vertebrados (Mittermeier *et al.*, 1999).

Además, el tamaño de las arañas es dependiente de la calidad del hábitat (Jocqué, 1981; Vollrath, 1988) y el registro de este parámetro puede ser considerado como un sistema de alerta temprana que revela cambios en la calidad del entorno. Asimismo ya se ha citado la particular característica de las telas que las hace un excelente colector de diversos materiales permitiendo una capacidad indicadora muy aproximada de la calidad del medio ambiente (Marc *et al.*, 1999).

El papel de las arañas como bioindicadores en cultivos les permite funcionar como indicadores en diversos aspectos en ecosistemas agrícolas: hábitat (tipo, manejo), paisaje (heterogeneidad de hábitats, variabilidad, diversidad, proporción de áreas naturales y seminaturales) (Jeanneret, *et al.*, 2003a; Jeanneret *et al.*, 2003b; Cárdenas *et al.*, 2006a), uso de pesticidas (Volkmar y Freier, 2003; Teodorescu y Cogălniceanu, 2006).



4. Bibliografía

- Agencia para el Aceite de Oliva. 2007. Informe de la A.A.O. sobre el sector del aceite de oliva y la aceituna de mesa (campana 2006/2007). Consejo Asesor de la Agencia para el Aceite de Oliva. Grupo de Análisis de Mercado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Alarcón, R., Saavedra, M. 2003. Producción Integrada en Olivar. Asociación Técnica de Producción Integrada de Olivar (ATPIOlivar).
- Alrouechdi, K., Pralavorio, R., Canard, M., Arambourg, Y. 1981. Coincidence et relations prédatrices entre *Chrysopa carnea* (Stephens) (Neur., Chrysopidae) et quelques ravageurs de l'olivier dans le sud-est de la France. Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 94, 411-417.
- Altieri, M. A. 1995. Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. Revista CLADES. Chile.
- Altieri, M. A., Rosset, P. 1996. Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. International Journal of Environmental Studies. 50 (3), 165-185.
- Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J.M. 1997. Plagas. En: En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández-Escobar, D., Rallo, L. (Eds.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 399-459.
- Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía (datos avance año 2005). Disponible en línea en la siguiente dirección:
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/publico
- Arambourg, Y. 1984. La fauna entomológica del olivo. Olivae. 1, 39- 44.
- Arambourg, Y. 1986. Traite Entomologie Oleicote. Conseil Oleicote International, Madrid.
- Asociación Española Laboreo de Conservación / Suelos Vivos. 1999. Cubiertas vegetales en arboricultura frutal. Ficha Técnica nº 5. Disponible en: www.aeac-sv.org/pdfs/ficha5.pdf
- Avances Superficies y producciones agrícolas. 2007. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en:
http://www.mapa.es/estadistica/pags/superficie/pdf/Avances_Cultivos_2007-01.pdf
- Bartolini, G., Petruccelli, R., Tindall, H.D. 2002. Classification, origin, diffusion and history of the olive. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italy. 74 pp.
- Bell, J.R., Bohan, D.A., Shaw, E.M., Weyman, G.S. 2005. Balloning dispersal using silk: World fauna, phylogenies, genetics and models. Bulletin of Entomological Research. 95 (2), 69-114.
- Biliotti, E., Darpoux, H., Mayer, R. 1973. Phytosanitary research and environmental control. Bull. Tech. Inform. Min. Agric. 284, 803-808.
- Blackledge, T.A., Hayashi, C.Y. 2006. Unraveling the mechanical properties of composite silk threads spun by cribellate orb-weaving spiders. Journal of Experimental Biology. 209, 3131-3140.



- Blando, S., Mineo, G. 2003. On the phenology of postembrional stages of *Steronychus fraxini* (De Geer, 1775) (Coleoptera: Curculionidae) and on its parasitoids in Sicily. *Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. 35 (3), 257-277.
- Blevins, R.L. 1986. Idoneidad del suelo para el laboreo nulo. En: Phillips y Phillips. *Agricultura sin laboreo*. Editorial Bellaterra. Barcelona. pp 44-68.
- Bonavita, P., Vita, G. 1994. Rilievi sulla presenza di Forficulidae (Dermaptera) sulla vite e sull'olivo. *Atti del Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. 17, 499-503.
- Breinl, K., Brockhaus, T., Fischer, U., Tolke, D., Bellstedt, R. 2002. Vorkommen und Status der Wasserspinne, *Argyroneta aquatica* (Clerck, 1757), in Thueringen und Sachsen (Arachnida: Araneae: Cybaeidae). *Faunistische Abhandlungen Dresden*. 22 (2), 189-206.
- Bristowe, W.S. 1971. *The World of Spiders*. Collins, London.
- Bünemann, E.K., Schwenke, G.D., Van Zwieten, L. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms- A review. *Australian Journal of Soil Research*. 44 (4), 379-406.
- Burel, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 15 (2), 169-190.
- Cárdenas, M., Castro, J., Campos, M. 2006a. Respuesta a corto plazo de las arañas del suelo a la eliminación de la cubierta vegetal en un olivar ecológico. *I Jornadas del Grupo de Olivicultura de la SECH*. Córdoba.
- Cárdenas, M., Cotes, B., Fernández, M.L., Castro, J., Campos, M. 2006b. Impact of cover-crop removal on soil arthropods in ecological olive orchards. 2nd International Seminar Olivebioteq, Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean basin. Marsala-Mazara del Vallo, Italia.
- Cardoso, P., Silva, I., De Oliveira, N.G., Serrano, A.R.M. 2004. Indicator taxa of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biological Conservation*. 120 (4), 517-524.
- Cartan, C.K., Myashita, T. 2000. Extraordinary web and silk properties of *Cyrtarachne* (Araneae, Araneidae): a possible link between orb-webs and bolas. *Biological Journal of the Linnean Society*. 71 (2), 219-235.
- Carter, P.E., Rypstra, A.L. 1995. Top-down effects in soybean agroecosystems: spider density affects herbivore damage. *Oikos*. 72, 433-439.
- Carvalho, F.P. 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science and Policy*. 9 (7-8), 685-692.
- Chiverton, P.A. 1986. Predator density manipulation and its effects on populations of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphidae) in spring barley. *Annals of Applied Biology*. 109, 49-60.
- Claridge, M.F., Walton, M.P. 1992. *The European olive and its pests management strategies*. BCPC Monograph. 52, 3-12.
- COAG. 2006. *De la producción agraria convencional a la ecológica*. Comisión Europea. Programa de medidas de información de la PAC 2006. 68pp.



- Comisión sobre Medio Ambiente y Desarrollo (*Comisión Brundtland*). 1987. *Our common future*. Oxford, Reino Unido/Nueva York, Estados Unidos. Oxford University Press.
- Consejo Oleícola Internacional. 2000. Catálogo mundial de variedades de olivo. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 360pp.
- Consejo Oleícola Internacional. 2006a. European olive oil figures: Production, Imports, Exports and Consumption. Available at:
<http://www.internationaloliveoil.org/economics2.asp>
- Consejo Oleícola Internacional. 2006b. World olive oil figures: Production, Imports, Exports, Consumption. Available at: <http://www.internationaloliveoil.org/economics2.asp>
- Corrales, N., Campos, M. 2004. Populations, longevity, mortality and fecundity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) from olive orchards with different agricultural management systems. *Chemosphere*. 57, 1613-1619.
- Coscollá, R. 1993. Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales. Editorial Mundi-Prensa.
- Cumming, G.S., Spiesman, B.J. 2006. Regional problems need integrated solutions: Pest management and conservation biology in agroecosystems. *Biological Conservation*. 131, 533-543.
- Del Campo, J. A. 2005. Aceite de oliva: la lucha por el mercado. Cuadernos la tierra del agricultor y ganadero. 5, 30-34.
- Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*. 52, 81-106.
- Domínguez, A. 1997. Tratado de fertilización. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- FAO / IFOAM. 1998. Meeting on Organic Agriculture Report. FAO. Rome, 19-20 Marzo. Disponible en: <http://www.fao.org/organicag/ifoammtg.doc>
- FAO. 2000. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Fernández Díaz, M.J. 1985. Biotecnología de la Aceituna de Mesa. Instituto de la Grasa y su Derivados. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid-Sevilla.
- Ferrara, E., Lorusso, G., Lampanelli, F. 1991. A study of floral biology and the technological features of seven olive cultivars of different origins. *Acta Horticulturae*. 474, 279-283.
- Foelix, R.F. 1996. *Biology of Spiders*. Oxford University Press. New York. 330pp.
- Francis, C., Jones, A., Crookston, K., Wittler, K., Goodman, S. 1986. Strip cropping corn and grain legumes: a review. *American Journal of Alternative Agriculture*. 1, 159-164.
- Fuchs, A., Kouimintzis, D., Neumann, G., Kirch, W. 2007. Health risks related to crop farming in Europe. *Journal of Public Health*. 15 (4), 279-288.
- Galán, C., García-Mozo, H. Vázquez, L., Ruiz, L., Díaz de la Guardia, C., Trigo, M.M. 2005. Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology*. 49, 184-188.
- Guerrero, A. 1997. Nueva olivicultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 304pp.



- Guzmán, G.I., Alonso, A.M. 2001. Manejo de malezas (flora espontánea) en agricultura ecológica. Hoja Divulgativa 4.6/01. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
- Hanna, R., Zalom, F.G., Roltsch, W.J. 2003. Relative impact of spider predation cover crop on population dynamics of *Erythroneura variabilis* in a raisin grape vineyard. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 107, 177-191.
- Heller, G. 1976. Zum Beutefangverhalten der ameisenfressenden Spinne *Callilepis nocturna* (Arachnida: Araneae: Drassodidae). *Entomologica Germanica*. 3, 100-103.
- Hinman, M.B., Stauffer, S.L., Lewis, R.V. 1994. Mechanical and chemical properties of certain spider silks. ACS American Chemical Society Symposium Series. 544, 222-233.
- Holland, J.M., Luff, M.L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*. 5 (2), 109-129.
- Holmes, S.B. 1998. Reproduction and nest behavior of Tennessee warblers *Vermivora peregrina* in forests treated with Lepidoptera-specific insecticides. *Journal of Applied Ecology*. 35 (2), 185-194.
- Hose, G.C., James, J.M., Gray, M.R. 2002. Spider webs as environmental indicators. *Environmental Pollution*. 120 (3), 725-733.
- House, G.J., Alzugaray, M. 1989. Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem. *Environmental Entomology*. 18 (2), 302-307.
- IFAPA. 2006. Manual de buenas prácticas agrarias en los diferentes sistemas productivos del olivar andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 60 pp.
- IFOAM. 1989. Normativa básica de IFOAM para la Agricultura Ecológica. En: Seminario de Formación de Asesores en Agricultura Ecológica. Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla. pp 207- 234.
- Itô, Y., Miyashita, K., Sekiguchi, K. 1962. Studies on the predators of the rice crop insect pests using the insecticidal check method. *Japanese Journal of Ecology*. 12, 1-11.
- Jackson, R.R., Li, D., Barrion, A.T., Edwards, G.B. 1998. Prey-capture techniques and prey preferences of nine species of ant-eating jumping spiders (Araneae: Salticidae) from the Philippines. *New Zealand Journal of Zoology*. 25, 249-272.
- Jeanneret, P., Schüpbach, B., Luka, H. 2003a. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98 (1-3), 311-320.
- Jeanneret, P., Schüpbach, B., Pfiffner, L., Walter, T. 2003b. Arthropod reaction to landscape and habitat features in agricultural landscape. *Landscape ecology*. 18 (3), 253-263.
- Jervis, M.A., Kidd, N.A.C., McEwen, P., Campos, M., Lozano, C. 1992. Biological control strategies in olive pest management. BCPC Monograph. 52, 31-39
- Jocqué, R. 1981. On reduced size of spiders in marginal habitats. *Oecologia*. 49, 404-408.



- Kaltsas, A.M., Mamolos, A.P., Tsatsarelis, C.A., Nanos, G.D., Kalburtji, K.L. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 122 (2), 243-251.
- Katsoyannos, P. 1992. Olive Pests and Their Control in the Near East. *FAO Plant Production and Protection Paper*. 115. Roma.
- Kiritsakis, A.K. 1990. Olive oil. *American Oil Chemists Society*. Illinois. 192 pp.
- Labrador, J., Guibertau, A. 1990. La agricultura ecológica. Hojas divulgadoras. 11/90HD. MAPA. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias.
- Lal, O.P., Naji, A.H. 1980. Observations on the predators of the black olive scale, *Saissetia oleae* Oliv. (Homoptera: Coccidae) in the Socialist Peoples Libyan Arab Jamahiriya. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 87, 27-31.
- Lal, R. 2007. Anthropogenic Influences on World Soils and Implications to Global Food Security. *Advances in Agronomy*. 93, 69-93.
- Lampkin, N.H. 1998. *Agricultura Ecológica*. Mundi-Prensa Ediciones. Madrid. 724 pp.
- Lawes, M.J., Kotze, D.J., Bourquin, S.L., Morris, C. 2005. Epigeic invertebrates as potential ecological indicators of afro-montane forest condition in South Africa. *Biotropica*. 37 (1), 109-118.
- Lee, M.H., Lee, H.J., Ryu, P.D. 2001. Public Health Risks: Chemical and Antibiotic Residues. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 14 (3), 402-413.
- Longcore, T. 2003. Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, USA). *Restoration Ecology*. 11 (4), 397-409.
- Loni, A., Raspi, A. 1998. Some interesting Diptera living in olive groves of the Monte-Pisano. 21, 93-102.
- López, G. 2001. Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 2 Vol. 1727 pp.
- Loukas, M., Krimbas, C.B. 1983. History of olive cultivars based on their genetic distances. *Journal of Horticultural Science*. 58, 121-127.
- Loumou, A., Giourga, C. 2003. Olive groves: The life and identity of the Mediterranean. *Agriculture and Human Values*. 20, 87-95.
- Loussert, R., Brousse, G. 1978. *L'olivier. Systematique et classification botanique*. G.P. Maisonneuve et Larose. París.
- Mansour, F. 1987. Spiders in sprayed and unsprayed cotton fields in Israel, their interactions with cotton pests and their importance as predator of the Egyptian cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis*. *Phytoparasitica*. 15, 31-41.
- Mansour, F., Whitcomb, W.H. 1986. The spiders of citrus grove in Israel and their role as biocontrol agents of *Ceroplastes floridensis* (Homoptera: Coccidae). *Entomophaga*. 31, 269-276.
- Marc, P., Canard, A., Ysnel, F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 74, 229-273.



- March, L., Ríos, A. 1989. El libro del aceite y la aceituna. Alianza Editorial.
- Marquini, F., Guedes, R.N.C., Picanco, M.C., Regazzi, A.J. 2002. Response of arthropods associated with the canopy of common beans subjected to imidacloprid spraying. *Journal of Applied Entomology*. 126 (10), 550-556.
- McClay, C.L., Hayward, T.L. 1987. Reproductive biology of the intertidal spider *Desis marina* (Araneae: Desidae) on a New Zealand rocky shore. *Journal of Zoology (London)*. 211, 357-372.
- McQueen, D.J., McClay, C.L. 1983. How does the intertidal spider *Desis marina* (Hector) remain under water for such a long time? *New Zealand Journal of Zoology*. 10, 383-392.
- Melic, A. 2004. Las arañas del alto Aragón. Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo. 134 pp.
- Merwin, I.A., Ray, J.A., Curtis, P.D. 1999. Orchard groundcover management systems affect meadow vole populations and damage to apple trees. *Horticultural Science*. 34 (2), 271-274.
- Merwin, I.A., Stiles, W.C. 1994. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 119 (2), 209-215.
- Mili, S., Rodríguez, M. 2001. Tendenze del commercio internazionale dell'olio di oliva: un'analisi prospettica. Seminario di studio "L'olivicoltura spagnola e italiana in Europa", Rende (Italia). Disponible en: www.sociologia.unical.it/convegno99/rogrolivi.htm
- Mittermeier, R.A., Meyers, N., Robles, P., Mittermeier, C.G. 1999. Hotspots. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecorregions. CEMEX. Mexico. 432pp.
- Morris, T., Symondson, W.O.C., Kidd, N.A.C., Campos, M. 2000. Coleópteros depredadores y su incidencia sobre *Prays oleae* (Lepidóptera, Plutellidae) en el olivar. *Phytoma España*. 118, 43-52.
- Morris, T.I. 1997. Interrelaciones entre olivos, plagas y depredadores. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Morris, T.I., Campos, M., Kidd, N.A.C., Jervis, M.A., Symondson, W.O.C. 1999a. Dynamics of the predatory arthropod community in Spanish olive groves. *Agricultural and Forest Entomology*. 1, 219-228.
- Morris, T.I., Campos, M., Kidd, N.A.C., Symondson, W.O.C. 1999b. What is consuming *Prays oleae* (Bernard) (Lep.: Yponomeutidae) and when: a serological solution? *Crop Protection*. 18, 17-22.
- Morris, T.I., Symondson, W.O.C., Kidd, N., Campos, M. 1999c. Heterópteros depredadores presentes en el olivar y su incidencia sobre *Prays oleae* (Lepidóptera, Plutellidae). *Fruticultura*. 107, 32-41.
- Morris, T.I., Symondson, W.O.C., Kidd, N.A.C., Campos, M. 2002. The effect of different ant species on the olive moth, *Prays oleae* (Bern.), in Spanish olive orchard. *Journal of Applied Entomology*. 126, 224-230.



- Moussa, M.Y., Gerasopoulos, D. 1996. Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of "Mastoides" olives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 71, 345-350.
- Murúa, M.G., Fidalgo, P. 2001. Listado preliminar de los enemigos naturales de *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccidae) en olivares de la provincia de la Rioja, Argentina. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*. 27 (4), 447-454.
- Nakasuji, F., Yamanaka, H., Kiritani, K. 1973. The disturbing effect of micryphantid spiders on the larval aggregation of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Kontyu*. 41, 220-227.
- Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C., Hagler, J.R. 2004. Conservation of natural enemies in cotton: role of insect growth regulators in management of *Bermisia tabaci*. *Biological Control*. 30, 52-72.
- Navarro, C., Parra, M.A. 1997. Plantación. En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández-Escobar, D., Rallo, L. (Eds.). Editorial Mundi- Prensa. Madrid. 155-187.
- Nelson, X.J., Jackson, R.R., Edwards, G.B., Barrion, A.T. 2005. Living with the enemy: Jumping spiders that mimic weaver ants. *Journal of Arachnology*. 33, 813-819.
- Nentwig, W. 1987. *Ecophysiology of spiders*. Springer. Berlín. 448 pp.
- Noguera, V., Verdú, M.J., Gómez-Cadenas, A., Jacas, J.A. 2003. Ciclo biológico, dinámica poblacional y enemigos naturales de *Saissetia oleae* Olivier (Homoptera: Coccidae), en olivares del Alto Palencia (Castellón). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 29 (4), 495-504.
- Nyffeler, M. 1999. Prey selection of spiders in the field. *Journal of Arachnology*. 27, 317-324.
- Nyffeler, M., Moor, H., Foelix, R.F. 2001. Spiders feeding on earthworms. *Journal of Arachnology*. 29, 119-124.
- Nyffeler, M., Symondson, W.O.C. 2001. Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology*. 26, 617-628.
- Nyffeler, M., Sunderland, K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 95, 576-612.
- Opell, B.D. 1996. Functional Similarities of Spider Webs with Diverse Architectures. *The American Naturalist*. 48 (4), 630-648.
- Opell, B.D. 2005. Uloboridae. In: Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P.E., Roth, V. (eds.). *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society. pp. 250-253.
- Orazé, M.J., Grigarick, A., 1989. Biological control of aster leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and midges (Diptera: Chironomidae) by *Pardosa ramulosa* (Araneae: Lycosidae) in California rice fields. *Journal of Economic Entomology*. 62, 745-749.
- Pajarón, M. 2006. El cultivo del olivar en producción ecológica. Asociación para el Desarrollo Sostenible del Poniente Granadino.



- Pannelli, G., Servili, M., Selvaggini, R., Baldioli, M. 1994. Effect of agronomic and seasonal factors on olive (*Olea europaea* L.) production and on the qualitative characteristics of the oil. *Acta Horticulturae*. 356, 239-243.
- Pantaleoni, R.A., Lentini, A., Delrio, G. 2001. Lacewings in Sardinian olive groves. In: McEwen, P.K., New, T.R., Whittington, A.E. (eds.) *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge. 435-446.
- Paoletti, M.G., Dunxiao, H., Marc, P., Ningxing, H., Wenliang, W., Chunru, H., Jiahai, H., Liewan, C. 1999. Arthropods as bioindicators in agroecosystems of Jiang Han Plain, Qianjiang City, Hubei China. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 18 (3), 457-465.
- Parra, C., Calatrava, J., de Haro, T. 2006. La Difusión de la Agricultura Ecológica como innovación en el Olivar Andaluz. *Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía*. 323 pp.
- Pastor, M. 1989. Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. 4º EWRS Mediterranean Symposium. Valencia. Tomo I.
- Pastor, M., Castro, J., Vega, V., Humanes, M.D. 1997. Sistemas de manejo del suelo. En: *El cultivo del olivo*. Barranco, D., Fernández- Escobar, D., Rallo, L. (Eds.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid. pp 189- 228.
- Pastor, M., Alvarado, M., Caballero, J.I., Civantos, M. 2000. La producción integrada en olivar en la Comunidad de Andalucía. *Vida Rural*. 105, 40-42.
- Pekár, S. 2005. Horizontal and vertical distribution of spiders (Araneae) in sunflowers. *Journal of Arachnology*. 33 (2), 197-204.
- Pezzarossa, B., Barbafieri, M., Benetti, A., Petruzzelli, G., Mazzoncini, M., Bonari, E., Pagliai, M. 1995. Effects of conventional and alternative management systems on soil phosphorus content, soil structure, and corn yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 26 (17-18), 1869-2885.
- Planes, S., Carrero, J.M. 1995. *Plagas del Campo*. 12ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp 173-188.
- Platnick, N.I. 2007. The world spider catalog, version 7.5. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Porter, S.D., Eastmond, S.D. 1982. *Euryopsis coki* (Theridiidae), a Spider That Preys on *Pogonomyrmex* ants. *Journal of Arachnology*. 10, 275-277.
- Preston-Mafham, R., Preston-Mafham, K. 1993. *Spiders of the world*. Blandford. London. 191 pp.
- Proyecto Promoción de la Agricultura Ecológica: su producción y consumo. 2006. Red Carrefour de Información y Animación Rural de la Comisión Europea. Disponible en: <http://www2uji.es/crie/agric/indice.htm>
- Rallo, L., Barranco, D., Caballero, J.M., Del Río, C., Martín, A., Tous, J., Trujillo, I. 2005. *Varietades del olivo en España*. Coedición: Junta de Andalucía, MAPA y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 478 pp.



- Rapoport, H.F. Botánica y morfología. En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández-Escobar, D., Rallo, L. (Eds.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 34-58.
- Reale, L., Sgromo, C., Bonoliglio, T., Orlandi, F., Fornaciari, M., Ferranti, F. Romano, B. 2006. Reproductive biology of Olive (*Olea europaea* L.) DOP Umbria cultivars. Sex Plant Reproduction. 19, 151- 161.
- Redolfi, I., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 1999. Qualitative aspects of myrmecocenosis (Hym., Formicidae) in olive orchards with different agricultural management in Spain. Journal of Applied Entomology. 123, 621-627.
- Reganold, J.P., Glover, J.D., Andrews, P.K., Hinman, H.R. 2001. Sustainability of three apple production systems. Nature. 410, 926-930.
- Resh, V.H., Leveque, C., Statzner, B. 2004. Long-term, large-scale biomonitoring of the unknown: assessing the effects of insecticides to control river blindness (onchocerciasis) in West Africa. Annual Review of Entomology. 49, 115-139.
- Richter, H.G., Dallwitz, M.J. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 16th April 2006. <http://delta-intkey.com>.
- Riechert, S.E., Lockley, T. 1984. Spiders as biological control agents. Annual Review of Entomology. 29, 299-320.
- Riechert, S.E., Harp, J.M. 1987. Nutricional ecology of spiders. In: Slansky, F., Rodríguez, J.G. (Eds.). Nutricional Ecology of Insects, Mites, and Spiders. Wiley. New Cork. pp 645-672.
- Riechert, S.E., Bishop, L. 1990. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems. Ecology. 71, 1441-1450.
- Rieradevall, J., Doménech, X., Bala, A., Gazulla, C. 2000. Ecodiseño de envases, el sector de la comida rápida. Elisava Edicions. Barcelona.
- Rodríguez, P. 2000. Aceite de oliva, un mercado en expansión, demanda y tendencias a futuro. The World Food Science. Disponible en: www.worldfoodscience.org/vol2_1/report2-1.html
- Rojo, S., Pérez-Banon, C., Marcos-García, M.A. 1999. First observations on the biology of *Scaeva mecogramma* (Bigot, 1860) (Diptera: Syrphidae) and notes on some other syrphids preying on psyllids (Hemiptera, Aphalaridae and Triozidae).
- Root, R.B. 1967. The exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. Ecological Monograph. 37, 317-350.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monograph. 43, 95-124.
- Rosset, P.M. 1990. Aspectos ecológicos del Manejo Integrado de Plagas. Ciencia Agropecuaria Forestal. 1 (2), 10-14.
- Rosset, P.M. 1996. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Revista CLADES. 11-12.



- Ruano, F., Lozano, C., García, P., Peña, A., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2004. Use of arthropods for the evaluation of the olive orchard management regimes. *Agricultural and Forest Entomology*. 6, 111-120.
- Ruiz, M., Montiel, A. 2000. Introducción al conocimiento de la Entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos (I). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 26 (1), 129-147.
- Ruiz, M., Montiel, A. 2001. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincial de Jaén. Aspectos cuantitativos (II). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 27 (4), 531-560.
- Ruppert, E.E., Barnes, R.D. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid. 1114pp.
- Saavedra, M.M., Pastor, M. 2002. *Sistemas de cultivo en olivar*. Editorial Agrícola Española.
- Saavedra, M.M., de Luna, E., Castro, J. 2003. *Cómo manejar el suelo en el olivar*. Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Disponible en:
http://www.tdcolive.org/documents/libro_manejo_suelo.pdf
- Sáenz, C., Gutiérrez, M., Alcolado, V. 2002. Fenología, aerobiología y producción del olivar en Almodóvar del Campo (Castilla-La Mancha). *Anales del Real Jardín Botánico*. 60(1), 73-81.
- Samu, F., Matthews, G.A., Lake, D., Vollrath, F. 1992. Spider webs are efficient collectors of agrochemical spray. *Pesticide Science*. 38 (1), 47-51.
- Sauer, R.J., Wunderlich, J. 1991. *Die schönsten Spinnen Europas Fauna*. Verlag Dr Frieder Sauer. Karlsfeld. 192 pp.
- Schröder, P., Huber, B., Munch, J.C. 2003. Making modern agriculture sustainable: FAM research network on agroecosystems. *Journal of Soils and Sediments*. 3 (4), 223-226.
- Schütt, K. 2003. Phylogeny of Symphytognathidae s.l. (Araneae, Araneoidea). *Zoologica Scripta*. 32 (2), 129-151.
- Sechser, B. 1988. Complementary short term and seasonal field tests of several orchard pesticides to measure their impact on the beneficial arthropod fauna. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*. 61 (4), 67-70.
- Selden, P.A., Shear, W.A., Bonamo, P.M. 1991. A spider and other arachnids from the Devonian of New York, and reinterpretations of Devonian Araneae. *Paleontology Oxford*. 34 (2), 241-481.
- Sevilla, E. 1995. *El marco teórico de la agroecología*. Agroecología y conocimiento social. Santa María de la Rábida: Universidad Internacional de Andalucía/Universidad de Córdoba-ISEC.
- SIPC 2005. Contaminación por herbicidas. Disponible en:
<http://www.sipc.net/modules.php?name=News&file=article&sid=45>



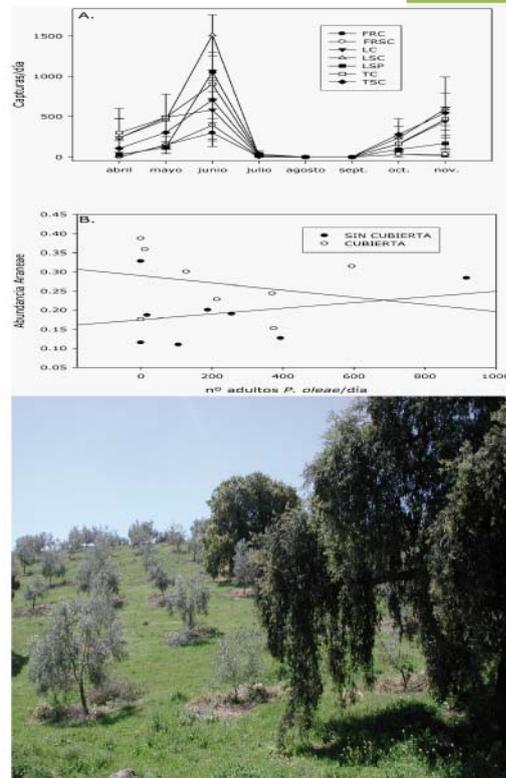
- Skinner, J.A., Lewis, K.A., Bardon, K.S., Tucker, P., Catt, J.A., Chambers, B.J. 1997. An overview of the environmental impact of agriculture in the U.K. *Journal of Environmental Management*. 50 (2), 111-128.
- Smith, R.B., Mommsen, T.P. 1984. Pollen feeding in an orb-weaving spider. *Science*. 226, 1330-1333.
- Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R.J., Carvalho, C.R., De Snoo, G.R., Eden, P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*. 63 (4), 337-365.
- Stowe, M.K. 1986. Prey specialization in the Araneidae. In: *Spiders – Webs, Behavior, and Evolution*. W.A. Shear (ed.). Stanford University Press. Stanford, California. 101-131.
- Strohmenger, T., Nentwig, W. 1987. Adhesive and trapping properties of silo from different spider species. *Zoologischer Anzeiger*. 218 (1-2), 9-16.
- Sullivan, T.P., Sullivan, D.S., Hogue, E.J., Lauthenschlager, R.A., Wagner, R.G. 1998. Population dynamics of small mammals in relation to vegetation management in orchard agroecosystems: compensatory response in abundance and biomass. *Crop Protection*. 17(1), 1-11.
- Symondson, W.O.C., Sunderland, K.D., Greenstone, M.H. 2002. Can generalist predators be effective bio-control agents? *Annual Review of Entomology*. 47, 561-594.
- Teodorescu, I., Cogălniceanu, D. 2006. *Applied Ecology and Environmental Research*. 4 (1), 55-62.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M., Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*. 31 (1), 79-92.
- Thery, M., Casas, J. 2002. Predator and prey views of spider camouflage. Both hunter and hunted fail to notice crab-spiders blending with coloured petals. *Nature London*. 415 (6868), 133.
- Tió, C., 1982. La política de aceites comestibles en la España del siglo XX. MAPA.
- Tribe, D. 1994. *Feeding and greening the world: the role of international agricultural research*. CAB International. Wallingford. England.
- Turnbull, 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology*. 18, 305-348.
- Uetz, G.W., Halaj, J., Cady, A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology*. 27, 270-280.
- Ulber, B., Stippinchwahmohoff, W. 1990. Possibilities, limitations and impact of supervised plant protection in arable farming. III. Effects of different intensities of pesticide use on epigeal arthropod predators in winter wheat, sugar beet and winter rape. *Zeitschrift für Pflanzkrankheiten und Pflanzenschutz*. 97 (3). 263-283.
- Urbaneja, A., Marí, F.G., Tortosa, D., Navarro, C., Vanaclocha, P., Barques, L., Castañera, P. 2006. Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitidis capitata*, in Spanish citrus orchards. *BioControl*. 51 (5), 611-626.



- Uriu, K. Periods of pistil abortion in the development of olive flower. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 73, 194-202.
- Utkhede, R.S., Hogue, E.J. 1998. Effect of herbicides, plastic mulch, and hand-weeding on development of phytophthora crown and root rot of apple trees. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 20, 81-86.
- Van Diepeningen, A.D., De Vos, O.J., Korthals, G.W., Van Bruggen, A.H.C. 2006. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*. 113 (1-4), 175-183.
- van Hook, R.I.J. 1971. Energy and nutrient dynamics of spider and orthopteran populations in a grassland ecosystem. *Ecological Monographs*. 41, 1-26.
- Volkmar, C., Freier, B. 2003. Spider communities in Bt maize and not genetically modified maize fields. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 110 (6), 572-582.
- Vollrath, F. 1988. Spider growth as an indicator of habitat quality. *Bulletin of British Archnological Society*. 7, 217-219.
- Wagner, J.D., Toft, S., Wise, D.H. 2003. Spatial stratification in litter depth by forest-floor spiders. *Journal of Arachnology*. 31 (1), 28-39.
- Wesseling, C., McConnell, R., Partanen, T., Hogstedt, C. 1997. Agricultural pesticide use in developing countries: Health effects and research needs. *International Journal of Health Services*. 27 (2), 273-308.
- Wise, D.H. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge University Press. New York. 329pp.
- Woolwine, A.E., Reagan, T.E. 2001. Potential of Winter Cover Crops to Increase Abundance of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and Other Arthropods in Sugarcane. *Environmental Entomology*. 30 (6), 1017-1020.
- Xiao-li, S., Yu, P., Hose, G.C., Jian, C., Fang-xiang, L. 2006. Spider webs as indicators of heavy metal pollution in air. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 76(2), 271-277.
- Young, O.P., Edwards, G.B. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *Journal of Arachnology*. 18, 1-27.



2.- Objetivos



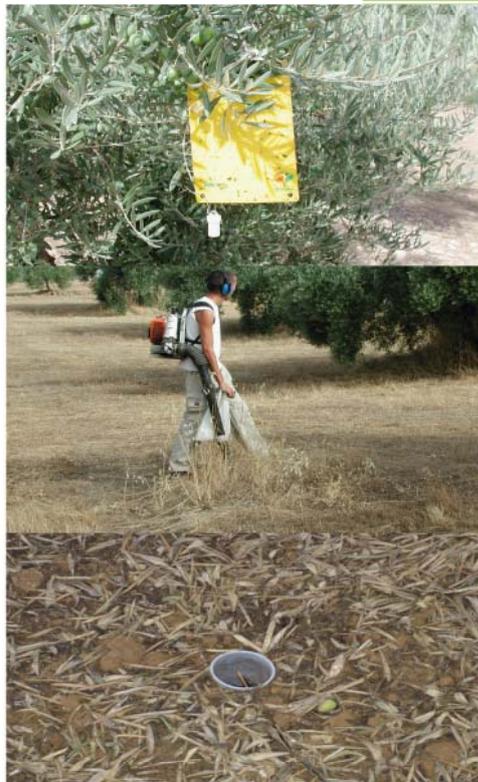


Los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de esta investigación son:

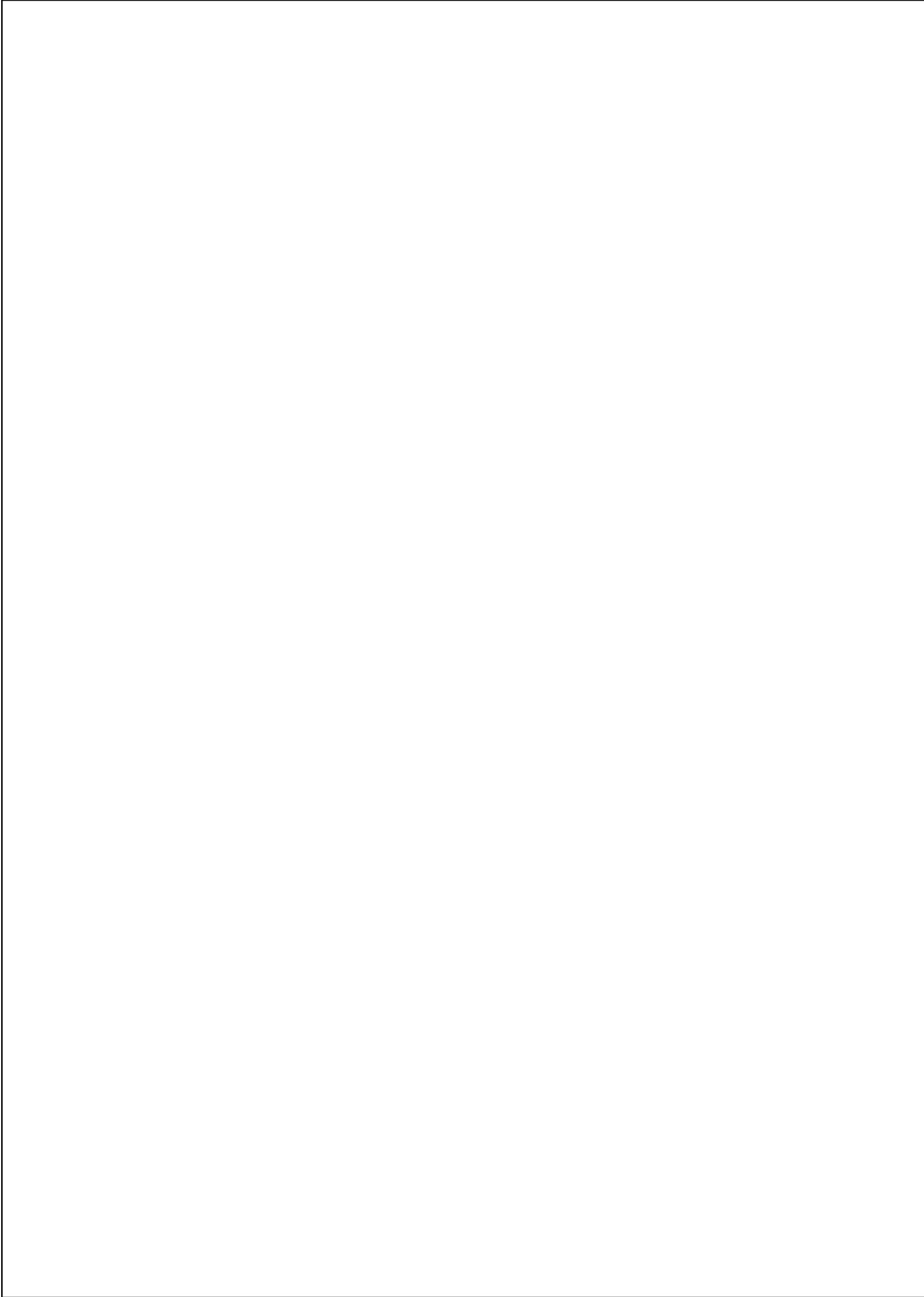
- 1) Identificar, inventariar y catalogar las especies de arañas presentes en los olivares andaluces.
- 2) Identificar los grupos funcionales (gremios) en los que se estructuran las poblaciones de arañas.
- 3) Conocer el impacto que tienen los diferentes manejos agronómicos en el olivar sobre las poblaciones de arañas que viven en este agroecosistema, tanto sobre su abundancia y su diversidad como sobre la composición de especies y las relaciones que puede haber entre ellas.
- 4) Contrastar la hipótesis de que la cubierta vegetal presente en el olivar proporciona hábitats favorables para las arañas, las cuales serían más abundantes y diversas en las zonas donde exista cubierta que donde no la haya, y además comprobar el efecto del tipo de cubierta (natural o plantada) sobre la abundancia y diversidad de las arañas.
- 5) Averiguar el potencial de las arañas como agentes bioindicadores del tipo de manejo del olivar y qué factores, de acuerdo con la presencia de las mismas, tanto a nivel de orden como de familia y especie, definen el tipo de manejo llevado a cabo.
- 6) Conocer la preferencia en la selección de presas y el comportamiento depredador de la especie de araña más abundante en los olivares andaluces.



3.- Metodología



1. Zonas de estudio
2. Técnicas de muestreo
3. Estudio de la diversidad
4. Bibliografía





1. Zonas de estudio

Provincia de Córdoba

Todas las parcelas estudiadas pertenecen a la comarca conocida como *Los Pedroches*, situada al norte de la provincia de Córdoba, limitando al noroeste con Extremadura, al noreste con la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha, al Sureste con la provincia de Jaén y por el Sur y Suroeste con el resto de la provincia Córdoba. En el estudio se muestrearon parcelas en dos de sus municipios: Alcaracejos y Pozoblanco. (Figura 3.1).

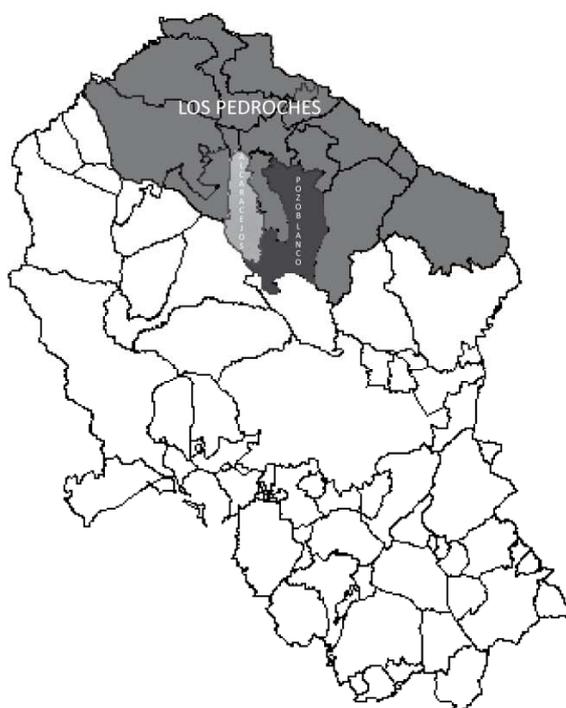


Figura 3.1.- Situación de la comarca de Los Pedroches, Córdoba.

Se pasa ahora a enumerar las características de cada una de las parcelas que se han estudiado (P1-P9), siguiendo la nomenclatura que se utiliza en el resto de los capítulos del presente trabajo (en concreto las abreviaturas). En todas cabe destacar la elevada pendiente media que presentan, lo que provoca en muchos casos que el número de labores se reduzca considerablemente debido al escaso rendimiento del cultivo. Todas las parcelas se muestrearon en dos ocasiones durante los meses de mayo y julio de 2003 y el muestreo se realizó en dos niveles: copa y suelo.



Parcelas con manejo ecológico

Pedroches-P4

Esta parcela está situada en la finca denominada *Los Tirados Bajos*, dentro del municipio de Pozoblanco, a una altura de 638 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas son 38° 12' 50" N 4° 52' 43" W. La pendiente media de la finca es del 25.7 %.

Esta finca tiene una superficie de 44.7 ha de olivos de variedad picual plantados en un marco de 10x10 m con una ligera pendiente de orientación norte.

En cuanto al uso de productos fitosanitarios hay que decir que no se realizaron tratamientos con insecticidas ni herbicidas y para la fertilización se utilizó abono de origen orgánico.

La finca presenta cubiertas vegetales de malas hierbas (Figura 3.2) que se elimina mecánicamente (se labra y se gradea). Como otras prácticas culturales se realizaron el arado en profundidad (más de 25 cm) así como poda trianual.



Figura 3.2.- Vista parcial de la Finca de *Los Tirados Bajos* (P4).



Pedroches-P6

El olivar muestreado estaba localizado en la zona conocida como *Gargantilla* en el término municipal de Alcaracejos a una altura de 456 m sobre el nivel del mar y junto al vado del río Guadalbarbo. Sus coordenadas son las siguientes: 38º 10' 59" N 4º 53' 18" W. La pendiente media de la finca es del 35 %.

La finca, con una superficie de 7.4 ha, disponía de olivos de la variedad picual plantados según un marco de 10x10 m.

En referencia al empleo de productos fitosanitarios cabe mencionar que no se utilizaron productos fertilizantes, insecticidas ni herbicidas. La parcela no presentaba cubiertas, pero sí disponía de setos adyacentes ya que estaba localizada en las proximidades del vado del río Guadalbarbo.

Pedroches-P8

Esta parcela está situada lindando con Pedroches-P7, en la finca conocida como *Las Cejudas*, situada a una altura de 650 m sobre el nivel del mar y con coordenadas geodésicas: 38º 11' 19" N 4º 51' 39" W. La pendiente media de la finca es del 31.1 %.

La finca posee una superficie de 18.6 ha de olivos de la variedad picual colocados según un marco de plantación de 8x8 m.

En cuanto al empleo de productos fitosanitarios, no se utilizaron fertilizantes, herbicidas ni insecticidas durante el año de estudio.

Parcelas con manejo integrado

Pedroches-P3

Esta parcela se encuentra enclavada en una gran zona olivarera conocida como *Los Tirados de Enmedio*. Situada en el municipio de Pozoblanco, a una altura de 637 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geodésicas son las siguientes: 38º 12' 51" N 4º 52' 42" W. La pendiente media de la finca es del 20.4 %.

La finca posee una superficie de 31.989 ha, con unos árboles de variedad picual, organizados siguiendo un marco de plantación de 10x10 m. Todos los olivos de esta finca son de secano.

En cuanto a la utilización de productos fitosanitarios, cabe distinguir la utilización de fertilizantes en una sola aplicación anual. Los productos usados fueron los siguientes: Ca; borato sódico; óxido potasa y abono orgánico.

En el caso de los insecticidas y herbicidas fueron aplicados en una sola ocasión durante el año de muestreo y los productos utilizados y dosis fueron los habitualmente recomendados en la zona.



La parcela presentaba cubierta vegetal de malas hierbas, pero no setos marginales alrededor del cultivo. Se realiza una poda trianual.

Pedroches-P7

La parcela así designada se encuentra ubicada en la finca llamada *Los Blancos*, emplazada en el municipio de Pozoblanco, a una altura de 625 m sobre el nivel del mar y con coordenadas 38° 11' 17" N 4° 51' 51" W. La pendiente media de la finca es del 26.8 %.

Esta parcela tiene una superficie de 10.8 ha de olivos de la variedad picual plantados según un marco de plantación de 10x10 m.

Debido a lo escarpado de la finca las labores especialmente reducidas. Algo similar ocurre con la aplicación de productos fitosanitarios (tan sólo una aplicación anual de fertilizantes, herbicidas e insecticidas). Tampoco se realizó arado del olivar.

Pedroches-P9

Parcela asentada en la finca conocida como *La Lastra*, situada en el término municipal de Pozoblanco, a una altura de 562 m y con coordenadas 38° 10' 59" N 4° 49' 36" W. La pendiente media de la finca es del 15.2 %.

La finca presenta una superficie de 5.9 ha de olivos de la variedad picual plantados según un marco de plantación de 10x10 m.

En cuanto al empleo de productos fitosanitarios hay que citar el manejo de herbicidas, insecticidas y fertilizantes en una sola aplicación cada uno durante el año de estudio. Los productos utilizados y las dosis fueron los habituales en la zona.

Parcelas con manejo convencional

Pedroches-P1

Se corresponde a la finca olivarera conocida como *El Castillejo*, perteneciente al municipio de Alcaracejos, a 597 m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geodésicas son las siguientes: 38° 13' 59" N 4° 54' 10" W. La pendiente media de la finca es del 28.2 %.

Tiene una superficie de 13.3 ha y el marco de plantación de los olivos es de 8x8 m. Los olivos plantados son de la variedad picual.

La finca es de secano, y en cuanto a los tratamientos con productos fitosanitarios durante el año se realizaron un total de tres aplicaciones de productos fertilizantes, tres aplicaciones de insecticidas y cuatro aplicaciones de herbicidas.

Es una parcela que no presenta cubierta vegetal entre las calles, ni debajo de los árboles así como tampoco presenta setos en los márgenes del cultivo.



Pedroches-P2

Pertenece a una gran zona olivarera denominada como los *Los Tirados de Enmedio*, que corresponde al municipio de Pozoblanco, a una altura de 616 m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geodésicas son las siguientes: 38º 13' 12" N 4º 52' 43" W. La pendiente media de la finca es del 25.5 %.

La parcela tiene una superficie de 27.7 ha con árboles de la variedad picual que están plantados siguiendo un marco de 10x10 m.

Este olivar es de secano y en cuanto a la utilización de productos fitosanitarios se emplearon fertilizantes, insecticidas y herbicidas, en al menos dos ocasiones cada uno durante el año de estudio y los productos suministrados así como las dosis, fueron los recomendados de forma corriente en la comarca.

Presenta cubierta vegetal durante los primeros meses del año, hasta junio. Además, también tiene setos presentes en los márgenes del cultivo. En cuanto a otras prácticas agronómicas cabe citar que se realizó arado de poca profundidad (menos de 25 cm) una vez durante el año.

Pedroches-P5



Figura 3.3.- Vista parcial de la finca *Los Chivatiles* (P5).

Está localizada en el interior de la propiedad *Los Chivatiles*, que se ubica en el municipio de Pozoblanco en el paraje conocido como Las Solanas del Candalar, a una altura de 597 m sobre



el nivel del mar y con coordenadas 38° 11' 59" N 4° 52' 54" W. La pendiente media de la finca es del 26.7 %.

La finca tenía una superficie de 24.4 ha con olivos de la variedad picual plantados en un marco de plantación de 10x10 m. La finca poseía riego por goteo y presentaba cubierta vegetal natural (Figura 3.3).

En cuanto al empleo de productos fitosanitarios, para la fertilización se emplearon los siguientes: Ca; borato sódico; óxido potasa; abono orgánico. También se utilizaron herbicidas e insecticidas durante el año de estudio (los normales de la zona) aplicados en al menos dos ocasiones.

Provincia de Granada

Las 9 parcelas muestreadas en la provincia de Granada pertenecen a dos municipios: Albolote y Deifontes (Figura 3.4).



Figura 3.4.- Situación de los municipios de Albolote y Deifontes en la provincia de Granada.

Dentro de estas dos comarcas se muestrearon un total de 9 parcelas de olivar, cuyas características se definen a continuación, 6 situadas en el municipio de Deifontes y las 3



restantes en Albolote. La mayoría fueron examinadas en mayo y junio de 2003, y a dos niveles: copa y suelo.

Parcelas con manejo ecológico

Granada-DM

Esta parcela se haya incluida en la finca conocida como *Loma del Galgo* en el término municipal de Deifontes a una altura de 821 m y con coordenadas 37° 20' 10" N 3° 36' 3" W. La pendiente media de la finca era del 27.6 %.

La finca poseía una superficie de 2.24 ha de olivos de la variedad picual sembrados siguiendo un marco de plantación de 10x10 m. La edad de los árboles era de 50 años aproximadamente. Se aplicó riego por goteo cada tres días. La parcela presentaba cubierta vegetal de malas hierbas constituida por *Gallium sp*, *Lentodum sp*, *Geranium sp*, *Medicago arabica*, *Coronilla scorpioides*, *Calendula sp*, *Erodium sp*, *Hordeum sp* y *Raphanus sp* como taxones más destacados. No había setos presentes en los márgenes de la finca.

En cuanto al empleo de productos la fertilización se realizó con Vinaza a una dosis de 2 litros por árbol. No se utilizaron insecticidas así como tampoco herbicidas. Otra prácticas culturales realizadas fue el arado de la finca dos veces durante el año de muestreo a poca profundidad (menos de 25cm).

Granada-DN

Esta parcela se encuentra situada dentro de la gran zona olivarera llamada *Atalaya* en el término municipal de Deifontes, a una altura de 1.035 m y con coordenadas 37° 19' 19" N 3° 34' 11" W. La pendiente media de la finca es del 9.3 %.

La finca posee una superficie de 1.52 ha de olivos de la variedad picual sembrados según un marco de plantación de 10x10 m. La plantación era relativamente reciente; los árboles tenían una edad de 12 años. La finca era regada por goteo cada 3 días. La parcela presentaba cubierta vegetal (veza plantada).

En cuanto al empleo de productos fitosanitarios no se emplearon insecticidas ni herbicidas, únicamente se utilizó Vinaza para fertilizar el cultivo.

Granada-DT

Esta parcela se encuentra incluida en la zona olivarera de *La Rambla* en la corporación de Deifontes a una altura de 1.026 m y con coordenadas 37° 19' 56" N 3° 33' 40" W. La propiedad presentaba una pendiente media del 6.8 % y una superficie de 0.962 ha de olivos de la variedad picual dispuestos según un marco de plantación de 10x10 m. Éstos eran regados por goteo cada 3 días. La parcela presentaba cubierta vegetal compuesta de: *Medicago rigidula*, *Hordeum sp*, *Erysimum sp*, *Capsella sp*, *Erodium sp*, *Hordeum sp*, *Calendula sp* como taxones



predominantes. Además la parcela presentaba setos en uno de los márgenes del cultivo (al lado de la pista de tierra que limita uno de los extremos de la parcela).

Únicamente se utiliza Vinaza como fertilizante y no se emplearon insecticidas ni herbicidas. La finca fue arada dos veces a poca profundidad (menos de 25 cm) durante el año en que fue muestreada.

Parcelas con manejo integrado

Granada-A

Esta parcela se encuentra incluida en una gran propiedad olivarera conocida como *Arenales de San Pedro* perteneciente al municipio de Albolote. Está situada en la zona conocida como Laguna Vieja, a 751 m sobre el nivel del mar y tiene unas coordenadas 37º 19' 47" N 3º 38' 46" W. La pendiente media de la parcela es del 4.2 %.



Figura 3.5.- Vista parcial de la parcela *Arenales de San Pedro* (A) durante el mes de enero de 2005.

La finca, con olivos de la variedad picual, posee una superficie total de 525 ha de árboles plantados siguiendo un marco de 10x10 m y con una edad aproximada de 80 años. La zona analizada no presentaba cubierta vegetal ni setos cercanos en los márgenes del cultivo (Figura 3.5).



Respecto a las prácticas de manejo seguidas en la finca hay que mencionar que los olivos fueron regados por inundación dos veces durante el año. En cuanto al empleo de productos fitosanitarios cabe destacar el empleo de insecticidas, en concreto dimetoato que fue aplicado en una sola ocasión al año. No se aplicaron herbicidas. La finca fue arada dos veces al año en profundidad (más de 25 cm) y también se realizó poda anual.

Esta parcela fue muestreada una vez al mes durante dos ciclos anuales completos, en concreto entre los meses de mayo de 2003 y mayo de 2005. Se muestreó a dos niveles: copa y suelo.

Granada-B

Se localiza dentro de una gran propiedad olivarera conocida como *Cortijo Cajil* situada en el término municipal de Albolote, a una altura de 745 m de altura y con unas coordenadas 37° 18' 33" N 3° 39' 45" W. La pendiente media de la finca es del 7.6 %.

La finca tiene una superficie de 325 ha de olivos de la variedad picual. Aunque la finca posee árboles de más edad la zona muestreada poseía árboles jóvenes, de 12 años.

Los árboles fueron regados por goteo, hay cubierta vegetal entre las calles (Figura 3.6) compuesta por malas hierbas como *Medicago arabica*, *Anagallis sp*, *Hordeum sp*, *Lentodum sp*, *Plantago sp*, *Anagallis sp*, *Scorpiorus sp*, *Euphorbia laxa*, *Geranium sp*, *Erodium sp*, *Trifolium sp* y *Calendula sp*, como taxones más abundantes.

En las inmediaciones sobresalía la presencia de setos constituidos por un pequeño encinar (Figura 3.6).

En cuanto a las prácticas culturales seguidas cabe destacar la ausencia de arado. Los productos fitosanitarios utilizados únicamente fueron herbicidas contra las malas hierbas anteriormente citadas. Fueron aplicados a finales de mayo, primeros de junio y posteriormente se procedió a la eliminación con desbrozadora de los restos secos que hayan quedado. No se emplearon insecticidas ni fertilizantes durante el tiempo en que se estuvo recogiendo muestras de esa parcela.

Esta parcela fue muestreada una vez al mes durante dos ciclos anuales completos, en concreto entre los meses de mayo de 2003 y mayo de 2005. Se muestreó a tres niveles: copa, cubierta vegetal y suelo. El muestreo en esta finca se hizo en dos localizaciones diferentes: durante los meses de mayo-julio de 2003 se realizó en una zona denominada (B-1) donde se produjo la pérdida de diversas trampas de caída causada por la fauna presente (pequeños roedores, conejos de campo...). Es por ello que a partir del mes de agosto de 2003 y hasta finalizar con el trabajo de campo en esta parcela se muestreo en una zona adyacente a unos 100m en la que no había este problema.

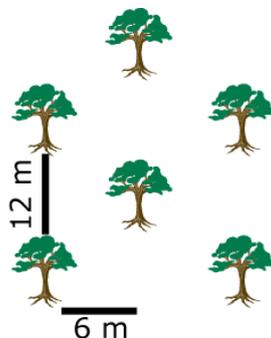


Figura 3.6.- Detalle de la parcela muestreada en la finca *Cortijo Cajil* (B).

Granada-DE

La zona muestreada pertenece al paraje denominado *Loma del Perro* situada en el término municipal de Deifontes a una altura de 751m sobre el nivel del mar y con coordenadas 37º 20' 7" N 3º 35' 29" W y cercana a la estación de ferrocarril de Deifontes. La pendiente media de la finca es del 26.8 %.

La disposición de los olivos dentro de la finca, con superficie de 0.612 ha y olivos de la variedad picual sembrados al tresbolillo, era la mostrada a continuación:



El olivar no disponía de riego por goteo y tampoco presentaba cubierta vegetal ni tampoco setos en las inmediaciones.



En cuanto al empleo de productos fitosanitarios se realizó la aplicación de fertilizantes e insecticidas en una sola ocasión al año. Tampoco se aplicaron herbicidas. También se efectuó arado de la finca a poca profundidad (menos de 25 cm).

Parcelas con manejo convencional

Granada-C

Esta parcela se encuentra situada dentro de una propiedad conocida como *Cañada de la Laguna*, situada en el municipio de Albolote, a una altura de 715 m y con coordenadas 37° 18' 54" N 3° 41' 18" W. La pendiente media de la finca era del 4.1 %.

La finca presentaba una superficie de 10.9 ha de olivos de la variedad picual de una edad aproximada de 60 años. La cosecha media por árbol fue en torno a los 100 Kg. No tiene cubiertas vegetales ni tampoco setos marginales al cultivo.

En cuanto a las prácticas agronómicas, la finca fue regada por goteo cada 15 días. Se utilizaron fertilizantes, herbicidas e insecticidas. Los insecticidas empleados fueron dimetoato y α -cipermetrina en tres aplicaciones al año. El herbicida usado fue simazina en dos aplicaciones anuales. Durante la época en que se muestreó la finca ésta era arada en profundidad (más de 25 cm). Otra labor que se realizó fue la poda anual del olivar.

Además del muestreo indicado para la mayoría de las parcelas, durante el año 2004 también fueron recogidas muestras de suelo con el objetivo de comprobar la posibilidad de variar la metodología del muestreo, durante la última semana de mayo.

Granada-DC

Esta parcela se encuentra incluida en una gran zona olivarera conocida como *La Rambla*, situada en La Atalaya (Deifontes), en la base de Sierra Arana a una altura de 1.013 m y con coordenadas 37° 20' 3" N 3° 33' 43" W. La pendiente media de la parcela es del 7.9 %.

La finca tiene una superficie de 2.04 ha de olivos de la variedad picual siguiendo un marco de plantación de 8x8 m. La edad media de los árboles era de 9 años. Había presencia de cubierta vegetal entre las calles de olivos de malas hierbas (*Medicago* sp, *Capsella* sp, *Lamium* sp, *Erodium* sp, *Gallium* sp, *Raphanus* sp, *Geranium* sp y musgos). No había setos en los márgenes del cultivo.

En cuanto a las prácticas agronómicas seguidas hay que citar que se realizó fertilización con cobre dos veces durante el año en que se muestreó. Asimismo también se aplicaron insecticidas y herbicidas en dos aplicaciones durante el año. La finca no fue arada durante el año de muestreo.



Granada-DJ

Esta parcela se encuentra situada dentro de la zona olivarera conocida como *La Rambla* en el término municipal de Deifontes a una altura de 1.028 m y con coordenadas geodésicas 37º 20' 7" N 3º 35' 29" W. La pendiente media de la finca es del 24.7 %.

La finca presenta una superficie de 2.03 ha de olivos de la variedad picual sembrados siguiendo un marco de 10x10 m. La finca era regada por goteo y no presentaba cubiertas vegetales ni tampoco setos en los márgenes de la zona muestreada.

Se administraron productos fertilizantes en dos aplicaciones, al igual que insecticidas y herbicidas. La finca no fue arada durante el año de muestreo.

Provincia de Jaén

En la provincia de Jaén fueron examinadas un total de 8 parcelas olivareras incluidas en cuatro municipios: Alcaudete, Fuerte del Rey, Linares y Torreperogil (Figura 3.7).

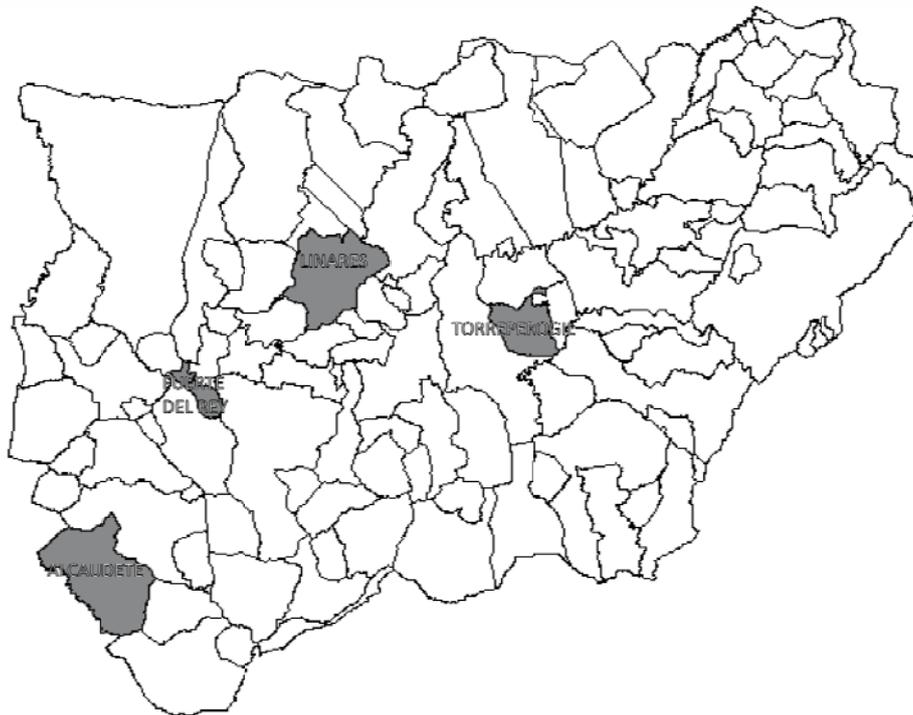


Figura 3.7.- Situación de los municipios muestreados en la provincia de Jaén: Alcaudete, Fuerte del Rey, Linares y Torreperogil.

Dentro de estas cuatro comarcas se muestrearon un total de 8 parcelas: 1 en Alcaudete, 2 en Fuerte del Rey, 3 en Linares y 2 en Torreperogil. En las parcelas de los municipios de Fuerte del Rey, Linares y Torreperogil se tuvieron en cuenta los datos sobre la incidencia de las plagas



suministrados por las ATRIAS del Servicio de Plagas de Jaén (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía).

Pasamos seguidamente a desglosar las características de cada una de las parcelas muestreadas en la provincia de Jaén según los manejos agronómicos.

Parcelas con manejo ecológico

Jaén-AI

Esta parcela se encuentra incluida dentro de la finca denominada *Dehesa del Tobazo* situada en el municipio de Alcaudete, a una altura de 578 m y con coordenadas 37º 32' 57" N 4º 1' 26" W. La pendiente media de la finca es del 18.1 %.

La finca tiene una superficie aproximada de 430 ha de olivos de la variedad picual plantados siguiendo un marco de 12x12 m. Aunque aproximadamente la mitad de la finca presentaba riego por goteo, la zona estudiada permanecía durante el año de estudio como seco. La parcela presentaba cubierta vegetal de malas hierbas (Figura 3.8) destacando entre ellas: *Hordeum* sp, *Medicago* sp, *Erodium* sp, *Lentodum* sp, *Avena* sp, *Plantago* sp, *Sanguisorba* sp, *Anthemis* sp, *Geranium* sp como taxones preponderantes. No aparecían setos en los márgenes de la zona muestreada.



Figura 3.8.- Vista parcial de la finca *Dehesa del Tobazo* (AI).

En cuanto a las prácticas culturales cabe destacar que no se emplearon ni insecticidas ni herbicidas durante el año de estudio. Lo único que se aplicó al cultivo fueron los restos líquidos



procedentes del molturado de las aceitunas del molino que existe en la propiedad. No se realizó arado de la finca durante el año de estudio. La única labor aplicada fue la eliminación de la cubierta vegetal mediante el uso de desbrozadora entre finales de mayo y primeros de junio.

Esta finca fue muestreada durante un ciclo anual completo, desde mayo de 2004 hasta mayo de 2005 una vez al mes. Los muestreos se realizaron a tres niveles: copa, suelo y cubierta vegetal. Se muestrearon dos localizaciones diferentes en esta finca: AL-1, correspondiente a una zona de árboles jóvenes que se estudió previamente para ajustar la metodología de muestreo; AL-2, árboles en producción que fueron muestreados para estudiar la progresión de poblaciones de arañas y su incidencia sobre diversos factores en el cultivo.

Parcelas con manejo convencional

Fuerte del Rey-FRC

Esta parcela se encuentra situada a unos 2 Km del casco urbano de Fuerte del Rey, en dirección Norte, en la zona olivarera conocida como *Campo de Tiro* a una altura de 360 m y con coordenadas 37º 54' 18" N 3º 52' 53" W. La pendiente media de la finca es del 10.5 %.

La superficie de la finca es de 1.9 ha de olivos de la variedad picual sembrados siguiendo un marco de plantación de 10x10 m.

En esta parcela la tenencia del cultivo era el no laboreo con cubierta vegetal artificial, mediante la siembra de cereales (Ray-Grass) entre las camadas de los olivos y era de secano.

La parcela experimental estuvo ubicada desde lo alto de una loma hacia media falda de la misma con orientación Norte.

Durante todo el año de muestreo no se realizaron ningún tipo de tratamiento fitosanitario para combatir a las diferentes plagas que atacan al cultivo. Los únicos tratamientos realizados fue la aplicación de herbicidas. A finales de octubre se realizó otro tratamiento herbicida con glifosato 36 %. Igualmente en los primeros días del mes de febrero se realizó una aportación de abonado complejo del tipo 15-15-15.

Esta parcela únicamente fue muestreada entre los meses de mayo a julio de 2001, a nivel de copa y suelo.

Fuerte del Rey-FRSC

Esta parcela pertenece también a la zona olivarera del *Campo de Tiro* de Fuerte del Rey. Sus coordenadas son 37º 54' 15" N 3º 52' 52" W, está a una altura de 355 m y la pendiente media de la finca es similar a la anterior porque se encuentra a continuación de la parcela anteriormente descrita y con la misma orientación Norte. Ambas pertenecen a la misma propiedad y la única distinción fue la presencia o no de cubierta vegetal durante el año de



estudio. Los datos de superficie, variedad, marco de plantación y número de árboles son los mismos que para la parcela anterior.

En cuanto al manejo agronómico realizado cabe catalogarlo como convencional. Durante todo el año y al igual que en la parcela con cubierta vegetal, no se realizaron tratamientos fitosanitarios encaminados a combatir las diferentes plagas que atacan al cultivo. Los únicos tratamientos que se hicieron mediante la aplicación de herbicidas para eliminar la cubierta vegetal. A primeros del mes de marzo, se realizaron tratamientos herbicidas empleando glifosato 36%. A finales de octubre se realizó otro tratamiento herbicida con glifosato 36%. Asimismo se realizó una aportación de abonado complejo del tipo 15-15-15 en los primeros días del mes de febrero.

Esta parcela únicamente fue muestreada entre los meses de mayo a julio de 2001, siendo muestreada a dos niveles: copa y suelo.

Linares-LC

Esta parcela se encuentra ubicada en el *Cortijo Valdecastro*, a 5 Km de Linares en la carretera de Linares a Orcera, cercana a la estación de tren de Vadollano, a una altura de 356 m y con coordenadas 38° 7' 52" N 3° 34' 28" W. La pendiente media de la finca es del 4.8 %.



Figura 3.9.- Vista parcial de la finca *Cortijo Valdecastro*.



La parcela presenta una superficie de 106 ha de olivos de la variedad picual sembrados según un marco de plantación de 10x10 m. La tenencia del cultivo es el no laboreo con cubierta vegetal artificial mediante la siembra de cereales entre las camadas de los olivos (Figura 3.9). La parcela estaba dotada de riego por goteo al que se añadió un aporte de nitrógeno a cada árbol.

En cuanto a los tratamientos fitosanitarios realizados durante el año 1999, en primavera se llevó a cabo un tratamiento contra repilo (*Cyclonium oleaginum*), realizado durante los primeros días de marzo, empleando Caldo Bordelés más CIK más urea. No se hicieron tratamientos contra *Prays oleae*.

En otoño se volvió a tratar contra repilo, realizado a finales de septiembre y empleando de nuevo Caldo Bordelés más CIK más urea al 2 %. A mediados de octubre se realizó un tratamiento herbicida, empleando simazina más Roundup. También se realizó una aportación de urea vía suelo.

En el año 2000 en primavera se trató contra repilo, realizando durante los primeros días de marzo: Caldo Bordelés, CIK y urea. En mayo se realizó otro tratamiento contra repilo, suministrando los siguientes productos: Caldo Bordelés, CIK y Beneptron. No se realizó tratamiento generalizado en toda la parcela contra *Prays oleae* en su generación antófaga, y se aplicó sólo en algunas zonas de la parcela durante el mes de mayo dimetoato. En otoño se realizó un nuevo tratamiento contra repilo administrando: Caldo Bordelés y CIK. A mediados del mes de octubre se realizó un tratamiento con herbicida, empleando simazina a la dosis de más Roundup. Como fertilización se realizó una aportación de urea vía suelo.

Al igual que el año anterior hubo una aportación de agua de riego a la que se le añadió una parte de nitrógeno.

Esta parcela fue muestreada en dos años: 1999 y 2000. En el primero de ellos se recogieron muestras entre los meses de julio y octubre, mientras que en el segundo entre los meses de abril y noviembre. La parcela fue muestreada a dos niveles: copa y suelo.

Linares-LSC

Esta parcela se encuentra dentro de la zona conocida como *Cortijo Valdecastro* cerca de Linares y contigua a la parcela anterior aunque en una propiedad diferente. La parcela está a una altura de 343 m y sus coordenadas son 38° 7' 58" N 3° 34' 32" W. La pendiente media de la finca es del 16.5 %.

Esta finca presenta una superficie de 106 ha de olivos de la variedad picual sembrados según un marco de 10x10 m.

Posee riego por goteo, si bien durante el año 1999 (uno de los dos muestreados) no funcionó correctamente a lo largo de la campaña. Durante el año 2000 dichos problemas fueron



subsanaos. El manejo del suelo se puede clasificar como tradicional, con ausencia de cubierta vegetal.

Los tratamientos fitosanitarios llevados a cabo sobre esta parcela en el año 1999 fueron los siguientes: en primavera un tratamiento contra repilo, realizado a finales de abril empleando Caldo Bordelés. A mediados del mes de mayo, se realizó un tratamiento contra *Prays oleae*, empleando dimetoato. En otoño, otro tratamiento contra repilo, realizado a finales de septiembre, empleando Caldo Bordelés.

Durante el año 2000 los datos de los productos utilizados y las fechas aproximadas son los mismos que los de la campaña anterior. A primeros de mayo se realizó un tratamiento contra *Prays oleae*, empleando dimetoato. En otoño, un tratamiento contra repilo, realizado a primeros de octubre, empleando Caldo Bordelés.

Esta parcela fue muestreada en dos años: 1999 y 2000. En el primero de ellos se recogieron muestras entre los meses de julio y octubre, mientras que en el segundo entre los meses de abril y noviembre. La parcela fue muestreada a dos niveles: copa y suelo.

Linares-LSP

Esta parcela se encuentra incluida en la finca *El Piélagos* ubicada en el término municipal de Linares a una altura de 324 m y con coordenadas 38° 8' 24" N 3° 33' 4" W. La pendiente media de la finca es del 11.2 %.

La finca dispone de una superficie de 83.2 ha de olivos de la variedad picual plantados según un marco de 10x10 m (Figura 3.10). Estaba dotada de riego por goteo, si bien este no funcionó correctamente a lo largo de la campaña, lo que incidió en el desarrollo del fruto, que fue inferior al del resto de las parcelas de la zona de Linares. El manejo del suelo se puede clasificar como tradicional con ausencia de cubierta vegetal.

Los tratamientos fitosanitarios aplicados fueron los siguientes:

En primavera, un tratamiento contra repilo, realizado a finales de marzo utilizando oxiclóruo de cobre (ZZCuprocol), Herofol-K e Isabion. Durante el mes de mayo un tratamiento contra *Prays oleae* en su generación antófaga empleando oxiclóruo de cobre (ZZCuprocol), Herofol-K y dimetoato. En otoño, un nuevo tratamiento contra repilo, realizado a primeros de octubre, suministrando oxiclóruo de cobre (ZZCuprocol), Herofol-K e Isabion.

En cuanto a los tratamientos con herbicidas, se efectuaron a mediados de octubre empleando siguientes productos: simazina y diuron.

Esta parcela fue muestreada durante el año 2000, una vez al mes entre abril y noviembre. La parcela fue examinada a dos niveles: copa y suelo.



Figura 3.10.- Vista parcial de la finca *El Piélago*.

Torreperogil-TC

Esta parcela se encuentra incluida en la finca *Cortijo Huertas Blancas* perteneciente al municipio de Torreperogil, a una altura de 609 m con coordenadas 38° 0' 20" N 3° 15' 13" W. La pendiente media de la finca es del 13.1 %.

La finca posee una superficie de 33.9 ha de olivos de la variedad picual plantados siguiendo un marco de 10x10 m. La parcela está dotada de riego por goteo y presentaba cubierta vegetal plantada entre las calles de los olivos.

En cuanto al empleo de productos fitosanitarios destacar que en primavera de 1999 se realizó un tratamiento contra repilo, durante los primeros días de marzo, empleando Caldo Bordelés más CLK y urea. No se practicó tratamiento contra *Prays oleae*. En otoño se aplicó un tratamiento contra repilo, realizado a finales de septiembre, suministrando Caldo Bordelés más CLK y urea. A mediados del mes de octubre se efectuó un tratamiento herbicida con simazina a más Roundup. También se aportó urea vía suelo. Además junto con el agua de riego se añadió nitrógeno.

Durante el año 2000 en primavera se realizó un tratamiento contra repilo, ejecutado los primeros días de marzo, Caldo Bordelés, CLK y urea. En mayo, se hizo un tratamiento contra repilo, a finales de mes, con dimetoato, fosfato monoamónico y nitrato potásico. En otoño, se practicó un tratamiento contra repilo, a finales de octubre, empleando Caldo Bordelés y CLK. A mediados del mes de octubre se realizó un tratamiento herbicida con simazina más Roundup.



Con respecto al manejo del suelo, esta parcela dispuso de cubierta vegetal de cereales plantada entre las camadas de olivos.

Esta parcela fue muestreada en dos años, 1999 y 2000, una vez al mes. En el primero de ellos se recogieron muestras entre los meses de julio y octubre, mientras que en el segundo entre los meses de abril y noviembre. La parcela fue muestreada a dos niveles: copa y suelo.

Torreperogil-TSC

Esta parcela se encuentra situada en la finca *Mina de la Higuera* en el término municipal de Torreperogil, a una altura de 610 m y con coordenadas 38° 0' 16" N 3° 15' 10" W. La pendiente media de la finca es del 11,2 %.

La finca presenta una superficie de 22,2 ha de olivos de la variedad picual asentados según un marco de 10x10 m (Figura 3.11).



Figura 3.11.- Vista parcial de la finca *Mina de la Higuera* (TSC).

En esta parcela no hubo una constancia concreta de los tratamientos fitosanitarios realizados durante el año 1999 ni 2000, pero de las observaciones efectuadas mientras se realizaron los muestreos se puede decir que se han hecho tratamientos para floración en el mes de mayo contra *Prays oleae* y en octubre para combatir la incidencia del repilo, sin tener constancia de los productos que se han empleado durante los tratamientos.



Esta parcela fue muestreada en dos años: 1999 y 2000. En el primero de ellos se recogieron muestras entre los meses de julio y octubre, mientras que en el segundo entre los meses de abril y noviembre. La parcela fue muestreada a dos niveles: copa y suelo.

2. Técnicas de muestreo

Tabla 3.1.- Técnicas de muestreo utilizadas en las fincas examinadas durante el periodo de investigación, entre los años 1999 y 2006 (Meses: enero = 1; febrero = 2; marzo = 3; abril = 4; mayo = 5; junio = 6; julio = 7; agosto = 8; septiembre = 9; octubre = 10; noviembre = 11; diciembre = 12; Muestreo: Vareo = B; Caída = P; Aspiradora = V; Trampas engomadas = S; Captura directa = D).

Código	Nombre de la finca	Años	Meses	Muestreo
LC	Cortijo Valdecastro	1999-2000	7-11; 4-11	B, P
LSC	Maleza Castro	1999-2000	7-11; 4-11	B, P
TC	Cortijo Huertas Blancas	1999-2000	7-11; 4-11	B, P
TS	Mina de la Higuera	1999-2000	7-11; 4-11	B, P
LSP	El Piélago	2000	4-11	B, P
FRC	Campo de Tiro Fuerte del Rey	2001	5-11	B, P
FRSC	Campo de Tiro Fuerte del Rey	2001	5-11	B, P
P1	El Castillejo	2003	5, 7	B, P
P2	Tirados de En medio	2003	5, 7	B, P
P3	Tirados de En medio	2003	5, 7	B, P
P4	Los Tirados Bajos	2003	5, 7	B, P
P5	Los Chivatiles	2003	5, 7	B, P
P6	Gargantilla	2003	5, 7	B, P
P7	Los Blancos	2003	5, 7	B, P
P8	Las Cejudas	2003	5, 7	B, P
P9	La Lastra	2003	5, 7	B, P
C	Cañada de la Laguna	2003; 2004	5, 6; 5	B, P
A	Arenales de San Pedro	2003-2005	5-5	B, P
B-1	Cortijo Carril	2003	5-7	B, P, V
DC	Rambla	2003	5, 6	B, P
DE	Loma del Perro	2003	5, 6	B, P
DJ	Rambla	2003	5, 6	B, P
DT	Rambla	2003	5, 6	B, P
DM	Loma del Galgo	2003	5, 6	B, P
DN	Atalaya	2003	5, 6	B, P
B-2	Cortijo Cajil	2003-2005; 2006	8-6	B, P, V, S, D
AL-1	Dehesa del Tobazo	2004	5	P
AL-2	Dehesa del Tobazo	2004-2005	5-5	B, P, S, V



A la hora de realizar un muestreo en el olivar éste se ajustó a los diferentes aspectos a estudiar en cada parcela (Tabla 3.1): búsqueda de bioindicadores, control biológico, incidencia de las cubiertas vegetales sobre la comunidad de arañas, confirmación taxonómica de especies, aspectos faunísticos, incidencia de manejos agronómicos, etc.

Vareo de copa

El método consiste en una modificación de la técnica de vareo del conocido como paraguas japonés. La elección de cuatro ramas de la copa del árbol, una en cada orientación del espacio, situadas a una altura aproximada 1.5-1.75m sobre el suelo y vareadas cinco veces. Los artrópodos que caen son recogidos y conservados en bolsas de plástico, utilizándose un insecticida para matarlos rápidamente y evitar posibles depredaciones y pérdidas de individuos.

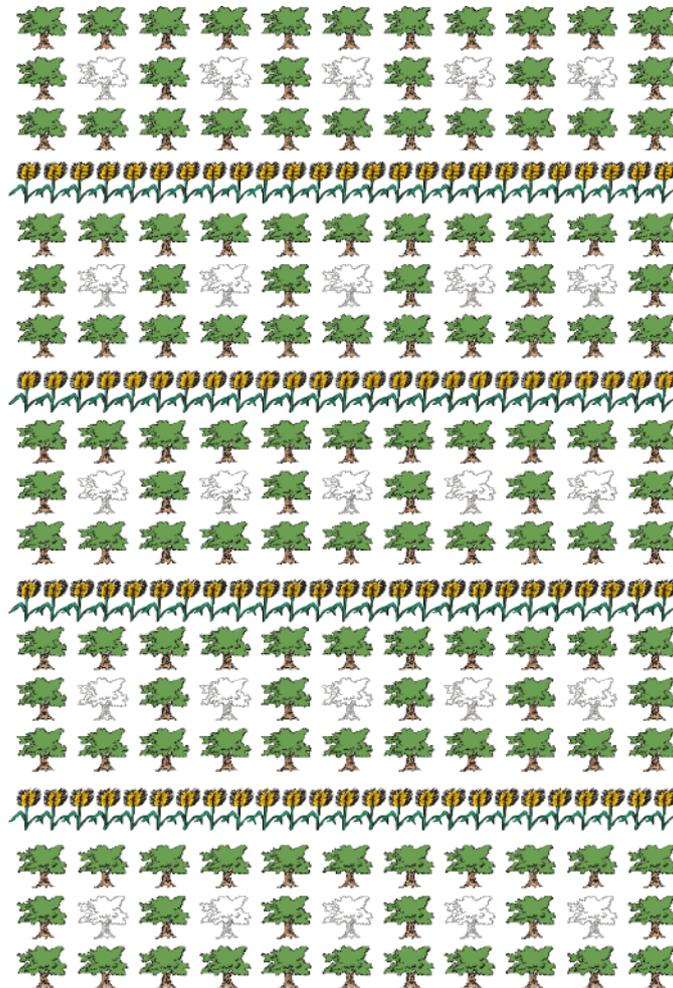


Figura 3.12.- Esquema mostrando el diseño experimental seguido en las parcelas elegidas (árboles muestreados = ). En el muestreo realizado para la cubierta fueron muestreadas las calles de olivar que aparecen con el símbolo .



Una vez elegido al azar el primer árbol a muestrear se siguió en el campo el diseño mostrado en la figura 3.12 (también para el muestreo por trampas de caída). Se muestrearon 5 árboles por cada fila, separados entre sí un árbol. A su vez cada fila estaba separada de la contigua por dos filas de árboles. Cada grupo de 5 árboles muestreados se aglutinó a la hora del análisis de resultados en un bloque de muestras.

Sobre este diseño se varió aumentando, en algunas parcelas hasta 30 árboles, o reduciendo las filas en las que se muestrearon árboles, en otros casos incluso hasta los 15, lo que condujo a diversos diseños experimentales en concordancia con los aspectos a estudiar y las características del estudio. La justificación estadística de la metodología utilizada se realiza en el capítulo correspondiente de evaluación de la metodología de muestreo en el olivar.

Los ejemplares capturados fueron llevados al laboratorio donde se conservaron en arcones congeladores a -20 °C hasta su limpieza y posterior identificación. Tras esto los especímenes fueron conservados en alcohol de 70 ‰, en viales apropiados según su tamaño (aplicado también en el resto de métodos de muestreo).

Este método de muestreo se ha evaluado como generalmente satisfactorio a la hora de proporcionar resultados cuantitativos para estimar las poblaciones de arañas en cultivos de árboles (McCaffrey *et al.*, 1984). Sin embargo, se deben hacer consideraciones según el estado de las arañas que quieren ser estudiadas; ya que los juveniles, por ejemplo, pueden no ser en ocasiones recogidos de manera eficaz siendo subestimados (algo que no ocurre en nuestro estudio, como se verá en el capítulo correspondiente de faunística). Además, los periodos de actividad de las arañas deberían ser considerados. Si el muestreo se realiza únicamente durante el día las especies nocturnas, como algunos clubiónidos pueden ser subestimados. En cualquier caso los argumentos concretos acerca de la eficacia de éste, y del resto de métodos de muestreo utilizados, se realizará en la sección idónea.

Trampas de caída

Este método se basa en la instalación en el suelo de recipientes de plástico de 90 mm de diámetro y una capacidad aproximada de 200 ml en los que se vertió líquido conservante de Scherpeltz (60 % de alcohol de 96º, 39 % de agua destilada, 0.5 % de ácido acético y 0.5 % de glicerina), para mantener y fijar a los individuos caídos (Figura 3.13). Los recipientes fueron rellenados en sus $\frac{3}{4}$ partes con el líquido. La colocación se realizó en orientación norte en la base de los árboles elegidos (a 1m aproximadamente) para el muestreo de copa y, por tanto, en el mismo número, sirviendo las mismas consideraciones realizadas en cuanto al tamaño de muestra en este caso.



Figura 3.13.- Colocación de la trampa de caída (pitfall).

El tiempo de permanencia de las trampas de caída varió entre 1 y 7 días dependiendo de las parcelas (todo ello será debidamente justificado en el capítulo de evaluación de los métodos de muestreo).

En el momento de recogerlas se efectuó la filtración del contenido de las trampas, siendo recolectados los ejemplares en una tela, introducida en un recipiente de plástico y transportada al laboratorio, conservándose, al igual que las muestras procedentes del vareo de la copa, en arcones congeladores a -20° C.

Posteriormente los artrópodos fueron clasificados hasta nivel de orden y se seleccionaron aparte las arañas para continuar con su estudio. Con los ejemplares procedentes de la utilización de este método de muestreo así como con los del resto de métodos usados, la identificación continuó hasta el más bajo nivel taxonómico posible.

Aunque el empleo de las trampas de caída es una técnica efectiva para el muestreo de algunas arañas (Uetz, y Unzicker, 1976), la tasa de captura está influenciada por la abundancia y los niveles de actividad de los organismos diana (Southwood, 1978), no siendo la misma para todos los taxones. De esta manera, las arañas menos activas, por ejemplo la mayor parte de las que construyen tela, o las muy activas y ágiles con un excelente sentido de la visión como algunos saltícidos (Land, 1985) pueden hacer que pierda representatividad un método de muestreo como el de las trampas de caída. Para evitar esto, se decidió completar el muestreo con la recolección, mediante aspiradora.



Aspiradora

Con el objetivo de conocer la composición de la comunidad de arañas en la cubierta vegetal presente entre las calles de los olivos se decidió realizar un muestreo de la misma para contribuir a completar un conjunto de muestras que resultaran lo más representativas posibles de la comunidad aracnológica que habita el agroecosistema del olivar.

Para ello se utilizó una sopladora/aspiradora STIHL mod. BR-420 de 56.5 cc de cilindrada, una potencia de 3.55 CV que suministran una potencia de succión de 880 m³/h (518 cfm) (Figura 3.14).



Figura 3.14.- Aspiradora a motor utilizada para muestrear la cubierta vegetal de los olivares.

A la hora de afrontar el muestreo de la cubierta se siguió una modificación del muestreo empleado por Costello y Daane (1997) para viñedos. En él se compararon diversas formas de muestreo de la cubierta utilizando un aspirador a motor, realizando transectos rectilíneos para recoger los ejemplares moradores de la cubierta vegetal en ese cultivo. El esquema de muestreo es el que se muestra en la figura 3.12. Después de los ensayos previos para comprobar la eficacia de la metodología, en términos de abundancia de taxones (que serán comentados en el capítulo de evaluación de métodos de muestreo), el método seleccionado consistió en la realización de transectos rectilíneos a través de las calles de olivar seleccionadas. El muestreo de la cubierta se ejecutó mediante succiones sobre dicha cubierta de una duración de 10 segundos, separadas entre sí 1 metro. Se hicieron cuatro transectos rectilíneos para acabar muestreando una superficie total de 0.5 m² (5 muestras, cada muestra compuesta por 6 succiones, por trayecto para un total de 20 muestras). Los individuos muestreados fueron recogidos en recipientes de tela con un tamaño de malla suficientemente



pequeño para no permitir el paso de las arañas más pequeñas y evitar su deterioro. Este envase colector se situó en el primer ensamble de los tubos de aspiración para disminuir los perjuicios causados por el golpeo de los ejemplares con las paredes del tubo aspirador.

Trampas engomadas

Con este método se intentó determinar si dentro de la muy diversa composición aracnológica en el olivar podría existir un taxón que tuviera cierto grado de especialización en la captura de una de las plagas más importantes que lo afectan como es la mosca del olivar, *Bactrocera oleae* (Gmelin).



Figura 3.15.- Colocación de las trampas engomadas con cápsula de espiroacetato en uno de los olivares muestreados.

En las parcelas seleccionadas se colocaron 90 trampas engomadas de 20x20 cm: 60 amarillas (30 con feromona de *B. oleae*, espiroacetato, y 30 sin feromona) y 30 blancas sin feromona. Las trampas se dispusieron en la copa de los árboles, a una altura de 1.5 m aproximadamente, separadas entre sí unos 50 m para evitar interferencias entre ellas (Figura 3.15).

Se realizaron observaciones quincenales durante los 45 días siguientes a su colocación, entre los meses de mayor incidencia de esta plaga en la zona de cultivo, septiembre y octubre.

Las trampas retiradas fueron observadas después en el laboratorio para identificar los taxones representados y el número de capturas. La identificación taxonómica se realizó hasta nivel de familia debido a que los ejemplares recogidos fueron en su mayor parte juveniles y dado que su estado de conservación no permitía una mayor precisión. Una vez capturados su manipulación resulta prácticamente imposible sin deteriorar de forma irremediable el material.



Captura directa

Este método fue utilizado para conseguir ejemplares vivos con el objetivo de llevarlos al laboratorio y efectuar diversas experiencias de selección de presas con ellos. Así se recogieron arañas y hormigas; en concreto se recogieron especímenes de 3 especies de hormigas, *Aphaenogaster senilis* Mayr, *Cataglyphis velox* Santschi y *Messor barbarus* (Linnaeus) y una de araña, *Zodarion styliferum* (Simon).

Para su captura se utilizó un aspirador entomológico manual en algunas ocasiones (para recoger las arañas) mientras que para capturar las hormigas se utilizó un aspirador entomológico de mano (Figura 3.16).

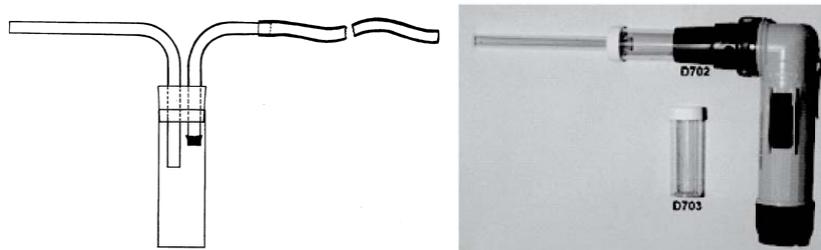


Figura 3.16.- Aspiradores utilizados para la captura en vivo de arañas y hormigas: bucal (izquierda), eléctrico (derecha).

La recolección se realizó entre los meses de mayo y junio, durante las últimas horas de la tarde y las primeras de la noche porque fue cuando se observó un mayor grado de actividad de las especies de interés.

Estaciones de muestreo

Estudio del efecto de los manejos agronómicos

A la hora de evaluar el posible efecto sobre las arañas de los manejos se eligió una de las épocas del año en las que coinciden dos factores significativos:

- Cultivo en el estadio fenológico de la floración. Dependiendo de las zonas se eligieron como periodos de muestreo los situados temporalmente antes y después de este suceso.
- Arañas en uno de los periodos del año en que presentan una mayor abundancia en nuestro ambiente debido a dos circunstancias particulares: por una parte las condiciones meteorológicas son suaves (temperaturas no muy elevadas durante el día y no demasiado bajas durante la noche) y desarrollo óptimo de todo el estrato vegetal en el olivar (por una parte se encuentran desarrolladas las cubiertas vegetales, plantadas o naturales, y por otra el cultivo presenta un crecimiento óptimo al encontrarse todavía en la fase anual de desarrollo vegetativo). Esto último origina un mayor número de localizaciones disponibles para que las arañas se establezcan. Se crean microhábitats en los que se pueden adaptar



un mayor número de especies, contribuyendo a un considerable conjunto de depredadores.

Por tanto, las fechas de muestreo oscilaron entre los meses de mayo y julio dependiendo de las condiciones locales de la floración en el año de muestreo, 2003.

Efecto de la presencia de cubierta vegetal

En un principio, con algunas de las parcelas, las muestreadas en los años 1999, 2000 y 2001, se realizó el muestreo durante aquellas fases significativas para el desarrollo de la cubierta. Pero posteriormente se consideró mejor realizar un muestreo de ciclos anuales completo. Así se consigue percibir la composición de la comunidad aracnológica en la cubierta del olivar y cómo esta va cambiando a lo largo del año adecuándose a las condiciones en el desarrollo de la vegetación sobre la que se desenvuelve. En un primer momento tras el paso del invierno la vegetación comienza su desarrollo que alcanza su máximo justo antes del segado de la misma, que oscila entre los meses de mayo y junio según la zona. Tras esto la cubierta pasa a un estado inerte, restos de la cubierta sobre las calles, que se prolonga debido a las condiciones extremas del periodo veraniego (temperaturas muy elevadas y escasez de precipitaciones). A continuación y dependiendo de la aparición de lluvias así como de su cuantía, se vuelve a desarrollar de nuevo una cubierta vegetal de un cierto porte. Por último durante el invierno la cubierta vuelve a un estado inerte debido en este caso a las bajas temperaturas que le impiden alcanzar un mínimo desarrollo.

Arañas como bioindicadores

Para poder evaluar el potencial de las arañas como bioindicadores, se pensó que aparte de incluir los datos procedentes de varios estudios de pocos meses, se podría completar analizando una escala temporal lo más amplia posible ya que como las prácticas culturales son muy diversas según los casos (arado, poda, plantación, cubierta vegetal, empleo de productos fitosanitarios, ...) y se encuentran distribuidas a lo largo de todo el año, se podría tener un mejor conocimiento del efecto de las mismas. Por tanto en las parcelas seleccionadas para evaluar el potencial de las arañas como bioindicadores se realizaron muestreos que cubrieron ciclos anuales completos.

3. Estudio de la diversidad

En esta sección se hará una presentación de los aspectos que se estudiarán en los sucesivos capítulos como herramientas para el conocimiento de la comunidad de arañas del olivar. Se hace sólo una breve presentación de los mismos, a nivel más teórico, ya que la descripción práctica concreta de las herramientas utilizadas para su cálculo se realizará de manera más exhaustiva en cada capítulo correspondiente.



Riqueza de especies

Es el más viejo y simple concepto dentro del estudio de la diversidad de especies: el número de especies en una comunidad (McIntosh, 1967). Consiste en la evaluación del número de especies y la abundancia relativa de las mismas en una zona determinada (Margalef, 1998). El número de especies se puede contar en cualquier lugar en que se tomen muestras, en particular si la atención se concentra en organismos conocidos, en nuestro caso las arañas; también es posible estimar este número en una región o un país (aunque el error aumenta con la extensión del territorio). Esta magnitud, llamada riqueza de especies, constituye una posible medida de la biodiversidad del lugar y una base de comparación entre zonas. Es el valor general más inmediato y, en muchos aspectos, más útil de la biodiversidad.

Riqueza estimada de especies

De entre los diferentes métodos generales descritos en Krebs, 1999 para medir la riqueza de especies en una comunidad en este trabajo se utilizará uno de los procedimientos reseñados, los estimadores "jackknife". Se utilizan cuando se emplea el muestreo basándonos en la presencia/ausencia de especies en las unidades (cuadrados) de muestreo, como método no paramétrico de riqueza estimada de especies. Se basa en la frecuencia de las especies raras en la comunidad, representadas por pocos individuos, algo que sucede con la comunidad aracnológica del olivar, como se verá en el capítulo de faunística.

Su cálculo se fundamenta en el número de especies encontradas, en la presencia de esas especies en las comunidades estudiadas, en concreto en la presencia de las llamadas *especies únicas*, aquellas especies que resultan singulares porque están representadas en pocas unidades de muestreo pero sin tener porqué ser escasas en términos de abundancia.

Esta forma de estimar la riqueza de especies parece ser una de las más exactas entre diversos estimadores utilizados (Palmer, 1990).

Diversidad ecológica

Es un aspecto en el estudio de la biodiversidad que considera la variedad de especies en una comunidad ecológica. Se puede definir como la variedad de comunidades biológicas o ecosistemas en un área determinada. Es uno de los tres componentes de la diversidad biológica junto con la diversidad genética y la diversidad de especies (Norse *et al.*, 1986).

En la actualidad la diversidad ecológica es sinónimo de la diversidad biológica en sentido amplio (Harper y Hawksworth, 1995). Ahora está asociada con la diversidad de comunidades (o ecosistemas) y se ocupa de problemas como el número de niveles tróficos, el rango de ciclos de vida, y las fuentes de diversidad biológica como son la variedad y abundancia de especies (Magurran, 2004).



Diversidad funcional

Se define como la diversidad de grupos funcionales (gremios, conjunto de poblaciones de diversas especies que explotan los mismos recursos de un modo similar) en una comunidad dada, es decir, el grado de diferencias funcionales entre las especies que constituyen una comunidad (Tilman, 2001).

Está basada en las diversas propiedades ecológicas, morfológicas y fisiológicas de un grupo de organismos más que en sus características taxonómicas (Weithoff *et al.*, 2001). No está claro cómo se regula el sistema de control que define sus relaciones, si es por la identidad de las especies presentes, por el número de especies, por el número de diferentes labores que pueden desempeñar o por los roles funcionales que desarrollan (Tilman *et al.*, 1997). Se ha demostrado que la diversidad funcional realiza una elevada influencia sobre diversos procesos a nivel de ecosistema (Tilman *et al.*, 1997).

Una de las formas más comunes de medir la diversidad funcional es el número de grupos funcionales (gremios, *guilds*) representados por las especies en una comunidad (Naeem y Li, 1997; Hooper, 1998; Hector *et al.*, 1999; Rastetter *et al.*, 1999; Fonseca y Ganade, 2001; Tilman *et al.*, 2001).

Las comunidades naturales muestran una remarcable relación de similitud entre la diversidad funcional y la riqueza de especies (Petchey y Gaton, 2002).

Análisis multivariante: relaciones entre especies (análisis en cluster)

Con este análisis se pretende conocer el impacto que las diferentes características del olivar tienen sobre las poblaciones de arañas y evaluar el grado de asociación y/o sinergia que puede haber entre ellos. Pudiendo así agrupar a las diferentes especies de arañas según las características de un tipo de cultivo en particular. De esta forma se podría conocer a priori una aproximación a las diferentes prácticas de manejo empleadas según la composición de la comunidad aracnológica del cultivo.

Las técnicas necesarias para afrontar esto se basan en la utilización de coeficientes de similitud y el análisis en cluster (Krebs, 1999). Estas herramientas se utilizan cuando se quiere determinar si las comunidades pueden ser clasificadas juntas o existen características, en nuestro caso agronómicas y ambientales (temperatura, humedad, prácticas culturales, características del suelo, ...), que las diferencian y las colocan en grupos diferentes.

Existen muchas formas de medir la similitud (Sneath y Sokal, 1973; Wolda, 1981; Legendre y Legendre, 1983) que presentan como característica básica ser primordialmente medidas descriptivas.

Hay dos atributos deseables para cualquier medida de similitud: deben ser independientes del tamaño de muestra así como del número de especies en la comunidad (Wolda, 1981); y la



medida debe aumentar de forma progresiva desde un mínimo fijado hasta un máximo también fijo.

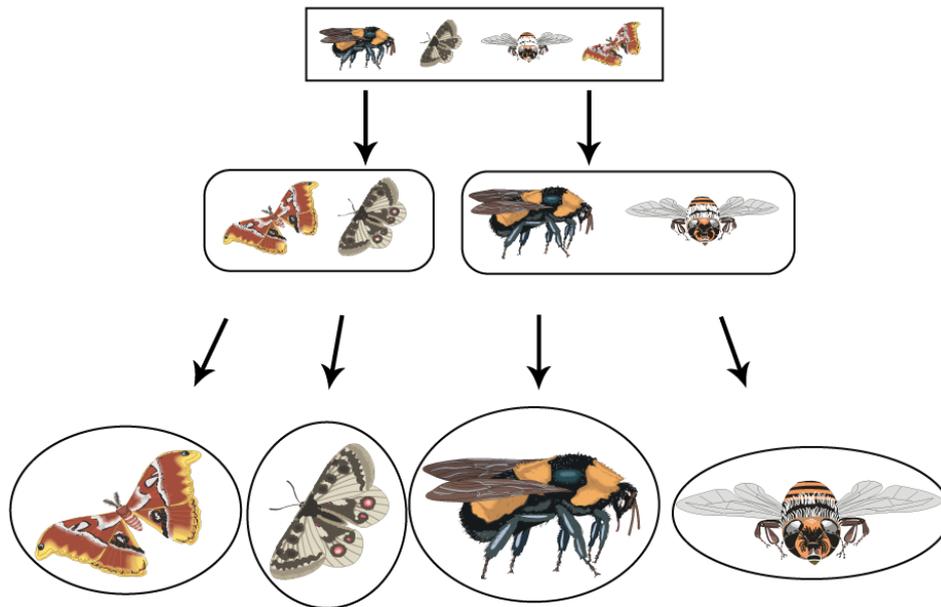
En cuanto al análisis en cluster se utiliza, como se dijo anteriormente, cuando se quiere agrupar muestras similares. Es un término aplicado a la mayor parte de las técnicas utilizadas para conseguir una clasificación de un grupo de muestras. Muchos de los métodos fueron revisados por Pielou (1969), Sneath y Sokal (1973), Clifford y Stephenson (1975) y Romesburg (1984).

En nuestro caso la clasificación de las muestras según las particulares peculiaridades de cada zona de olivar muestreada se constituye en uno de los objetivos de estudio. Existen cuatro formas de clasificar las muestras dentro de los análisis en cluster (Pielou, 1969):

- Jerárquica o reticulada (Figura 3.17). La clasificación jerárquica tiene forma de árbol, mientras que las clasificaciones reticuladas se solapan como una red. Las clasificaciones taxonómicas tienen la forma de árbol y son las más fáciles de entender.



JERÁRQUICA



RETICULADA

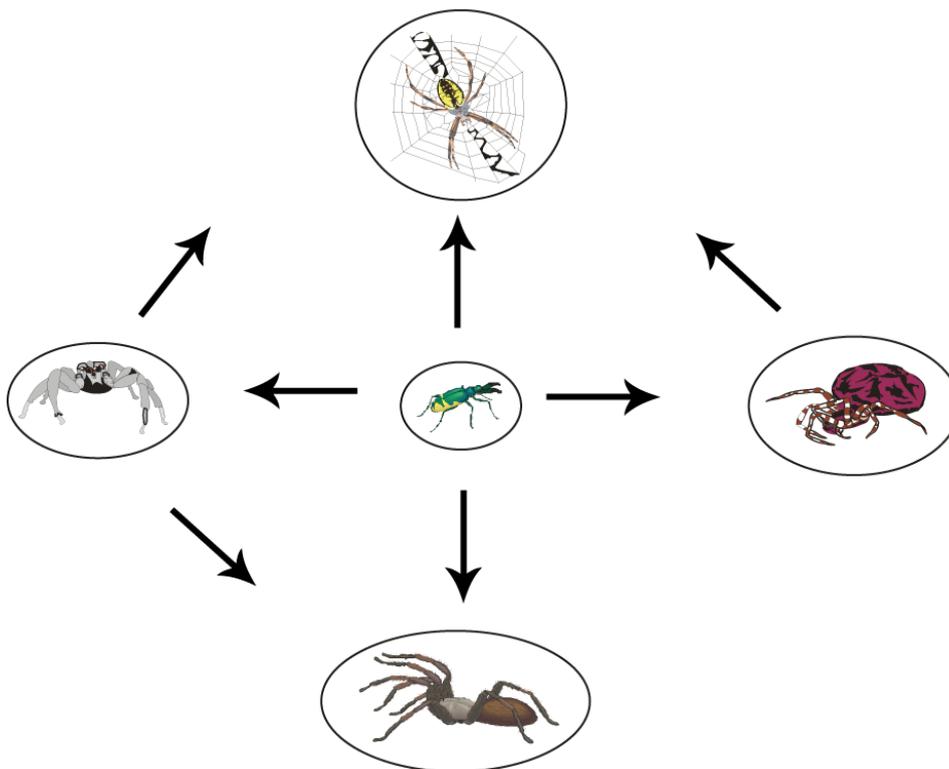


Figura 3.17.- Ejemplo de clasificación jerárquica (superior) aplicada a una clasificación taxonómica y reticulada (inferior) en el hipotético caso de relaciones tróficas entre diversas especies.



- Divisiva o aglomerativa (Figura 3.18). En la clasificación divisiva se comienza con el conjunto de muestras que se dividen entre clases. En las aglomerativas se comienza en la base (con las muestras individuales) y se va ascendiendo.

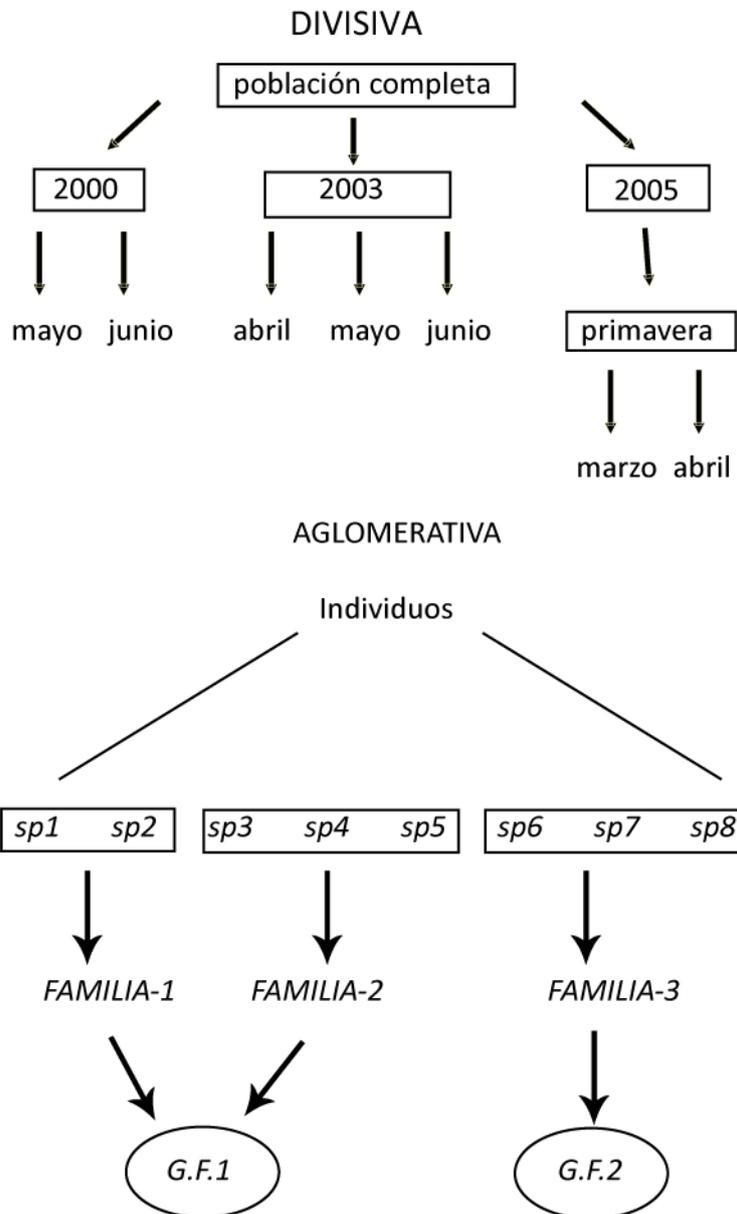


Figura 3.18.- Diagrama de clasificación divisiva (superior) y aglomerativa (inferior) de ordenación de muestras.

- Monotéticas o politéticas. En la monotética se utiliza una sola característica para conformar las clases, mientras que en la politética se usan dos o más características para conformar las clases.



- Cuantitativos o datos cuantitativos. El principal argumento para utilizar datos cuantitativos es evitar la distorsión que ejercen en los resultados las especies raras sobre las especies comunes mucho más abundantes.

Conviene remarcar que no existe un tipo de clasificación que resulte la mejor a lo hora de agrupar muestras, resultando más efectivo utilizar cada tipo de las clasificaciones propuestas frente a otras dependiendo del caso particular.



4. Bibliografía

- Clifford, H.T., Stephenson, W. 1975. An Introduction to Numerical Classification. Academic Press. New York.
- Costello, M.J., Daane, K.M. 1997. Comparison of Sampling Methods Used to Estimate Spider (Araneae) Species Abundance and Composition in Grape Vineyards. Environmental Entomology. 26 (2), 142-149.
- Fonseca, C.R., Ganade, G. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. Journal of Ecology. 89, 118-125.
- Google Earth version 4.0.2740: <http://earth.google.com/>
- Harper, J.L., Hawksworth, D.L. 1995. Biodiversity: Measurement and Estimation. Philosophical Transactions: Biological Sciences. 345 (1311), 5-12.
- Hector, A., Schmid, B., Beierkuhnlein, C., Caldeira, M.C., Diemer, M., Dimitrakopoulos, P.G., Finn, J.A., Freitas, H., Giller, P.S., Good, J., Harris, R., Högberg, P., Huss-Danell, K., Joshi, J., Jumpponen, A., Körner, C., Leadley, P.W., Loreau, M., Minns, A., Mulder, C.P.H., O'Donovan, G., Orway, S.J., Pereira, J.S., Prinz, A., Read, D.J., Scherer-Lorenzen, M., Schulze, E.C., Simantziouras, A.S.D., Spehn, E.M., Terry, A.C., Troumbis, A.Y., Woodward, F.I., Yachi, S., Lawton, J.H. 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grassland. Science. 286, 1123-1127.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Jarvis, A., O'Brien, R., Mathur, P., Bussink, C., Cruz, M., Barrantes, I., Rojas, E. 2005. DIVA-GIS Version 5.2.0.2: <http://www.diva-gis.org/>
- Hooper, D.U. 1998. The role of complementarity and competition in ecosystem responses to variation in plant diversity. Ecology. 79, 704-719.
- Junta de Andalucía. Estaciones Agroclimáticas: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/estacionesAgroclimaticas/estaciones.jsp>
- Krebs, C.J. Ecological Methodology. 2nd ed. Addison-Wesley. Menlo Park. 581pp.
- Land, M.F. 1985. The morphology and optics of spider eyes. In: Neurobiology of Arachnids. Barth F.G. (ed.). Springer-Verlag. Berlín. pp 53-78.
- Legendre, L., Legendre, P. 1983. Numerical Ecology. Elsevier. New York.
- Magurran, A. E. 1988. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing. 256 pp.
- Margalef, R. 1998. Ecología. Omega. Barcelona. 968 pp.
- McCaffrey, J.P., Parrella, M.P., Horsburgh, R.L. 1984. Evaluation of the limb-beating sampling method for estimating spider (Araneae) populations on apple trees. Journal of Arachnology. 11, 363-368.
- McIntosh, R.P. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology. 48, 392-404.
- Ministerio de Hacienda. Secretaria de Estado de Hacienda y Presupuestos. Dirección General del Catastro. *Oficina Virtual del Catastro*: <https://ovc.catastro.minhac.es/CYCBienInmueble/OVCConsultaBI.htm>



- Naeem, S., Li, S. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature*. 390, 507-509.
- Norse, E.A., Rosenbaum, K.L., Wilcove, D.S., Wilcox, B.A., Romme, W.H., Johnson, D.W., Stout, M.L. 1986. Conserving biological diversity in our national forests. Washington D.C. The Wilderness Society.
- Palmer, M.W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*. 71, 1195-1199.
- Petchey, O.L., Gaston K.J. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology letters*. 5, 402-411.
- Pielou, E.C. 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. Wiley. New York.
- Rastetter, E.B., Gough, L., Hartley, A.E., Herbert, D.A., Nadelhoffer, K.J. Williams, M. 1999. A revised assessment of species redundancy and ecosystem reliability. *Biological Conservation*. 13, 440-443.
- Romesburg, H.C. 1984. *Cluster Analysis for Researchers*. Lifetime Learning Publications. Belmont, California.
- SIG Oleícola Español: http://w3.mapya.es/dinatierra_v3/Sorry.asp
- Sistema Integrado de Información Geográfica de Andalucía (SIGPAC): <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sigpac/>
- Sneath, P.H., Sokal, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. 2nd ed. Chapman and Hall. New York.
- Tilman, D. 2001. Functional diversity. In: *Encyclopedia of Biodiversity* (ed. Levin, S.A.). Academic Press. San Diego, California. pp. 109-120.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, P., Siemann, E. 1997. The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science*. 277, 1300-1302.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman, C.L. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*. 294, 843-845.
- Uetz, G.W., Unzicker, J.D. 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology*. 3, 101-113.
- Weithoff, G., Walz, N., Gaedke, U. 2001. The intermediate disturbance hypothesis – species diversity or functional diversity? *Journal of Planckton Research*. 23 (10), 1147-1155.
- Wolda, H. 1981. Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*. 50, 296-302.



4.- Evaluación de los protocolos de muestreo de Araneae en el olivar



1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusión
6. Bibliografía



1. Introducción

Debido a la naturaleza hiperdiversa de los artrópodos, su muestreo para estudios de ecología resulta complejo, ya que la información taxonómica y/o ecológica de muchas especies es escasa y presentan una elevada tasa de alteración/destrucción de su hábitat.

Los métodos de muestreo de los artrópodos en general y de las arañas en particular son muy variados y se ajustan a cada necesidad específica de obtener una estimación de la abundancia y diversidad de los taxones a estudiar (Colwell y Coddington, 1994). En nuestro caso concreto, pasamos a comentar a continuación las que han sido evaluadas.

El método de vareo parece ser más efectivo en el muestreo de artrópodos de estadios tempranos que sobre adultos más activos (Herms *et al.*, 1990). Pero también se han obtenido resultados positivos en evaluaciones de su eficiencia en el caso de las arañas y para un cultivo de árboles como el manzano, que demuestran una alta eficacia a lo largo de una estación de muestreo a la hora de obtener representación de las arañas como orden, así como de algunas de las principales familias (McCaffrey *et al.*, 1984).

El de las trampas de caída es uno de los métodos de muestreo utilizado de forma más efectiva para obtener arañas nocturnas y diurnas sin necesidad de estar de manera constante sobre la zona a estudiar (Alderweireldt, 1994), pero tiene limitaciones, ya que este método por sí solo no es un buen estimador de la densidad, y está más indicado para el muestreo de las especies de suelo que para las que habitan el estrato arbustivo y arbóreo.

El muestreo mediante aspirador (D-vac) ha sido ampliamente utilizado y evaluado en la literatura como una herramienta no específica para la recogida de artrópodos en agroecosistemas (Dietrick *et al.*, 1959; Dietrick 1962; Thornhill, 1978; Sunderland *et al.*, 1995; Samu *et al.*, 1997).

Por último en el caso de las trampas engomadas se ha comprobado que muestran unos patrones similares de éxito en la captura de artrópodos que otro de los métodos evaluados como son las trampas de caída y se proponen como método de muestreo conjunto a ellas (Norment, 1987).

El objetivo del presente capítulo es conseguir optimizar el esfuerzo muestral de recolección de arañas en el olivar con el propósito de maximizar los resultados y su significación en estudios de ecología aplicada (bioindicación, control biológico, etc.).

Se comprueba la posible reducción en el tamaño muestral en el método de vareo de copa; reducción que también se llevó a cabo con las trampas de caída para mejorar el esfuerzo muestral a la hora de recoger arañas de cada olivar seleccionado.

Asimismo se comprobó en qué grado afecta la variación (aumento) en el tiempo de permanencia de las trampas de caída en el olivar al patrón de capturas logradas (número total



de individuos). Su motivación atiende a que de esta forma se puede cosechar un mayor número de ejemplares con lo que se obtendría unas muestras más representativas tanto desde el punto de vista de la abundancia en el olivar como desde el punto de vista taxonómico, ya que de aquellas muestras que no pudieron ser identificadas hasta nivel taxonómico de especie en un primer momento, por tratarse de individuos juveniles, podrían serlo gracias a la captura de ejemplares adultos realizando un muestreo más amplio en el tiempo de permanencia de la trampa en campo.

Para la utilización de la aspiradora de la manera más apropiada posible se decidió evaluar la posibilidad de utilizar diversas bocas succionadoras modificadas para maximizar la captura de individuos así como preservar, en la medida de lo posible, su estado de conservación de cara al posterior trabajo taxonómico en laboratorio.

A raíz de una experiencia realizada para comprobar el posible efecto atrayente de las trampas de feromona de una de las principales plagas del olivar sobre las arañas de la copa (Cárdenas *et al.*, 2005) se aprovechó también para valorar su posible utilización como método de muestreo alternativo de arañas en copa, ya que a pesar de ser unos depredadores generalistas existen ejemplos de familias que han evolucionado hasta conseguir cierta especialización por sus presas, como Araneidae, Miturgidae y Zodariidae, entre otras y por ello han desarrollado mecanismos de detección de las mismas basados en la quimiorrecepción de sustancias químicas producidas por éstas, que pueden ser feromonas, de diversos tipos, sexuales o de alarma (Alan *et al.*, 1996; Kaspi, 2000; Haynes *et al.*, 2002).

2. Material y métodos

Reducción del tamaño muestral (Vareo y caída)

Para realizar este estudio se muestrearon un total de 23 parcelas de olivar pertenecientes a las provincias de Córdoba, Granada y Jaén, cuya asignación se realiza a continuación (las características particulares de cada olivar vienen descritas en el capítulo correspondiente a las zonas de estudio dentro de la sección de metodología):

- Córdoba (9 olivares), situados en la comarca de Los Pedroches: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9.
- Granada (9 olivares): 3 en Albolote (A, B, C) y 6 en Deifontes (DC, DE, DJ, DM, DN, DT).
- Jaén (5 olivares): 3 en Linares (LC, LSC y LSP) y 2 en Torreperogil (TC, TSC).

En un principio se muestrearon 4 líneas de árboles aleatoriamente seleccionados (separada cada línea por dos líneas de árboles no muestreados) y se varearon 5 árboles en cada línea, separados entre sí 1 árbol, para un total de 20 árboles. De la misma forma se colocaron en la



base de cada uno de estos árboles una trampa de caída en orientación norte y rellena con líquido de Scheerpeltz.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con la intención de comprobar la significación del método, disminuyendo el número de árboles muestreados de 20 a 15 y a 12; dicho de otra manera, reducción del tamaño de muestra seleccionado para cada parcela desde el 100% al 75, 70 y 60% de muestras, para mantener el contraste de las hipótesis (igualdad de medias para el número de observaciones entre los distintos grupos taxonómicos estudiados). Para ello se realizaron, con el tamaño de muestra original, contrastes t-Student para los grupos con mayor número de observaciones. Inicialmente se cuenta con un número mínimo de 20 observaciones por mes de diversos olivares de las provincias de Córdoba, Granada y Jaén. Se trata de determinar, en base al tamaño de muestra mínimo citado, el tamaño de muestra óptimo, considerando que la significación mínima en los contrastes (0.05) se mantiene.

Estas fueron las familias comparadas: Araneidae, Gnaphosidae, Linyphiidae, Lycosidae, Philodromidae, Salticidae, Theridiidae, Thomisidae y Zodariidae; y la especie de la familia Sicariidae, *Loxoscelles rufescens* (Dufour). Se seleccionaron taxones representativos desde dos puntos de vista: por una parte por su abundancia en las capturas y por otra se escogieron aquellos representativos en los dos estratos muestreados. Arañas propias de la copa como Araneidae, Linyphiidae, Philodromidae, Salticidae, Theridiidae y algunos Thomisidae y también arañas propias del suelo como Gnaphosidae, Lycosidae, Zodariidae, algunos Thomisidae y sicáridos como *L. rufescens*.

Cambio en tiempo de permanencia de las trampas de caída

Las trampas de caída fueron evaluadas en dos aspectos diferentes:

- Por una parte, se varió el número de árboles muestreados por parcela, desde 20 hasta 12 para ver el efecto estadístico de esa reducción. Los resultados serán comentados conjuntamente con el apartado anterior.
- Por otra se testó como afecta el cambio en el tiempo de permanencia de las trampas desde 1 a 7 días.

Para este segundo caso se seleccionaron 3 parcelas de olivar: Cortijo Cajil (B) y Cañada de la Laguna (C) en Albolote (Granada) y Dehesa del Tobazo (AL) en Alcaudete (Jaén), atendiendo a las prácticas agronómicas empleadas en cada una de estas fincas olivareras. En AL el manejo es ecológico, en B es integrado y en C es convencional.

El estudio completo se realizó durante la última semana del mes de mayo del año 2004. En cada una de estas parcelas se seleccionaron dos zonas a muestrear: una zona experimental, en la que las trampas fueron colocadas y renovadas cada día (su contenido fue filtrado y recogido cada 24 horas) hasta completar un total de 7 días tras lo cual fueron retiradas definitivamente y otra control en la que las trampas de caída fueron retiradas a las 24 horas de ser colocadas.



En todos los olivares se muestrearon 15 árboles de cada tratamiento. El diseño para la colocación de las trampas es el mismo seguido durante todo este trabajo de tesis. Filas de 5 árboles separados entre sí 1 árbol no muestreado. Por tanto, en este caso se eligieron 3 filas al azar, con una separación de dos filas de árboles no recolectados, hasta completar esas 15 muestras. Todas las trampas fueron rellenas con líquido de Scheerpeltz para evitar el escape de los individuos que caían y disminuir el deterioro de los mismos.

Todos los ejemplares fueron almacenados en recipientes de plástico y transportados hasta el laboratorio para su posterior identificación.

Succión en cubierta vegetal

Para el muestreo de las arañas de la cubierta se seleccionó el método de la succión con aspiradora a motor (aspiradora a gasolina Stihl BR-420) como el más apropiado. A la hora de evaluarlo se eligieron dos bocas sutoras diferentes:

- Una boca de sección circular y una superficie total de 0.5 m^2 . En este caso se aplicó la boca suctora sobre un único sector de la cubierta vegetal. La aplicación, gracias a la forma de dicha boca pudo realizarse de manera que la sección muestreada quedara encerrada dentro del recinto delimitado por la boca y sin contacto con el exterior por lo que se pudo muestrear completamente la zona seleccionada.
- Una boca suctora de sección rectangular y una superficie de 0.0039 m^2 . Para igualar la superficie total muestreada de la cubierta vegetal se realizaron transectos entre las calles de los olivos y en cada uno de los casos se efectuaron varias aplicaciones de la boca sobre la vegetación, hasta completar 20 muestras que equivalen a la superficie de cubierta vegetal aspirada similar al tratamiento anterior. Cada 6 aplicaciones de la boca sobre la cubierta la muestra resultante fue almacenada en una malla constituyendo una de las unidades de muestreo.

Trampas engomadas

El estudio se realizó en dos parcelas olivareras situadas en Granada y Jaén. La finca de Cortijo Cajil situada en el municipio de Albolote (Granada), presenta un manejo de tipo integrado y cubierta vegetal de gramíneas espontáneas. La finca de Dehesa del Tobazo está situada en el municipio de Alcaudete (Jaén), posee un manejo ecológico y muestra asimismo cubierta vegetal de gramíneas.

En cada finca se realizaron tres tratamientos:

- Trampas amarillas con feromona (F).
- Trampas amarillas sin feromona (A).
- Trampas sin feromona (C).



Cada tratamiento consistió en la colocación de 5 trampas engomadas de 20x20 cm, en la copa de los árboles, separados una distancia mínima de 50 metros. Las trampas del tratamiento F llevaban asociada una capsula de feromona atrayente (espiroacetato) para *Bactrocera oleae*. Cada una de las trampas engomadas de los tres tratamientos fue renovada cada 15 días, con una duración total del experimento de 45 días, haciendo coincidir la colocación de las trampas con feromona con la época de mayor incidencia de esta plaga en la zona estudiada, los meses de septiembre y octubre.

Las trampas retiradas fueron observadas después en el laboratorio para identificar las especies de arañas representadas y el número de capturas. Previamente al inicio del trabajo taxonómico de identificación las trampas fueron envueltas en láminas de plástico para facilitar su manipulación. Debido a que sólo se capturaron estadios juveniles y en los adultos capturados resultaba impracticable su manipulación, la identificación se hizo sólo hasta nivel de familia, siendo los ejemplares fotografiados para certificar a posteriori la identidad de los taxones. Además, muchos especímenes presentaban desperfectos que hacían impracticable su clasificación taxonómica específica.

Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó una prueba estadística para la comparación de las medias, t-Student. Asimismo también se utilizó una prueba no paramétrica de comparación de varianza (ANOVA), el test Kruskal-Wallis.

Para los obtenidos del muestreo de la copa con trampas engomadas se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson, que permite medir el grado de asociación lineal entre dos variables cualesquiera.

En todos los casos para ejecutar dichos análisis se utilizó el software estadístico SPSS ver. 14.0.1 (SPSS, 2005).

3. Resultados

Reducción del tamaño muestral (Vareo y caída)

En esta sección se resumen los resultados obtenidos para la copa de los árboles y para las trampas de caída en cuanto a la reducción del tamaño de muestra, ya que, como se dijo anteriormente, se trabajó con los dos grupos de muestras porque daban un conjunto más homogéneo y una mejor representación de la comunidad aracnológica. Los datos de los grupos elegidos para los contrastes se muestran en la tabla 4.1.



Tabla 4.1.- Total de capturas de los individuos procedentes de trampas de caída y del vareo de copa, de los diferentes grupos taxonómicos seleccionados para comparar la significación en la reducción del tamaño muestral.

Resúmenes de casos

N		Araneidae	Gnaphosidae	Linyphiidae	Lycosidae	Philodromidae	Salticidae	Loxocelles rufescens	Theridiidae	Thomisidae	Zodariidae
No	Cubierta vegetal										
	MUESTRA										
	1	1	3	4	1	3	4	1	2	1	2
	2	2	7	3	1	1	1		2	3	3
	3	1	6	5	1	3	3	1	5	5	
	4		5	5	1	1	3	1	1	1	1
	5	1		2	1	6	7	1	2	4	2
	6	3	2	4	2	2	3		3	1	1
	7	1	4	7	2	6	3		2	2	1
	8		3	6	2		4	1	3	2	1
	9	1	2	5	1	2	4		1	1	1
	10	3	3	4	1	2	5	2		3	
	11	2	7	6		2	5	1	3		1
	12	2	4	5		3	4	2	1	2	2
	13	3	3		1	1	3	3	5	2	2
	14	2	2	4	1		2		2	2	2
	15	1	3	3		1	3		3	2	2
	16		5	3	2	2	3	1	2	3	3
	17		3	6	1	4	3	2	1	3	1
	18	1	6	2	1	1	1	1	3	3	2
19	1	2	8	1	1	4	1	4	3	4	
20		5	5			4			1	1	
Total		25	75	87	20	39	69	18	45	42	32
Sí	1	1	8	3	1	1	5		4	1	1
	2	1	3	3	2		2		6		2
	3	2	5	2	1		6	1	1	1	2
	4	1	3	2			2	3	2	4	1
	5	1	2	2	2	1	1	1	2	6	
	6		4		1	1	5	2	1	2	1
	7	1	4	1	3	3	4		1	1	1
	8		2	3	1	4	4		2	1	2
	9		5	1	1	2	4	1	3	3	1
	10	1	3	4			8		2	2	
	11	2	2	3		1	3	2	2	6	
	12	1	3	1	1		4	1	1	2	
	13		7	1		2	6	1	2	5	5
	14		4		1	3	2		1	2	2
	15	3	1	1	2	4	4	1	1	2	1
	16	2	1	1		1	2	1		2	
	17		2	3		2	4	1	2	4	
	18	1	6	1	1	2	3	1	2	6	2
	19	1	4	2	1	2	3			1	1
	20	2	4	1	1	1	2		4	3	1
Total		20	73	35	19	30	74	16	39	54	23

Uno de los aspectos más relevantes que se han tenido en cuenta es el que se refiere al tamaño óptimo de muestra. Este tamaño es de especial importancia para la realización de los contrastes derivados de los datos, uno de los objetivos centrales de la investigación.

En las sucesivas tablas (Tablas 4.3-4.5) se recalculan los p-valores para muestras que contienen respectivamente el 75%, el 70% y el 60% de los casos originales. De la simple observación de los nuevos p-valores, se deduce que no es suficiente el 60% de las observaciones para mantener la significación estadística (Tabla 4.5), y que con el 70% se mantiene en todos los grupos, si bien incrementándose ostensiblemente el p-valor (Tabla 4.4). Con el 75% de las observaciones los valores resultan muy similares a los correspondientes al 100% de las muestras (Tablas 4.2 y 4.3).



Tabla 4.2.- Contrastes entre los grupos taxonómicos para el 100% de los casos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia
Araneidae	1,132	2140,157	,258	,01	,005
Gnaphosidae	3,012	1994,952	,003	,03	,010
Linyphiidae	-1,880	2834,810	,060	-,01	,008
Lycosidae	1,693	1597,600	,091	,01	,006
Philodromidae	,813	1858,146	,417	,01	,011
Salticidae	3,711	1846,005	,000	,04	,009
Loxocelles rufescens	1,388	1942,514	,165	,01	,005
Theridiidae	1,205	2793,176	,228	,01	,008
Thomisidae	3,180	1381,253	,002	,04	,013
Zodariidae	,415	2655,126	,678	,00	,007



Tabla 4.3.- Contrastes para una muestra del 75% de los casos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia
Araneidae	,974	1632,785	,330	,01	,005
Gnaphosidae	3,268	1502,729	,001	,04	,012
Linyphiidae	-1,044	2002,083	,297	-,01	,009
Lycosidae	1,501	1192,326	,133	,01	,007
Philodromidae	,043	1923,028	,965	,00	,008
Salticidae	3,223	1414,983	,001	,04	,011
Loxocelles rufescens	1,683	1289,078	,093	,01	,005
Theridiidae	,964	2188,021	,335	,01	,010
Thomisidae	3,136	1029,786	,002	,05	,017
Zodariidae	-,284	2325,121	,776	,00	,007



Tabla 4.4.- Contrastes para una muestra del 70% de los casos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia
Araneidae	,129	1677,853	,898	,00	,005
Gnaphosidae	3,715	1258,982	,000	,05	,013
Linyphiidae	-1,589	1940,475	,112	-,02	,010
Lycosidae	1,020	1136,717	,308	,01	,007
Philodromidae	,618	1303,604	,537	,01	,015
Salticidae	3,268	1324,383	,001	,04	,011
Loxocelles rufescens	,930	1512,496	,352	,00	,005
Theridiidae	,891	2075,186	,373	,01	,010
Thomisidae	2,550	973,694	,011	,04	,017
Zodariidae	,137	2119,019	,891	,00	,007



Tabla 4.5.- Contrastes para una muestra del 60% de los casos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba T para la igualdad de medias				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia
Araneidae No se han asumido varianzas iguales	,413	1327,134	,680	,00	,006
Gnaphosidae No se han asumido varianzas iguales	2,592	1154,119	,010	,04	,014
Linyphiidae No se han asumido varianzas iguales	-1,816	1684,031	,069	-,02	,011
Lycosidae No se han asumido varianzas iguales	1,216	914,587	,224	,01	,009
Philodromidae No se han asumido varianzas iguales	,703	1724,330	,462	,01	,008
Salticidae No se han asumido varianzas iguales	2,816	1055,280	,005	,04	,012
Loxocelles rufescens No se han asumido varianzas iguales	,574	1256,361	,566	,00	,006
Theridiidae No se han asumido varianzas iguales	1,648	1228,400	,100	,02	,009
Thomisidae No se han asumido varianzas iguales	2,181	801,576	,029	,04	,019
Zodariidae No se han asumido varianzas iguales	-,638	1950,884	,523	,00	,007



Cambio en el tiempo de permanencia de las trampas de caída

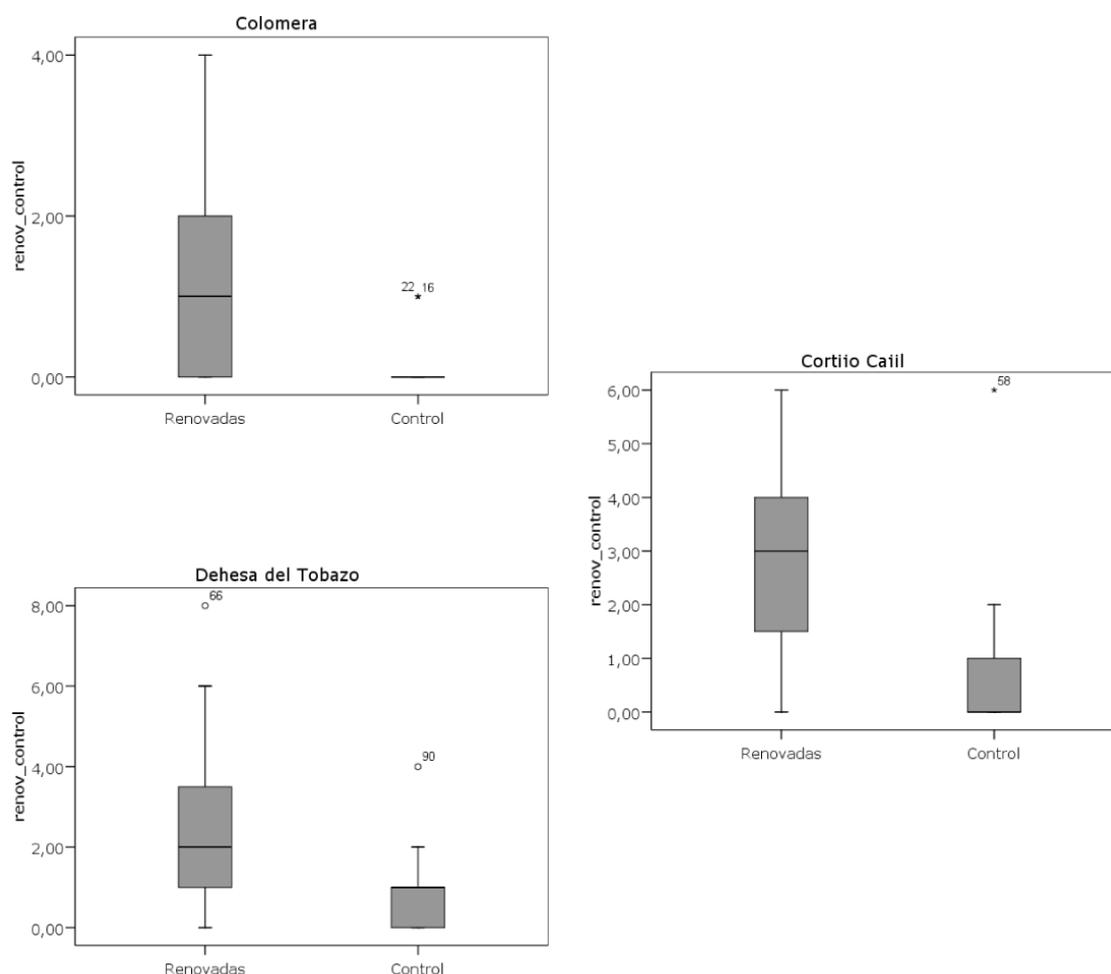


Figura 4.2.- Distribución de capturas de individuos entre las trampas renovadas y las controles.

En el modelo general (todas las parcelas) el intervalo de confianza es el siguiente (se quitaron valores extremos: uno en Dehesa del Tobazo con un control de 4 individuos y otro en Cortijo Cajil con muestra de control de 6 arañas): [1.6818 - 2.8071]. Para el control tendría que salir un intervalo de confianza [0.2425 - 0.40101] siendo el estimador de 0.4419 que no se encuentra dentro del intervalo.

En todos los casos se recogieron más individuos en las trampas que fueron renovadas cada día hasta los 7 días totales respecto al grupo control (Figura 4.2). El intervalo de confianza en el olivar convencional para las trampas renovadas es [0.5579 – 1.9754] para los 7 días, mientras que para la parcela control sería [0.0797 – 0.2822]; está incluido en el valor obtenido 0.2 (estimador), verificándose así el valor calculado para el intervalo de confianza en esta parcela. El intervalo de confianza para la finca con manejo integrado está situado, una vez retirados del pool los valores extremos de 6 individuos, en [1.8363 – 3.7637] para las trampas renovadas



hasta los 7 días; mientras que el calculado para la parcela control es [0.2623 – 0.5376]. El estimador que nos resulta es 0.4286 que también se encuentra dentro del intervalo.

Por último para la finca ecológica, el intervalo de confianza de capturas para 7 días calculado debería ser el siguiente: renovadas [1.4522 – 3.881], mientras que para la parcela control sería [0.20745 – 0.55444]. En este último caso el valor del estimador, 0.71, no se incluye dentro del intervalo por lo que no sigue la misma tendencia que las otras parcelas.

También se pudo conocer la curva de acumulación de individuos capturados a lo largo de 7 días de muestreo (Figura 4.3). En la finca de Colomera se observa que la captura de individuos es mayor durante los primeros días, descendiendo de manera apreciable en los últimos días del muestreo (incluso no se recogen individuos en dos días). En Cortijo Cajil la situación parece repetirse, aunque no de forma tan acusada como en el caso anterior, la mayor parte de las capturas se efectuaron durante los 4 primeros días. Por último en el caso de Dehesa del Tobazo la recogida de especies mantiene un patrón muy regular a lo largo de todo el periodo muestreado.

Succión en cubierta vegetal

Se capturaron significativamente más individuos con la boca suctora más pequeña y los transectos rectilíneos que con la boca más ancha y el muestreo de una sola sección de cubierta vegetal (Kruskal-Wallis test, $P < 0.05$). Es más, los resultados eran tan dispares en términos de abundancia de individuos, que se realizaron también las mismas comparaciones pero para toda la comunidad de artrópodos, volviendo a salir las diferencias significativas (Kruskal-Wallis test, $P < 0.05$).

Trampas engomadas

En este caso se destaca que el número de individuos obtenidos siguió el siguiente patrón. Un total de 9 familias resultaron capturadas durante el estudio: Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Miturgidae, Oxyopidae, Philodromidae, Salticidae, Theridiidae y Thomisidae (Tabla 4.6).

Tabla 4.6.- Número medio de individuos por trampa engomada, de las familias citadas durante el estudio.

FAMILIA	Media	Error típico
Araneidae	1	0.030
Dictynidae	1	0.033
Linyphiidae	1.708	0.095
Miturgidae	1	0.011
Oxyopidae	1	0.033
Philodromidae	1.273	0.050
Salticidae	1.2	0.042
Theridiidae	2.714	0.129
Thomisidae	1.33	0.027

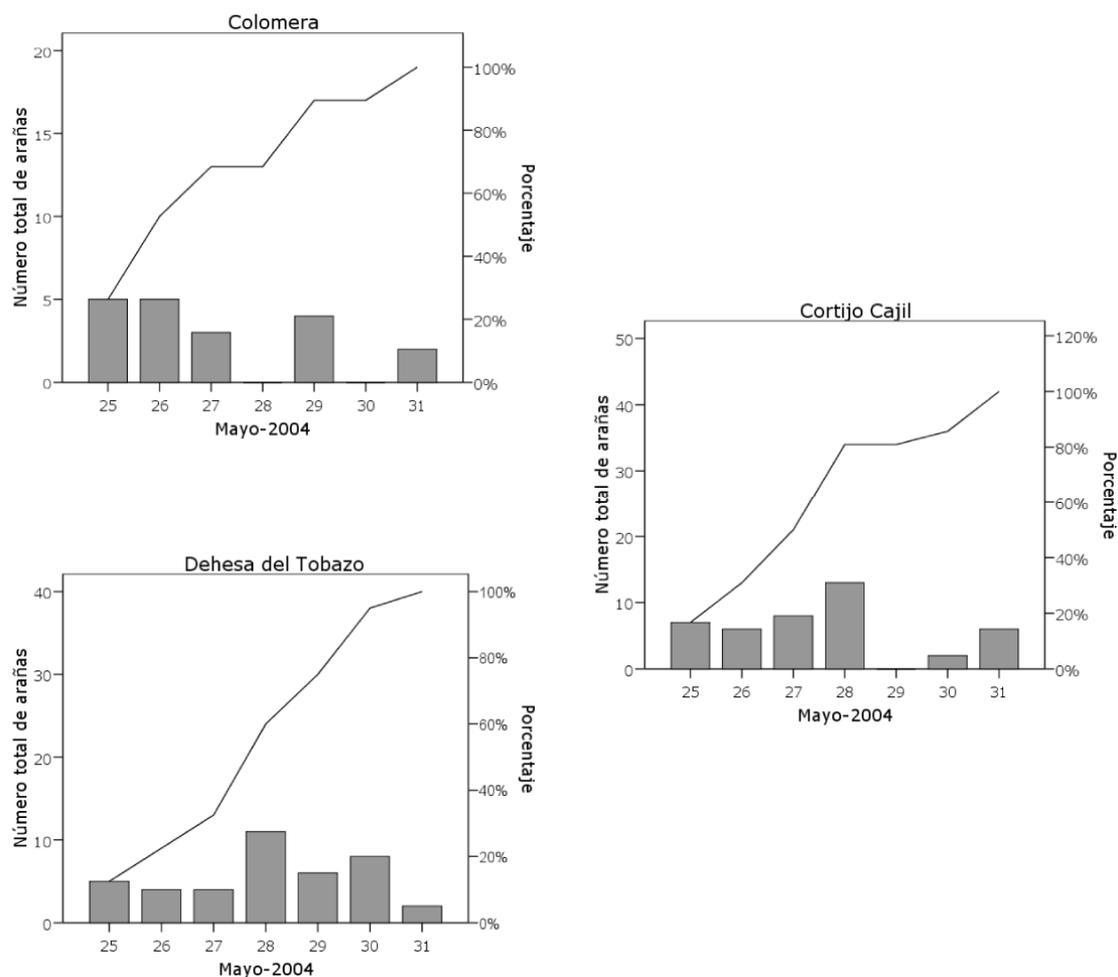


Figura 4.3.- Evolución en el número de capturas a lo largo de los 7 días en que fueron colocadas y renovadas las trampas en los tres olivares en estudio.

Todas ellas se recogieron en las trampas amarillas, mientras que en las que tenían la cápsula de feromona no estuvo presente la familia Miturgidae y en las blancas además de esta última no se recogió la familia Thomisidae. 6 familias (Dictynidae, Linyphiidae, Oxyopidae, Philodromidae, Salticidae y Theridiidae) representaron más del 90 % de las capturas. La familia más representada fue la familia Theridiidae en las trampas con feromona y amarillas y Linyphiidae en las blancas (Tabla 4.7).

El mayor número de capturas se registró en las trampas amarillas, seguidas por las que presentaban cápsula de feromona y por último las blancas (Figura 4.4), aunque las diferencias no fueron significativas (test Kruskal-Wallis, $p > 0.05$).

En las dos fincas muestreadas la tendencia fue diferente. En la finca con manejo ecológico siguió la tendencia general en el patrón de capturas mientras que en la finca con manejo integrado las trampas con mayor número de capturas fueron las blancas (Figura 4.5), diferencias que no fueron significativas. No existieron tampoco diferencias significativas entre



el número de capturas realizadas entre los dos olivares muestreados (test Kruskal-Wallis, $p > 0.05$).

Tabla 4.7.- Número medio de individuos recogidos en los olivares estudiados en cada tipo de trampa engomada.

FAMILIAS	Feromona		Amarilla		Blanca	
	Media	Error típico	Media	Error típico	Media	Error típico
Araneidae	1	0.046	1	0.046	1	0.063
Dictynidae	1	0.069	1	0.056	1	0.046
Linyphiidae	1.333	0.106	1.5	0.111	1.929	0.222
Miturgidae	0	0.000	1	0.033	0	0.000
Oxyopidae	1	0.069	1	0.063	1	0.033
Philodromidae	1	0.063	1.33	0.079	1.5	0.111
Salticidae	1	0.063	1.25	0.084	1.5	0.074
Theridiidae	3	0.262	2.857	0.273	1.5	0.074
Thomisidae	1	0.033	1.5	0.074	0	0.000

Sólo las familias Oxyopidae y Dictynidae fueron capturadas en mayor proporción en las trampas con feromona respecto al resto (Figura 4.5), pero las diferencias no fueron significativas (test Kruskal-Wallis, $p > 0.05$).

Respecto a la distribución de los taxones capturados entre los dos grandes grupos de arañas atendiendo a su ecología, encontramos 4 familias de arañas constructoras de tela: Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae y Theridiidae; y 5 de cazadoras: Miturgidae, Oxyopidae, Philodromidae, Salticidae y Thomisidae. En las trampas a pesar de ser este segundo grupo el más diverso es capturado en menor cantidad (Figura 4.6), aunque no existe correlación entre estos dos grupos (correlación lineal de Pearson, $P = 0.102$; $P > 0.05$).

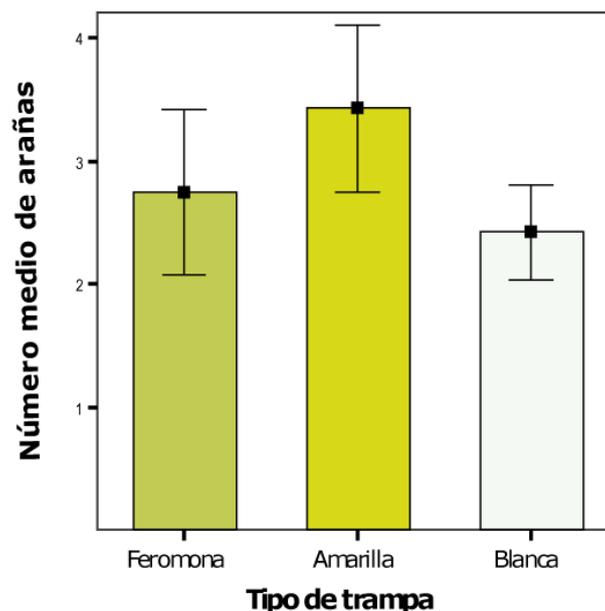


Figura 4.4.- Capturas medias (+/- error típico) en las diferentes trampas engomadas.

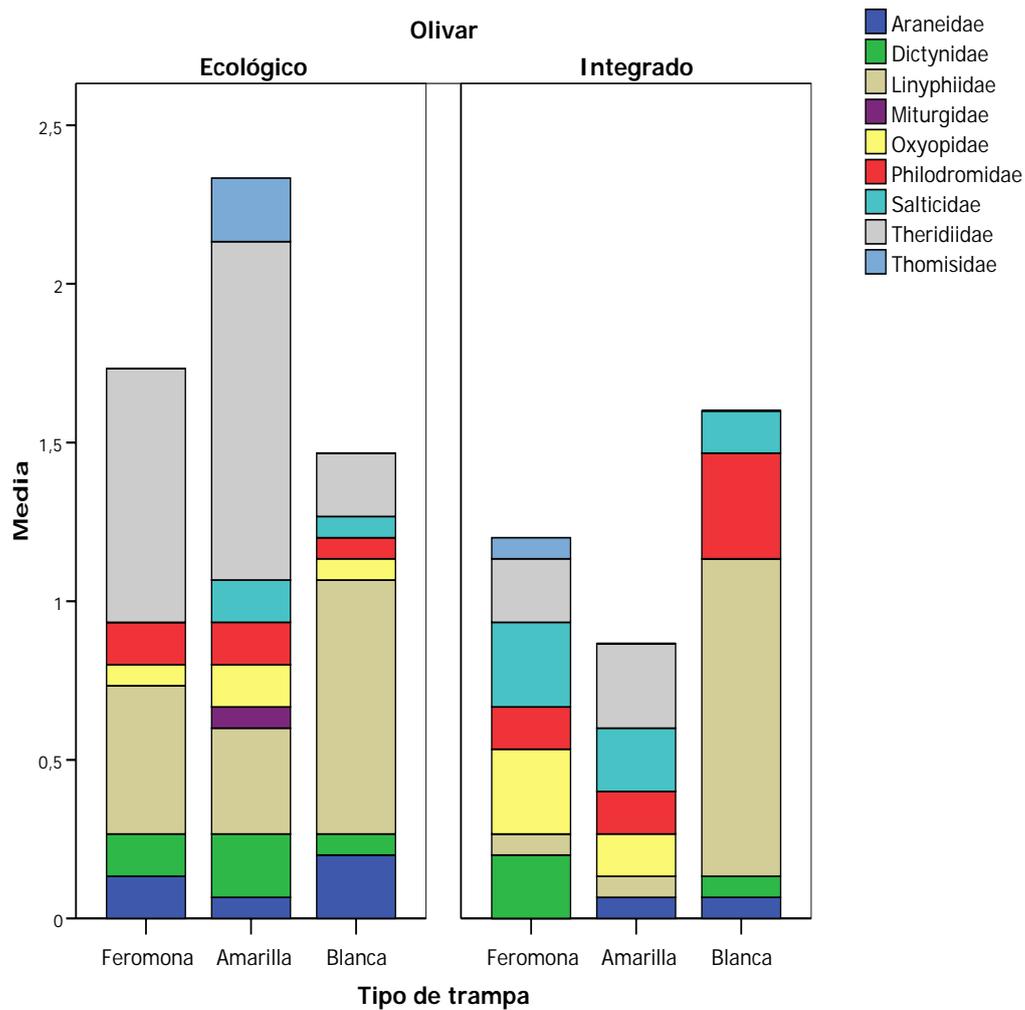


Figura 4.5.- Medias de capturas por trampa en los olivares muestreados, con la distribución de las mismas entre las familias encontradas.

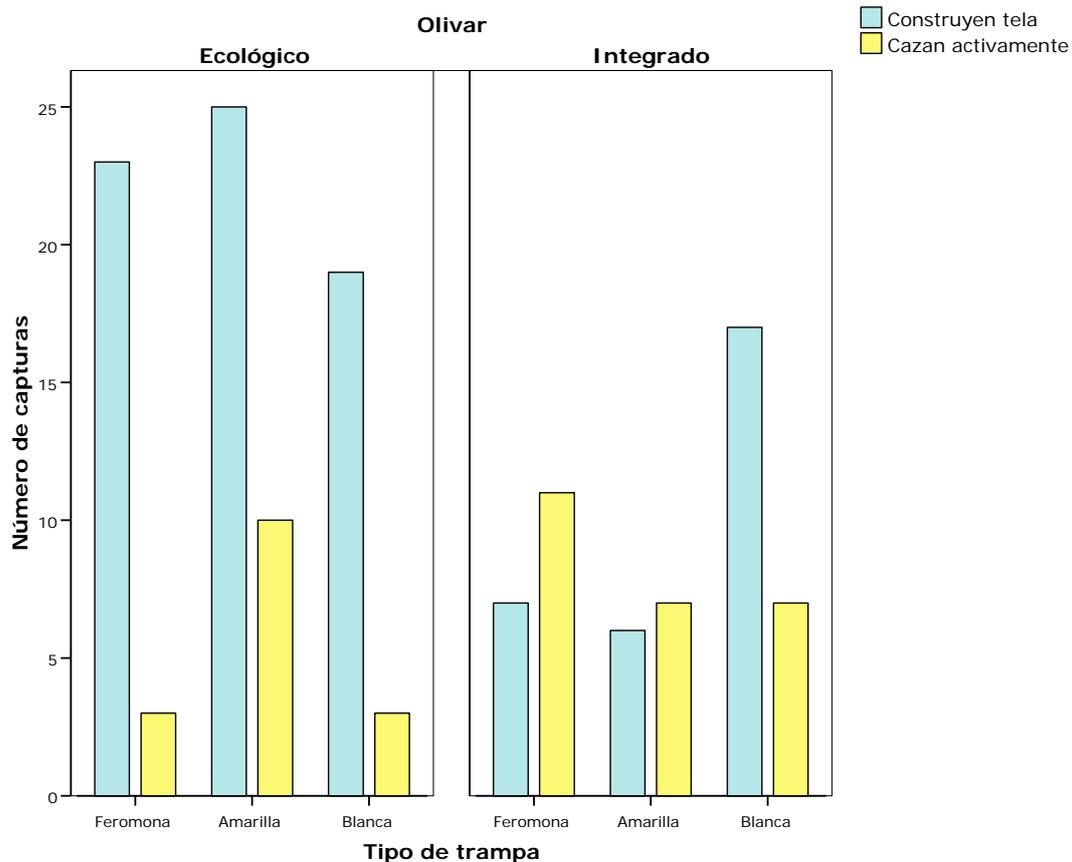


Figura 4.6.- Distribución de las capturas entre los dos grupos funcionales mayoritarios en las arañas, encontrados durante el muestreo.

4. Discusión

Reducción del tamaño muestral (vareo y caída)

A la vista de los resultados se propone como tamaño de muestra óptimo el obtenido de mantener el 75% de las observaciones originales, ya que los p-valores asociados a los contrastes son casi coincidentes con los del total de muestras, manteniéndose por tanto la significación original. En la práctica esto se traduce en considerar 15 árboles como valor mínimo de observaciones para cada grupo de los anteriormente mencionados.

Con la reducción en el tamaño muestral se consigue economizar recursos (menos tiempo y coste) en el estudio. Obviamente, utilizando un menor tamaño muestral la potencia del contraste estadístico será menor. Ahora bien, con un tamaño muestral de 20 árboles no se mejora significativamente la estimación que se tiene utilizando 15, salvo en los casos en los que las medias sean muy similares.



Estos métodos de recogida de muestras se utilizaron y modificaron conjuntamente porque constituyen métodos de muestreo de fácil realización, en términos de tiempo y coste, siendo menos sensibles a los problemas por sobre- o subestimación de individuos en el muestreo (Norris, 1999).

Cambio en el tiempo de permanencia de las trampas de caída

En el tiempo de permanencia de las trampas de caída se pudo descubrir una razón que relacionase las muestras recogidas tras un día con las recogidas tras siete días de permanencia en el campo en dos de las tres zonas ensayadas, Colomera y Cortijo Cajil.

Es la parcela de Dehesa del Tobazo la que provoca que no se pueda obtener una razón general que relacione el tiempo de permanencia de trampas. En este caso la explicación podría estar en el hecho que en este olivar es donde se registra el modelo de capturas singular, ya que los especímenes fueron capturados de una manera más regular no siguiendo el mismo patrón que los otros dos olivares.

En cualquier caso y para términos comparativos, resulta útil para nuestro estudio las razones estadísticas encontradas, ya que si bien no se encuentran en un olivar ecológico, sí que se encuentra en olivares convencionales e integrados, que son con los que se comparará en los siguientes capítulos del trabajo.

Succión en cubierta vegetal

A la vista de los resultados se decidió realizar un muestreo utilizando los transectos rectilíneos por dos razones fundamentales:

1. Potencia de succión del aparato utilizado. Con una boca más estrecha se magnifica el poder de succión; por el contrario con una mayor sección de la boca el aparato demostró una escasa fuerza aspiradora.
2. Derivado del punto anterior, el número de individuos capturados (de artrópodos en general) es muy superior en el caso de la boca más pequeña y los transectos múltiples en comparación con la realización de una sola succión de una fracción de la cubierta vegetal durante un mayor tiempo.

La utilización de los transectos lineales es además, más beneficiosa desde el punto de vista de la diversidad de zonas muestreadas dentro de una misma parcela, ya que éstas varían en pequeñas características muy particulares (pendiente, grado de insolación, captación de agua, conformación de la cubierta vegetal en esa zona y especies vegetales presentes), permitiendo lograr un conocimiento de la fauna más completo.

Estos resultados estarían de acuerdo con los expuestos por Samu *et al.* (1997), quienes capturaron hasta tres veces más arañas durante un muestreo de la cubierta vegetal de alfalfa en transectos rectilíneos respecto al muestreo de un área cerrada. La razón de estas mayores



capturas podría estar como en nuestro caso también en el llamado efecto borde, en nuestro caso succión entre las calles de los olivos (características cambiantes a lo largo del transecto, comentadas en el párrafo anterior).

Aunque el muestreo de la cubierta puede subestimar en ocasiones la abundancia de especies (Costello y Daane, 1997), a raíz de nuestros resultados se decidió seleccionar esta metodología adaptada, que fue la aplicada en los sucesivos ensayos en lo correspondiente a la recogida de arañas de la cubierta vegetal de los olivos, ya que habría dos factores importantes que compensarían la posible subestima de especies: por una parte la aplicación conjunta con otros métodos de muestreo complementarios, por el que se pueden obtener individuos de una especie dada en diversos estratos (sobre el suelo en una fase de su vida, sobre la cubierta y/o sobre la copa en otros momentos de su desarrollo); y por otra el amplio ciclo temporal de muestreo realizado (siempre se ha cubierto al menos un ciclo anual completo).

Trampas engomadas

A tenor de estos resultados se puede indicar que las capturas de arañas en trampas engomadas es baja y que estas actuarían como barreras físicas, no existiendo una especial atracción por la feromona de *B. oleae* ni por el color de la trampa.

Analizando los resultados obtenidos para los grandes grupos funcionales de arañas constructoras de telas y cazadoras activas (Marc y Canard, 1997) se puede asegurar que éste método no constituye el más adecuado para obtener una representación de la comunidad aracnológica en la copa de los olivos porque sólo se obtiene ejemplares de un grupo de familias caracterizadas por su menor tamaño y sus costumbres más sedentarias. Por el contrario familias de mayor tamaño no fueron capturadas bien por su comportamiento y características fisiológicas (mejor visión) a pesar de que se ha comprobado que son importantes desde el punto de vista de la abundancia en la copa de los olivos (Cárdenas *et al.*, 2006) no encontrándose en una proporción igual aplicando este muestreo.

Otro inconveniente de este método es que los ejemplares una vez fijados no se pueden manipular sin destrozarlos y no se obtiene una representación de la comunidad de arañas ya que los adultos de muchas especies, aunque son atrapados en las trampas no se pueden manipular o bien escapan dejando los apéndices atrapados en la cartulina con pegamento. De esta forma no se puede realizar un trabajo taxonómico adecuado que permita la extracción de unos resultados más significativos.

Recomendaciones

Se puede aconsejar que para realizar un muestreo lo más óptimo posible en olivar, economizando el esfuerzo realizado y conciliándolo con el objetivo de obtener resultados significativos, afrontar el mismo desde diversos puntos de acuerdo a lo que se pretenda conseguir. En general se puede recomendar un muestreo de las zonas de estudio a diversos niveles y utilizando diversas metodologías: copa (vareo), suelo (trampas de caída) y cubierta



vegetal (mediante succión). No obstante cabe indicar que se necesitaría esclarecer de manera más exacta y con un pool de datos más amplio para obtener un muestreo de arañas en el olivar apropiado. Es por ello que se recomienda una combinación de métodos como lo más adecuado de cara a la estandarización de un protocolo de muestreo (Coddington *et al.*, 1991, 1996) y conseguir una representación de todas las especies de arañas (Costello y Daane, 1997).

5. Conclusión

El tamaño óptimo para conseguir una representación significativa de los grupos más abundantes de arañas en copa y suelo del olivar resulta del 75% del tamaño muestral inicial (15 árboles).

Dependiendo de los objetivos de nuestro estudio y del tipo de olivar a muestrear puede resultar idóneo el aumento en el tiempo de permanencia de las trampas de caída.

A la hora de emplear la succión con aspiradora como método de muestreo resulta más efectivo el uso de una boca más estrecha aumentando el número de succiones frente a menos succiones de mayor superficie.

El empleo de trampas engomadas no constituye un método adecuado para el estudio de la comunidad de arañas de copa del olivar.

El uso de una metodología frente a otra vendrá también determinado por el taxón (familia) que se quiera muestrear y el estrato del cultivo.



6. Bibliografía

- Allan, R.A., Elgar, M.A., Capon, R.J. 1996. Exploitation of an ant chemical alarm signal by the zodariid spider *Habronestes bradleyi* Walcknaer. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences. 263, 69-73.
- Alderweireldt, M. 1994. Day/night activity rhythms of spiders occurring in crop-rotated fields. European Journal of Soil Biology. 30, 55-61.
- Cárdenas, M., Pascual, F., Campos, M. 2005. Atracción de Araneae en trampas de feromona de *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1788). IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada, X Jornadas Científicas de la SEEA, I Jornadas Portuguesas de Entomología aplicada. Bragança, Portugal. Libro de resúmenes.
- Cárdenas, M., Ruano, F., García, P., Pascual, F., Campos, M. 2006. Impact of agricultural management on spider populations in the canopy of olive trees. Biological Control. 38 (2), 189-195.
- Coddington, J.A., Griswold, C.E., Davila, C.E., Penaranda, D.S., Larcher, S.F. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. In: E.C. Dudley (ed.) The Unity of Evolutionary Biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology. Dioscorides Press. Portland, Oregon, USA. Pp 44-60.
- Coddington, J.A., Young, L.H., Coyle, F.A. 1996. Estimating spider species richness in southern Appalachian cove hardwood forest. Journal of Arachnology. 24, 111-128.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. Philosophical Transactions: Biological Sciences. The Royal Society London. 345, 101-118.
- Costello, M.J., Daane, K.M. 1997. Comparison of Sampling Methods Used to Estimate Spider (Araneae) Species Abundance and Composition in Grape Vineyards. Environmental Entomology. 26 (2), 142-149.
- Dietrick, E.J., Schlinger, E.I., Bosch, R. 1959. A new method for sampling arthropods using a suction collecting machine and modified Berlese funnel separator. Journal of Economical Entomology. 52, 1085-191.
- Dietrick, E.J. 1962. An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. Journal of Economical Entomology. 54, 394-395.
- Haynes, K.F., Gemeno, C., Yeagan, K.V., Millar, J.G., Johnson, K.M. 2002. Aggressive chemical mimicry of moth pheromones by a bolas spider: how do this specialist predator attract more than one species of prey? Chemoecology. 12, 99-105.
- Herms, D.A., Nielsen, D.G., Sydnor, T.D. 1990. Comparison of two methods for sampling arboreal insect populations. Journal of Economic Entomology. 83 (3), 869-874.
- Kaspi, R. 2000. Attraction of female *Cheiracanthium mildei* (Araneae: Clubionidae) to olfactory cues from male Mediterranean fruit flies *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). BioControl. 45, 463-468.

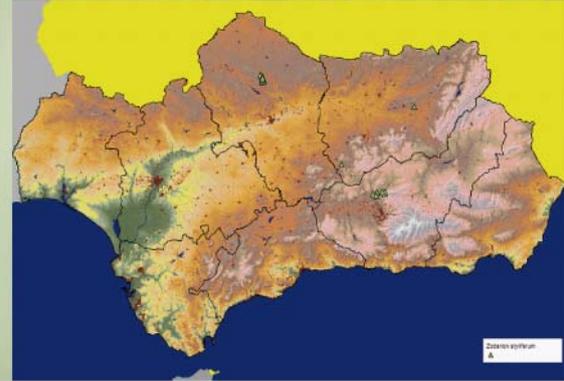


- Marc, P., Canard, A. 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 62, 229-235.
- McCaffrey, J.P., Parrella, M.P., Hortsburgh, R.L. 1984. Evaluation of the limb-beating sampling method for estimating spider (Araneae) populations on apple trees. *Journal of Arachnology*. 11, 363-368.
- Norment, C.J. 1987. A comparison of three methods for measuring arthropod abundance in tundra habitats and its implications in avian ecology. *Northwest Science*. 61 (3), 191-198.
- Norris, K.C. 1999. Quantifying change through time in spider assemblages: sampling methods, indices and sources of error. *Journal of Insect Conservation*. 3, 309-325.
- Samu, F., Németh, J., Kiss, B. 1997. Assessment of the efficiency of a hand-held suction device for sampling spiders: improved density estimation or oversampling? *Annals of Applied Biology*. 130, 371-378.
- SPSS Inc. 2005. SPSS 14.0 para Windows. Chicago, USA.
- Sunderland, K.D., De Snoo, G.R., Dinter, A., Hance, T., Helenius, J., Jepson, P., Kromp, B., Samu, F., Sotherton, N.W., Ulber, B., Vangsgaard, C. 1995. Density estimation of arthropod predators in agroecosystems. In: Toft, S., Riedel, W. (eds.) *Arthropod natural enemies in arable land I. Density, spatial heterogeneity and dispersal*. Aarhus University Press. Aarhus, Dinamarca. *Acta Jutlandica*. Vol. 70 (2), 133-162.
- Thornhill, E.W. 1978. A motorised insect sampler. *PANS*. 24, 205-207.



ç

5.- Aspectos faunísticos de las arañas del olivar



1. Consideraciones genéricas
2. Fauna europea de arañas
3. Araneae de Andalucía
4. Arañas del olivar
5. Valoración faunística
6. Conclusión
7. Bibliografía



1. Consideraciones genéricas

Las arañas están presentes en multitud de hábitats naturales; también en hábitats modificados, bien por causas ambientales (Junk, 1997; Main, 2001) bien por las numerosas actividades del hombre que van desde el asentamiento, la agricultura, la ganadería, el uso del agua (irrigación, presas, etc.) hasta la creación de construcciones para comunicación y transportes, la minería, la tala de árboles, los fuegos, el turismo, la urbanización, etc. Algunas especies de arañas se han aprovechado de esto porque se les ha proporcionado la oportunidad de encontrar hábitats adecuados convirtiéndose en especies antropógenas en zonas rurales y urbanas.

La agricultura, en algunos casos podría *favorecer* a aquellas especies que se dispersan por el aire, incluyendo incluso a algunas especies de suelo de la familia Lycosidae. Pero también se producen efectos negativos sobre algunas especies que pierden su hábitat nativo a causa de la implantación de los cultivos y las técnicas de manejo empleadas (será convenientemente tratado en el capítulo que valora la incidencia de los manejos agronómicos). Igualmente, la ganadería tiene un efecto negativo porque causa perturbaciones sobre la estructura del suelo y por el deterioro que provoca el ganado en la vegetación; también hay un daño directo sobre algunas especies, por ejemplo aquellas que colocan sus madrigueras sobre el suelo y son destruidas por el paso del ganado (Harris *et al.*, 2003; Maes y Bonte, 2006).

La destrucción del hábitat es la principal causa del impacto negativo sobre las arañas que tienen actividades como la minería (aunque se puede observar cierta capacidad de recolonización de aquellas zonas ya no perturbadas, Bröring *et al.*, 2005), la tala de árboles, incluyendo el aclareo, y fuegos (Harris *et al.*, 2003; Moretti *et al.*, 2004), la construcción de presas y canales de riego, infraestructuras lineales como carreteras y vías de ferrocarril, etc. Aunque en algunos casos las carreteras pueden tener algún efecto positivo sobre las especies que construyen telas y que aprovechan la vegetación de los márgenes de la vía para colocarlas, también estimulan los movimientos longitudinales y obstaculizan la dispersión de los artrópodos de suelo reduciendo la inmigración a las parcelas aisladas desde hábitats naturales o semi-naturales (Mader *et al.*, 1990).

La urbanización e industrialización de paisajes afecta sobre todo a las especies que tienen una distribución geográfica más restringida así como a muchas especies habitantes de la hojarasca y el suelo. En algunos casos las construcciones en zonas rurales y la urbanización brindan la oportunidad de encontrar hábitats a algunas especies facilitando un incremento tanto poblacional como de su distribución geográfica. Es decir, que la alteración de la estructura del hábitat ejercida por el hombre puede favorecer a una o algunas especies frente a otras (Shochat *et al.*, 2004). Resulta paradójico que algunas de las especies más venenosas se beneficien del asentamiento humano ya que lo aprovechan para buscar nuevas zonas donde habitar explotando los refugios que les proporcionan los cobertizos, coches, bodegas, jardines, etc.



Actualmente, según el catálogo mundial de especies de arañas hay descritas 39.725 especies distribuidas en 3.677 géneros y 108 familias (Platnick, 2007). Sin embargo, únicamente existe un buen conocimiento de la fauna de arañas del hemisferio norte en diferentes zonas como consecuencia de diversos trabajos de carácter general publicados durante los últimos años (Yaginuma, 1986; Heimer y Nentwig, 1991; Roberts, 1991 y 1995; Song *et al.*, 1999; Paquin y Duperrre, 2003; Ubick *et al.*, 2005). En Norteamérica, por ejemplo, el número de especies descritas es 3.700, distribuidas en 569 géneros y 68 familias.

2. Fauna europea de arañas

En toda Europa el número total de especies descritas es bastante similar a América del Norte, aproximadamente 3.800 (Lissner, 2007). Por países encontramos 529 especies en Dinamarca, 559 de 29 familias en Noruega. De Europa central hay descritas 1.313 especies de 43 familias desglosados de la siguiente manera (Blick *et al.*, 2004): Bélgica (701 especies y 38 familias); Holanda (621 especies y 40 familias); Alemania (1.004 especies y 38 familias); Suiza (945 especies y 41 familias); Austria (984 especies y 40 familias); República Checa (841 especies y 38 familias); Eslovaquia (906 especies y 38 familias) y Polonia (792 especies y 37 familias). En zonas más al este de Europa, como la península de los Balcanes hay descritas 1.409 especies en 337 géneros y 47 familias (Deltshev, 1999) desglosados de la siguiente manera: Bulgaria (975 especies en 41 familias; Deltshev, 2005), Grecia (642), Croacia (615), Serbia (508). En países como Gran Bretaña la fauna aracnológica es relativamente bien conocida con 34 familias descritas en 226 géneros y 623 especies (Watson y Dallwitz, 2007).

Respecto a la Península Ibérica, a pesar de que durante el siglo pasado se realizaron diversas catalogaciones de las especies de arañas presentes en la misma, en los que se recogían diversas recopilaciones de especies presentes en España, Portugal y la región de los Pirineos (Fernández Galiano, 1910; Bacelar, 1927; Bacelar, 1940; Pérez de San Román, 1947; Bosmans y De Keer, 1985), la fauna aracnológica peninsular permanece insuficientemente conocida. Actualmente se han mencionado 53 familias de arañas en la Península Ibérica y 1.352 especies (Morano, 2004 y 2005) aunque se estima que el número real es bastante superior. Esto se puede afirmar si lo comparamos con el número de especies citadas en otros países de nuestro entorno, donde es ligeramente superior, como Francia con más de 1.500 (Canard y Chansigaud, 1997a y b), e Italia que a pesar de tener una extensión inferior ofrece una composición específica superior al caso español con 49 familias, 375 géneros y 1.534 especies (Trotta, 2005).



3. Araneae de Andalucía

Observando los datos de número de especies en cada una de estas regiones se puede establecer un gradiente de diversidad en la fauna aracnológica creciente desde el norte hacia el sur, por lo que sería de esperar que el número de especies presentes en una latitud como la nuestra sea bastante superior al conocido hasta el momento. Ahora bien, a la hora de hacer estimaciones sobre la cantidad de especies que podrían estar presentes en una región como Andalucía se podría comparar con un país como Portugal en el que se han descrito formalmente 730 especies de arañas (Cardoso, 2007).

En nuestra región sólo dispondríamos de los datos de catalogación a nivel nacional contrastando con los disponibles de otras regiones (Aragón) y otros países (Francia e Italia). Basándose en los datos disponibles según la catalogación presentada en Morano (2004) y Barrientos (2006) el número de especies de arañas citadas para Andalucía es de 444 especies en 197 géneros, siendo en cada una de las tres provincias estudiadas de 54 en Córdoba, 155 en Granada y 89 en Jaén. Estos datos nos indican el escaso conocimiento de la fauna en nuestro ámbito geográfico ya que a pesar de su extensión y heterogeneidad de hábitats el número de especies descritas es inferior al de otras zonas donde la riqueza natural no es tan grande y los balances en su biodiversidad están muy por debajo de lo que corresponde a la situación real (Barrientos, 2006).

4. Arañas del olivar

Antecedentes

Hay muy pocos datos acerca de la composición de especies en el agroecosistema del olivar ya que, si bien existen algunos trabajos recientes que hacen referencia a las arañas habitantes del olivar (Ruano *et al.*, 2001; Ruano *et al.*, 2004; Cárdenas *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2007), se ocupan de cuestiones ecológicas y no son consideradas a nivel de especie sino sólo como orden o familias depredadoras de destacada importancia por su abundancia en este cultivo. En algunos casos hacen referencia a especies y morfoespecies (Morris *et al.*, 1999a, 1999b, 1999c), pero sin asignarles una clasificación taxonómica exacta. De acuerdo con estos trabajos es posible citar la importancia de las arañas por su abundancia, pues constituyen uno de los depredadores más numerosos, y diversidad en el olivar. Las familias más destacadas en copa fueron: Philodromidae, Thomisidae y Salticidae.

Thaler y Zapparoli (1993) en un olivar del centro de Italia citaron 5 familias como dominantes en la fauna aracnológica de suelo en olivar: Linyphiidae, Lycosidae, Dysderidae, Gnaphosidae y Theridiidae.



Groppali *et al.*, 1996 realizaron un estudio en el que recogieron mediante trampas de caída ejemplares representantes de 38 especies de 16 familias, siendo las más diversamente representadas Gnaphosidae con 7 especies, Lycosidae con 6 y Salticidae, Theridiidae y Linyphiidae con al menos 4 especies cada una.

Morris *et al.* (1999a, 1999b) hacen referencia en sus estudios de las arañas de copa en olivares de Granada a 54 (morfoespecies) de 14 familias distintas. En este caso las especies más diversamente representadas fueron Thomisidae con 9 especies, Theridiidae con 7, Salticidae y Linyphiidae con 6 y Oxyopidae, y Clubionidae con 5 especies.

Ghavanni (2006) en olivares de Irán, siguiendo diferentes metodologías (desde la copa hasta el suelo), cita 48 especies, 56 géneros y 18 familias siendo 4 las especies de arañas dominantes: *Frontinellina frutetorum* (C.L. Koch, 1834) (Linyphiidae), *Thyene imperialis* (Rossi, 1846) (Salticidae), *Salticus scenicus* (Clerck, 1757) (Salticidae) y *Thomisus onustus* Walckenaer, 1805 (Thomisidae).

Protocolos metodológicos desarrollados

Para el estudio faunístico de las arañas del olivar se llevaron a cabo las siguientes técnicas: vareo de copa, trampas de caída y muestreo de la cubierta vegetal con aspiradora a motor. Aplicándolas se pueden obtener unos resultados más completos desde el punto de vista faunístico que en los estudios de arañas del olivar anteriormente mencionados, centrados en un solo estrato en algunos casos, por lo que no se obtiene una representación tan correcta como en éste.

Resulta evidente que el empleo de unas técnicas frente a otras condiciona la representación de especies obtenidas, aunque siempre se pretendió optimizar al máximo el esfuerzo en el muestreo con la significación del mismo.

Debido a la compleja estructura de la comunidad de arañas en cualquier ecosistema resulta muy difícil abordar un estudio que consiga una representación completa de las especies habitantes de ese ecosistema.

La principal circunstancia que ha condicionado el muestreo fue el tiempo (cronológico), dada la gran cantidad de parcelas a muestrear (un total de 28), en diferentes localizaciones geográficas. Esto conllevó que los muestreos (vareo, muestreo de la cubierta vegetal y colocación y recogida de trampas de caída) se realizasen durante el día por lo que no se abordó el muestreo de las especies de hábitos nocturnos de una forma directa; aunque indirectamente se ha podido obtener representación de los mismos en las trampas de caída y accidentalmente en el muestreo de las copas y la cubierta vegetal.

Fauna de arañas en el olivar andaluz

A lo largo de los años de trabajo de campo se recogieron un total de 4.298 individuos del orden Araneae, 1.543 (35.9%) ejemplares adultos y 2.755 juveniles representando a 32



familias de arañas, 120 géneros y 217 especies (Tabla 5.1). Lo más destacado en todo el listado se resumiría en las nuevas citas de especies y géneros aparecidos:

Al menos 6 especies nuevas para la ciencia (pendientes de ser confirmadas)

6 nuevas citas de especies para la Península Ibérica

5 nuevas citas de especies para España

46 nuevas citas de especies para Andalucía

57 nuevas citas de especies en algunas de las tres provincias muestreadas (Córdoba, Granada y Jaén)

1 nueva cita de género para España

2 nuevas citas de géneros para Andalucía

25 nuevas citas de géneros para alguna de las provincias estudiadas

Todo el esquema sistemático se ha realizado de acuerdo al Catálogo Mundial de Arañas de Platnick (2007) y para la comprobación de las nuevas citas de los taxones en la Península se han consultado las catalogaciones de Morano (2005) y Cardoso (2007).

Aunque algunos taxones están todavía por identificar, pueden deparar novedades en el futuro, sobre todo en el caso de las familias Gnaphosidae y Linyphiidae, en las que probablemente se presenten algunas especies nuevas para la ciencia.



Tabla 5.1.- Especies y morfoespecies capturadas en el olivar andaluz. La distribución se hizo de acuerdo a Platnick (2007), Catálogo Mundial de Arañas (n. esp. = nueva cita; n. gén. = nueva cita género; ind = indeterminado/a).

FAMILIAS	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN	OBSERVACIONES
AGELENIDAE	<i>Malthonica picta</i> (Simon, 1870)	Europa, Rusia y Norte de África	n. esp. Jaén
	<i>Tegenaria feminea</i> Simon, 1870	España y Portugal	n. esp. Jaén
	<i>Tegenaria</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
	<i>Tegenaria</i> sp1		
	<i>Textrix</i> sp	Europa y cuenca Mediterránea	n. gén. Jaén
ANYPHAENIDAE	<i>Anypaena</i> sp.	Holarctica	
ARANEIDAE	<i>Aculepeira</i> sp	Paleártica	n. gén. Córdoba, Granada y Jaén
	<i>Agalenatea redii</i> Archer, 1951	Paleártica	n. esp. Córdoba y Granada
	Araneidae sp ind		
	<i>Araneus</i> sp.	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
	<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	Paleártica	n. esp. Córdoba y Granada
	<i>Araniella</i> sp	Paleártica	n. gén. Granada
	<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)	Paleártica	n. esp. Córdoba y Jaén
	<i>Neoscona adianta</i> Simon, 1864	Paleártica	
	<i>Nuctenea umbratica</i> (Clerck, 1757)	Paleártica	
	<i>Nuctenea brevipipes</i> (Keyserling, 1891)	Europa hasta Azerbaiyán	n. esp. Andalucía
	<i>Clubiona</i> sp	Europa hasta Asia Central	n. esp. Jaén
	<i>Clubiona</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba y Granada
	CORINNIDAE	<i>Liophrullius flavitarsis</i> (Lucas, 1846)	Europa, Madeira y Norte de África
<i>Phrurolithus minimus</i> C. L. Koch, 1839		Paleártica	n. esp. Andalucía
<i>Trachelas</i> sp ind			
<i>Trachelas</i> sp n			
CYRTAUCHENIIDAE	<i>Cyrtauchenius walckenaeri</i> (Lucas, 1846)	Mediterránea	
DICTYNIDAE	<i>Archeadictyna consecuta</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Dictyna latens</i> (Fabricius, 1775)	Europa hasta Asia Central	
<i>Dictyna</i> sp	Cosmopolita		
DYSERIDAE	<i>Dysdera crocata</i> C. L. Koch, 1838	Cosmopolita	n. esp. Granada
	<i>Harpactea</i> sp Bristowe, 1939	Paleártica	n. gén. Granada
FILISTATIDAE	<i>Filistata insidiatrix</i> (Forskål, 1775)	Mediterránea hasta Turkmenistán, Cabo Verde	n. esp. Córdoba
GNAPHOSIDAE	<i>Callilepis concolor</i> Simon, 1914	Sur de Europa	n. esp. Andalucía
	<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)	Paleártica	
	<i>Drassodes lutescens</i> (C. L. Koch, 1839)	Mediterránea hasta Pakistán	n. esp. Granada



Tabla 5.1.- Continuación

<i>Drassodes</i> sp	Europa, África, Asia y América del Sur	n. gén. Córdoba
<i>Gnaphosa alacris</i> Simon, 1878	Francia, Italia, Croacia y Marruecos	n. esp. Andalucía
<i>Gnaphosa iberica</i> Simon, 1878	España	n. esp. Andalucía
<i>Gnaphosa</i> sp Latreille, 1804	Holártica	
<i>Gnaphosidae</i> sp ind		
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)	Paleártica	n. esp. Córdoba
<i>Haplodrassus severus</i> (C. L. Koch, 1839)	Mediterránea	n. esp. Andalucía
<i>Haplodrassus</i> sp Chamberlin, 1922	Holártica	n. gén. Córdoba
<i>Leptodrassus albidus</i> Simon, 1914	De España hasta Creta	n. esp. Andalucía
<i>Leptodrassus</i> sp ind.		
<i>Micaria coarctata</i> (Lucas, 1846)	Del Mediterráneo hasta Asia Central	n. esp. Andalucía
<i>Micaria ignea</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	Desde las Canarias hasta Asia Central	n. esp. Península Ibérica
<i>Micaria pallipes</i> (Lucas, 1846)	Desde las Canarias hasta Asia Central	
<i>Micaria</i> sp	Holártica	n. gén. Jaén
<i>Nomisia ceferrima</i> (Simon, 1914)	España y Francia	n. esp. Córdoba y Jaén
<i>Nomisia exornata</i> (C. L. Koch, 1839)	Europa hasta Asia Central	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Nomisia</i> sp	Paleártica y África	n. gén. Córdoba
<i>Pterotricha simoni</i> Dalmas, 1921	España	n. esp. Córdoba y Jaén
<i>Setaphis carmeli</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	Mediterránea	n. esp. Granada
<i>Synaphosus sauvage</i> Ovtsharenko, Levy & Platnick, 1994	Francia, Italia y Suiza	n. esp. España
<i>Trachyzelates bardiae</i> (Caporiacco, 1928)	Mediterránea	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Trachyzelates holosericeus</i> (Simon, 1878)	Mediterráneo occidental	n. esp. Granada
<i>Trachyzelates</i> sp Lohmander, 1944	Mundial salvo Oceanía	
<i>Zelotes bernardi</i> Marínaro, 1967	Argelia	n. esp. Península Ibérica
<i>Zelotes caucasicus</i> (L. Koch, 1866)	Europa hasta Asia Central	n. esp. Córdoba y Jaén
<i>Zelotes dentatidens</i> Simon, 1914	España y Francia	n. esp. Andalucía
<i>Zelotes fulvopilosus</i> (Simon, 1878)	España, Francia e Islas Baleares	n. esp. Andalucía
<i>Zelotes nilicola</i> (O. P.-Cambridge, 1874)	Mediterráneo, Islas Canarias, USA	n. esp. Andalucía
<i>Zelotes</i> sp3		
<i>Zelotes</i> sp4		
<i>Zelotes rusciniensis</i> Simon, 1914	España, Francia, Italia y Marruecos	n. esp. España
<i>Zelotes segrex</i> (Simon, 1878)	Paleártica	n. esp. España
<i>Zelotes</i> sp	Holártica y África	n. gén. Córdoba



Tabla 5.1.- Continuación

	<i>Zelotes</i> sp ind	Sur de Europa	
	<i>Zelotes thorelli</i> Simon, 1914		n. esp. Andalucía
	<i>Zelotes</i> ZE03		n. gén. Andalucía
	<i>Zelotes</i> ZE43		
HAHNIIDAE	<i>Hahnia candida</i> Simon, 1875	Europa, Norte de África e Israel	
	<i>Hahnia</i> sp C. L. Koch, 1841	Holártica, África y Sudamérica,	
LINYPHIIDAE	<i>Areoncus</i> sp1	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Bolyphantes luteolus</i> (Blackwall, 1833)		
	<i>Centromerus</i> sp1		
	<i>Ceratinella</i> sp1		
	<i>Ceratinella</i> sp2		
	<i>Diplocephalus graecus</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	Centro y sur de Europa, Norte de África	n. esp. Andalucía
	<i>Diplocephalus</i> sp1		
	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	Holártica	n. esp. Granada y Jaén
	<i>Erigone</i> sp1		
	Erigonidae sp8		
	Erigonidae sp14		
	<i>Frontinella frutetorum</i> (C. L. Koch, 1834)	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Gonatium hilare</i> (Thorell, 1875)	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Gonatium</i> sp1		
	<i>Gonatium</i> sp2		
	<i>Kaestneria</i> sp1		
	<i>Lepthyphantes</i> sp	Holártica, África y Sudamérica,	
	<i>Lepthyphantes</i> sp1		
	<i>Linyphia</i> sp	Holártica y Oceanía	
	Linyphiidae sp ind		
	<i>Mecophilistes peusi</i> Wunderlich, 1972	Europa	n. esp. Península Ibérica
	<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)	Paleártica	n. esp. Córdoba, Granada y Jaén
	<i>Micrargus</i> sp1		
	<i>Micrargus</i> sp2		
	<i>Micrargus</i> sp3		
	<i>Microctenonyx subitaneus</i> (O. P.-Cambridge, 1875)	Holártica (introducida en otras zonas)	n. esp. Andalucía
	<i>Microneta</i> sp1		



Tabla 5.1.- Continuación

<i>Ouedia</i> sp	Francia, Córcega y Argelia	n. gén. España
<i>Pelecopis parallela</i> (Wider, 1834)	Paleártica	n. esp. Andalucía
<i>Pelecopis</i> sp	Holártica y África	n. gén. Andalucía
<i>Piniphantes pinicola</i> (Simon, 1884)	Paleártica	n. esp. Andalucía
<i>Prinerigone vagans</i> (Audouin, 1826)	Viejo mundo	n. esp. Andalucía
<i>Semijicola caliginosus</i> (Falconer, 1910)	Inglaterra y Escocia	n. esp. Península Ibérica
<i>Silometopus ambiguus</i> (O. P.-Cambridge, 1905)	Europa	n. esp. Andalucía
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	Europa y Norte de África (introducida en otras zonas)	
<i>Tiso</i> sp1		
<i>Tiso vagans</i> (Blackwall, 1834)	Europa y Rusia	n. esp. Andalucía
<i>Trichancus</i> sp1		
<i>Typhochrestus bogarti</i> Bosmans, 1990	Marruecos	n. esp. España
<i>Typhochrestus</i> sp3		
<i>Walckenaeria cucullata</i> (C. L. Koch, 1836)	Paleártica	n. esp. Andalucía
<i>Walckenaeria</i> sp1		
<i>Walckenaeria</i> sp2		
<i>Walckenaeria</i> sp3		
<i>Walckenaeria stylifrons</i> (O. P.-Cambridge, 1875)	Europa	n. esp. Andalucía
LIOCRANIDAE		
<i>Agraecina lineata</i> (Simon, 1878)	Mediterráneo occidental	n. esp. Jaén
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	Europa hasta Asia Central	n. esp. Andalucía
<i>Agroeca</i> sp	Holártica	n. gén. Granada y Jaén
<i>Apostenus fuscus</i> Westring, 1851	Europa	n. esp. Andalucía
<i>Liocranidae</i> sp. ind.		
<i>Liocranum</i> sp	Paleártica, Ethiopia y Nueva Guinea	n. gén. Córdoba
<i>Mesiotelus mauritanicus</i> Simon, 1909	Mediterránea	n. esp. Jaén
LYCOSIDAE		
<i>Alopecosa albofasciata</i> (Brullé, 1832)	Mediterráneo hasta Asia Central	n. esp. Córdoba
<i>Arctosa perita</i> (Latreille, 1799)	Holártica	n. esp. Granada y Jaén
<i>Hogna radiata</i> (Latreille, 1817)	Europa Central hasta Asia Central y África Central	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Lycosa ambigua</i> Barrientos, 2004	España	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Lycosidae</i> sp ind		
<i>Pardosa proxima</i> (C. L. Koch, 1847)	Paleártica, Islas Canarias y Azores	
<i>Pardosa</i> sp	Mundial salvo Oceanía	
<i>Trabaea cazorla</i> Snazell, 1983	España, Marruecos y Argelia	n. esp. Granada



Tabla 5.1.- Continuación

MIMETIDAE	<i>Ero tuberculata</i> (De Geer, 1778)	Paleártica	n. esp. Andalucía
MITURGIDAE	<i>Cheiracanthium</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Jaén
NEMESIIDAE	<i>Nemesia dubia</i> O. P.-Cambridge, 1874	España y Francia	n. esp. Andalucía
OECOBIIDAE	<i>Oecobius cellariorum</i> (Dugès, 1836)	Cosmopolita	n. esp. Jaén
	<i>Oecobius</i> sp	Cosmopolita	
OONOPIIDAE	<i>Oonops domesticus</i> Dalmas, 1916	Desde Europa occidental hasta Rusia	n. esp. España
	<i>Oonops</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
OXYOPIIDAE	<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)	Paleártica	n. esp. Córdoba y Granada
	<i>Oxyopes nigripalpis</i> Kulczyn'ski, 1891	Mediterránea	n. esp. Andalucía
	<i>Oxyopes</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
	<i>Peucetia viridis</i> (Blackwall, 1858)	España, África, Oriente Medio; Indias occidentales (introducida)	
	<i>Philodromus buxi</i> Simon, 1884	Europa hasta Kazajastán	n. esp. Granada
PHILODROMIDAE	<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer, 1802)	Holártica	n. esp. Granada
	<i>Philodromus glaucinus</i> Simon, 1870	Mediterránea hasta Azerbayán	n. esp. Córdoba
	<i>Philodromus longipalpis</i> Simon, 1870	Europa, Irán	n. esp. Andalucía
	<i>Philodromus pulchellus</i> Lucas, 1846	Mediterránea	
	<i>Philodromus rufus</i> Walckenaer, 1826	Holártica	
	<i>Philodromus</i> sp	Cosmopolita	
	<i>Thanatus</i> sp	Holártica, África y Sudamérica,	
	<i>Thanatus vulgaris</i> Simon, 1870	Holártica	n. esp. Granada y Jaén
PHOLCIDAE	<i>Holocnemus</i> sp	Mediterránea (introducido Europa Central)	n. gén. Córdoba
PISAURIDAE	<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	Paleártica	n. esp. Granada
SALTICIDAE	<i>Dendryphantas rudis</i> (Sundevall, 1833)	Paleártica	n. esp. Jaén
	<i>Euophrys acripes</i> (Simon, 1871)	Córcega	n. esp. Península Ibérica
	<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Euophrys</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Jaén
	<i>Evarcha</i> sp	Holártica y África	
	<i>Heliophanus cupreus</i> (Walckenaer, 1802)	Paleártica	
	<i>Heliophanus</i> sp	Paleártica y África	n. gén. Córdoba
	<i>Icius harmatus</i> (C. L. Koch, 1846)	Paleártica	n. esp. Córdoba y Jaén
	<i>Icius</i> sp	Paleártica, África, México, Uruguay	
	<i>Leptocheertes mutiloides</i> (Lucas, 1846)	Sur de Europa y Argelia	n. esp. Andalucía



Tabla 5.1.- Continuación

<i>Pellene nigrocollatus</i> (Simon, 1875)	Palaearctica	n. esp. Andalucía
<i>Phlegra bresnieri</i> (Lucas, 1846)	Sur de Europa hasta Azerbaiyán, Tanzania Holártica y África	n. esp. Córdoba, Granada y Jaén n. gén. Jaén
<i>Phlegra</i> sp		
<i>Pseudeuophrys erratica</i> (Walckenaer, 1826)	Palaearctica (introducida en Estados Unidos)	n. esp. Andalucía
<i>Pseudeuophrys</i> sp	Palaearctica (introducida en Estados Unidos)	n. gén. Córdoba y Jaén
<i>Pseudeuophrys vafra</i> (Blackwall, 1867)	Azores, Madeira y Mediterránea	n. esp. Andalucía
<i>Salticidae</i> sp ind		
<i>Salticus mutabilis</i> Lucas, 1846	Europa, Azores, Georgia y Argentina	n. esp. Andalucía
<i>Salticus scenicus</i> (Clerck, 1757)	Holártica	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Salticus</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
<i>Talavera aequipes</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	Palaearctica	n. esp. Andalucía
<i>Talavera petrensis</i> (C. L. Koch, 1837)	Europa hasta Asia Central	n. esp. Andalucía
<i>Thyene imperialis</i> (Rossi, 1846)	Viejo mundo	n. esp. Jaén
<i>Loxosceles rufescens</i> (Dufour, 1820)	Cosmopolita	n. esp. Córdoba y Granada
<i>Micrommata ligurina</i> (C. L. Koch, 1845)	Mediterránea hasta Asia Central	n. esp. Granada
<i>Synsphinx saphrynis</i> Lopardo, Hormiga & Melic, 2007	Centro y Sur de España	n. esp. Andalucía
<i>Anelosimus</i> sp	Holártica y África	
<i>Diploena</i> sp	Holártica, África y Sudamérica,	
<i>Enoplognatha diversa</i> (Blackwall, 1859)	Madeira, Islas Canarias, España, Marruecos hasta Grecia	n. esp. Córdoba
<i>Enoplognatha oelandica</i> (Thorell, 1875)	Palaearctica	n. esp. Península Ibérica
<i>Enoplognatha</i> sp	Cosmopolita	
<i>Euryopis episinoides</i> (Walckenaer, 1847)	Mediterránea, China	n. esp. Córdoba y Jaén
<i>Kochiura aulica</i> (C. L. Koch, 1838)	Islas Canarias, Cabo Verde hasta Azerbaiyán	n. esp. Córdoba, Granada y Jaén
<i>Neottiura curvimana</i> (Simon, 1914)	España, Francia y Argelia	n. esp. Córdoba
<i>Paidiscura pallens</i> (Blackwall, 1834)	Europa y Rusia	n. esp. Granada
<i>Phycosoma inornatum</i> (O. P.-Cambridge, 1861)	Europa	n. esp. Andalucía
<i>Robertus arundineti</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	Palaearctica	
<i>Simitidion simile</i> (C. L. Koch, 1836)	Holártica	n. esp. Córdoba
<i>Steatoda phalerata</i> (Panzer, 1801)	Palaearctica	n. esp. Andalucía
<i>Steatoda triangulosa</i> (Walckenaer, 1802)	Cosmopolita	n. esp. Jaén
<i>Theridiidae</i> sp ind		
<i>Theridion familiare</i> O. P.-Cambridge, 1871	Palaearctica	n. esp. Andalucía
<i>Theridion impressum</i> L. Koch, 1881	Holártica	n. esp. Jaén



Tabla 5.1.- Continuación

	<i>Theridion mystaceum</i> L. Koch, 1870	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Theridion pictum</i> (Walckenaer, 1802)	Holártica	n. esp. Andalucía
	<i>Theridion</i> sp	Cosmopolita	n. gén. Córdoba
THOMISIDAE	<i>Ozyptila</i> sp. Simon, 1864	Holártica, África y Oceanía	n. gén. Jaén
	<i>Runcinia grammica</i> (C. L. Koch, 1837)	Paleártica, Santa Elena, Sudáfrica	n. esp. Granada y Jaén
	<i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)	Paleártica	
	Thomisidae sp ind		
	<i>Thomisus onustus</i> Walckenaer, 1805	Paleártica	
	<i>Tmarus piger</i> (Walckenaer, 1802)	Paleártica	n. esp. Andalucía
	<i>Xysticus bliteus</i> (Simon, 1875)	Mediterránea	n. esp. Granada y Jaén
	<i>Xysticus bufo</i> (Dufour, 1820)	Mediterránea	n. esp. Granada y Jaén
	<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	Paleártica	
	<i>Xysticus nubilus</i> Simon, 1875	Mediterránea, Azores y Macronesia	n. esp. Granada y Jaén
	<i>Xysticus</i> sp	Cosmopolita	
TITANOEICIDAE	<i>Titanoeca monticola</i> (Simon, 1870)	Portugal, España y Francia	n. esp. Granada
ULOBORIDAE	<i>Uloborus</i> sp	Cosmopolita	
	<i>Uloborus walckenaerius</i> Latreille, 1806	Paleártica	n. esp. Córdoba
ZODARIIDAE	<i>Zodarium alacre</i> (Simon, 1870)	Portugal y España	n. esp. Córdoba
	<i>Zodarium rudyi</i> Bosmans, 1994	Portugal y España	n. esp. Jaén
	<i>Zodarium segurense</i> Bosmans, 1994	España	
	<i>Zodarium</i> sp	Europa, Norte de África, Oriente Medio y Asia Central	
	<i>Zodarium styliferum</i> (Simon, 1870)	Portugal, España y Madeira	



5. Valoración faunística

Se puede indicar que la familia más diversamente representada es Linyphiidae con 48 especies, seguida por Gnaphosidae con 40 especies, Salticidae con 23 y Theridiidae con 20 especies; constituyendo en conjunto el 60% de las especies de arañas de las zonas olivareras estudiadas. Por el contrario existen diversas familias representadas únicamente por una especie: Anyphaenidae, Clubionidae, Cyrtoucheniidae, Filistatidae, Mimetidae, Miturgidae, Nemesiidae, Pholcidae, Pisauridae, Sicariidae, Sparassidae, Synaphriidae y Titanoecidae. La heterogeneidad del espectro de diversidad encontrado está en proporción directa con los abanicos de diversidad general de la Península Ibérica.

La familia Gnaphosidae fue la más ampliamente representada, seguida de Zodariidae, Linyphiidae, Thomisidae y Salticidae. Entre las menos abundantes cabe destacar la presencia de algunas familias representadas únicamente por un ejemplar, caso de: Cyrtoucheniidae, Filistatidae, Mimetidae, Sparassidae y Synaphriidae (Tabla 5.2).

Las especies más abundante fueron el zodárido *Zodarium styliferum* seguido de *Haplodrassus dalmatensis*, *Oxyopes nigripalpis*, *Lycosa ambigua* y *Loxosceles rufescens*. Asimismo cabe destacar el gran número de ejemplares juveniles de diversos géneros *Xysticus sp*, *Lyniphiidae sp ind*, *Philodromus sp* y *Zelotes sp* (Tabla 5.2).



Tabla 5.2.- Tabla de distribución de ejemplares de las diferentes especies entre los olivares andaluces (A = Arenales de San Pedro; AL = Dehesa del Tobazo; B = Cortijo Cajil; C = Cañada de la Laguna; DC = Rambla 1; DE = Loma del Perro; DJ = Loma del Galgo; DN = Loma del Galgo; DN = Atalaya; DT = Rambla 3; FRC = Campo de Tiro 1; FRSC = Campo de Tiro 2; LC = Cortijo Valdecastro; LSC = Maleza Castro; LSP = El Piélagos; P1 = El Castillejo; P2 = Tirados de Enmedio 1; P3 = Tirados de Enmedio 2; P4 = Tirados Bajos; P5 = Los Chivatiles; P6 = Gargantilla; P7 = Los Blancos; P8 = Las Cejudas; P9 = La Lastra; Σ = número total de individuos de cada especie).

Taxones	A	AL	B	C	DC	DE	DJ	DM	DN	DT	FRC	FRSC	LC	LSC	LSP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	TC	TSC	Σ	
<i>Malthonica picta</i>	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	
<i>Tegenaria feminea</i>	11	1	14	1	0	0	0	0	0	0	3	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	
<i>Tegenaria</i> sp	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Tegenaria</i> sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
<i>Textrix</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
AGELENIIDAE	16	1	16	3	0	0	0	0	0	0	3	4	3	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	55	
<i>Anyphaena</i> sp	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
ANYPHAENIDAE	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Aculepeira</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	8
<i>Agalenatea redii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
<i>Araneidae</i> sp. ind.	3	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	11	
<i>Araneus</i> sp	1	13	11	1	2	2	0	3	43	4	1	1	4	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	3	95	
<i>Araniella cucurbitina</i>	3	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	16	
<i>Araniella</i> sp	5	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
<i>Mangora acalypha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
<i>Neoscona adianta</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Nuctenea umbratica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
ARANEIDAE	12	16	30	1	2	2	2	3	47	4	2	1	4	3	0	0	2	0	3	1	1	2	2	0	5	6	151	
<i>Clubiona brevipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Clubiona</i> sp	1	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	12	
CLUBIONIDAE	1	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	13	
<i>Liophrullus flavitarsis</i>	0	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
<i>Phrurolithus minimus</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Trachelas</i> sp ind	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
<i>Trachelas</i> sp n	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	



Tabla 5.2.- Continuación

	13	21	121	19	4	0	0	9	1	8	3	1	0	5	4	3	11	2	0	1	2	3	2	1	2	2	8	246	
<i>Philodromus buxi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Philodromus cespitum</i>	0	0	16	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	0	0	2	3	0	0	31	
<i>Philodromus glaucinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
<i>Philodromus longipalpis</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	6	
<i>Philodromus pulchelus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Philodromus rufus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Philodromus sp</i>	5	7	63	0	0	0	0	0	0	3	2	4	1	1	4	0	6	15	1	7	3	17	4	23	8	4	2	180	
<i>Thanatus sp</i>	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
<i>Thanatus vulgaris</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
PHILODROMIDAE	7	10	91	0	1	0	2	0	2	5	4	5	1	4	4	0	8	16	3	8	4	18	7	25	11	4	2	240	
<i>Holocnemus sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
PHOLCIDAE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
<i>Pisaura mirabilis</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
PISAURIDAE	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
<i>Dendryphantès rudis</i>	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
<i>Euophrys acripes</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	
<i>Euophrys frontalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Euophrys sp</i>	0	0	11	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	1	0	3	1	0	1	0	2	1	1	29	
<i>Evarcha sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Heliophanus cupreus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Heliophanus sp</i>	1	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	20	
<i>Icius hamatus</i>	0	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
<i>Icius sp</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	7	
<i>Leptocheertes mutiloides</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Pellenes nigrociliatus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Phlegra bresnieri</i>	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	
<i>Phlegra sp</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	
<i>Pseudeuophrys erratica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	
<i>Pseudeuophrys sp</i>	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
<i>Pseudeuophrys vafra</i>	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
<i>Salticidae sp ind</i>	3	10	23	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	9	8	2	1	4	2	4	4	1	5	3	0	6	8	96	
<i>Salticus mutabilis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Salticus scenicus</i>	0	2	1	0	0	3	0	3	0	1	0	2	5	1	1	0	0	1	0	2	1	3	0	0	0	2	2	30	



Aspectos corológicos

- Globalmente, en todos los casos el número de especies descritas para cada provincia fue superior al número de especies que se habían citado hasta el momento para cada una: 54 en Córdoba, 89 en Jaén y 155 en Granada (Morano, 2004). Se capturaron un total de 159 especies para la provincia de Granada, 146 para Jaén y 87 para Córdoba (Tabla 5.3).
- Atendiendo a la composición taxonómica en las diferentes familias se puede destacar que la familia representada por mayor número de especies para la provincia de Córdoba es Gnaphosidae, seguida por Linyphiidae, Salticidae y Theridiidae, algo que se repite en las provincias de Granada y Jaén. Aparte de estas familias que constituyen las más diversamente representadas en los municipios muestreados, cabe destacar la presencia de ejemplares en todos los municipios estudiados de especies de las familias Araneidae, Oxyopidae, Philodromidae, Thomisidae y Zodariidae. El resto de las familias están ausentes en al menos uno de los municipios examinados. Por otra parte cabe resaltar la presencia de familias de arañas en uno sólo de los municipios muestreados. Es el caso de Filistatidae, Nemesiidae, Mimetidae, Sparassidae y Synsphyriidae.

En la figura 5.1 se muestra el reparto de las diferentes especies según su distribución. Cabe destacar que la mayor parte de las especies citadas presentan una distribución geográfica mediterránea y europea, aunque también destacan las especies con distribución Paleártica. Asimismo merece la pena mencionar la existencia de un pequeño número de especies endémicas de la Península Ibérica.

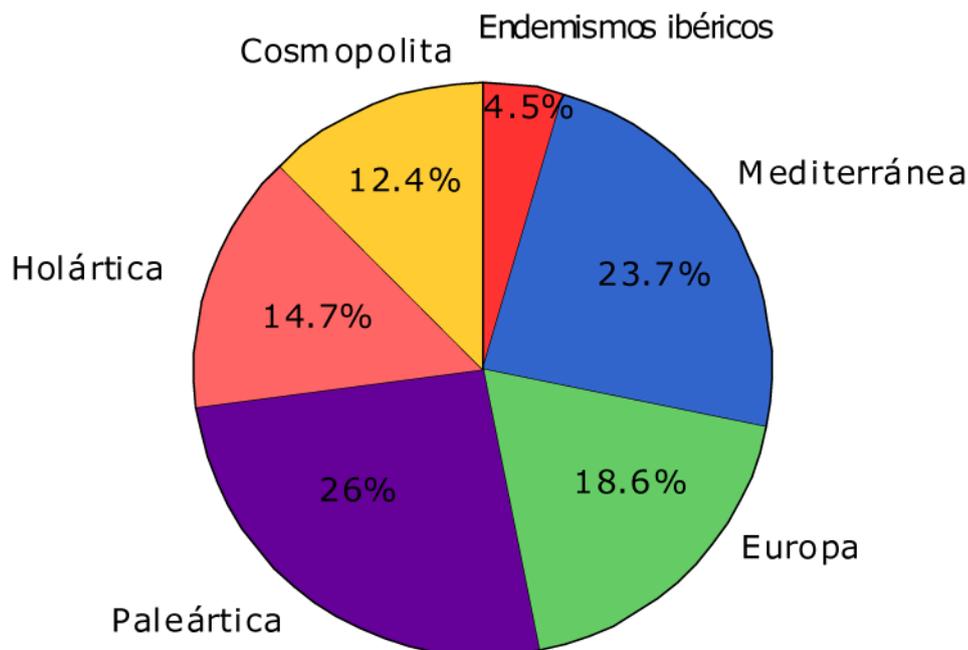


Figura 5.1.- Separación de las diferentes especies citadas en el estudio según su distribución geográfica (Nota: no están incluidas aquellas especies cuya asignación taxonómica permanece pendiente).



Tabla 5.3.- Número de especies encontradas en los diferentes municipios andaluces muestreados, ordenados por provincias (PROV. = Provincia; TOT-COR = nº especies citadas en Córdoba; TOT-GR = nº especies citadas en Granada; TOT-Jaén = nº especies citadas en Jaén; MUN. = Municipio; ALC = Alcaracejos; POZ = Pozoblanco; ALB = Albolote; DEI = Deifontes; ALD = Alcaudete; FR = Fuerte del Rey; LIN = Linares; TOR = Torreperogil; Familias de arañas: AGE = Agelenidae; ANY = Anyphaenidae; ARA = Araneidae; CLU = Clubionidae; COR = Corinnidae; CYR = Cyrtauchenidae; DIC = Dictynidae; DYS = Dysderidae; FIL = Filistatidae; GNA = Gnaphosidae; HAH = Hahnidae; LIN = Linyphiidae; LIO = Liocranidae; LYC = Lycosidae; MIM = Mimetidae; MIT = Miturgidae; NEM = Nemesiidae; OEC = Oecobiidae; OON = Oonopidae; OXY = Oxyopidae; PHI = Philodromidae; PHO = Pholcidae; PIS = Pisauridae; SAL = Salticidae; SIC = Sicariidae; SPA = Sparassidae; SYN = Synsphyridae; THE = Theridiidae; THO = Thomisidae; TIT = Titanocidae; ULO = Uloboridae; ZOD = Zodariidae; O. ARA = número de especies del orden Araneae).

PROV.	MUN.	AGE	ANY	ARA	CLU	COR	CVR	DIC	DYS	FIL	GNA	HAH	LIN	LIO	LYC	MIM	MIT	NEM	OEC	OON	OXY	PHI	PHO	PIS	SAL	SIC	SPA	SYN	THE	THO	TIT	ULO	ZOD	O.ARA
CÓRDOBA	ALC	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	1	0	0	1	2	3	0	0	7	1	0	0	7	4	0	0	1	39
	POZ	1	0	5	1	0	0	1	0	1	18	0	11	1	3	0	1	0	0	1	2	5	1	0	13	1	0	0	8	5	0	1	2	82
TOT-COR		1	0	6	1	0	0	1	0	1	18	0	13	1	3	0	1	0	0	2	2	5	1	0	13	1	0	9	5	0	1	2	87	
GRANADA	ALB	3	1	7	1	4	1	3	2	0	32	1	28	4	6	0	1	1	2	0	4	5	1	1	18	1	1	0	12	11	1	2	1	155
	DEI	0	1	4	1	0	0	2	0	0	13	0	5	1	5	0	1	0	1	0	3	5	0	0	8	1	0	0	7	4	0	0	1	63
TOT-GR		3	1	8	1	4	1	3	2	0	32	1	28	4	6	0	1	1	2	0	4	6	1	1	18	1	1	0	14	11	1	2	1	159
JAÉN	ALD	1	0	3	1	1	0	1	0	0	23	1	16	4	7	0	1	0	0	1	3	4	0	0	10	1	0	0	10	8	1	2	1	100
	FR	1	0	2	1	0	0	0	0	0	4	0	4	0	1	1	1	0	0	0	1	2	0	1	6	1	0	0	2	2	0	0	1	31
TOR	LIN	2	0	3	0	0	0	1	0	0	11	1	8	1	3	0	0	0	1	0	1	2	0	1	9	1	0	0	8	2	0	1	2	58
	TOR	3	0	5	0	0	0	1	0	0	12	1	3	0	2	0	0	0	0	0	3	1	0	0	10	0	0	1	5	4	0	1	3	55
TOT-JAÉN		4	0	8	2	1	0	2	0	0	29	2	23	5	8	1	1	0	1	1	3	4	0	1	17	1	0	1	15	9	1	2	4	146



Gremios (grupos funcionales)

Analizando el reparto de los individuos entre los grupos funcionales/gremios según lo propuesto en el capítulo de introducción (Uetz *et al.*, 1999), se obtuvieron representación de diversos miembros de cada una de las categorías (Figura 5.2). Sigue un gradiente de semejanza creciente conforme se aleja del centro (arriba o abajo, en valor absoluto). Aunque hay que aclarar, que en el caso de Synphriidae se desconoce el tipo de tela que construye aunque miembros del clado Symphrytognathoidea, al que pertenece, realizan construcciones de telas especiales con hilos desordenados; Schütt, 2003).

En la figura 5.3 se muestran varios ejemplos de especies capturadas en los estratos muestreados y pertenecientes al grupo de las especies cazadoras activas y constructoras de telas.

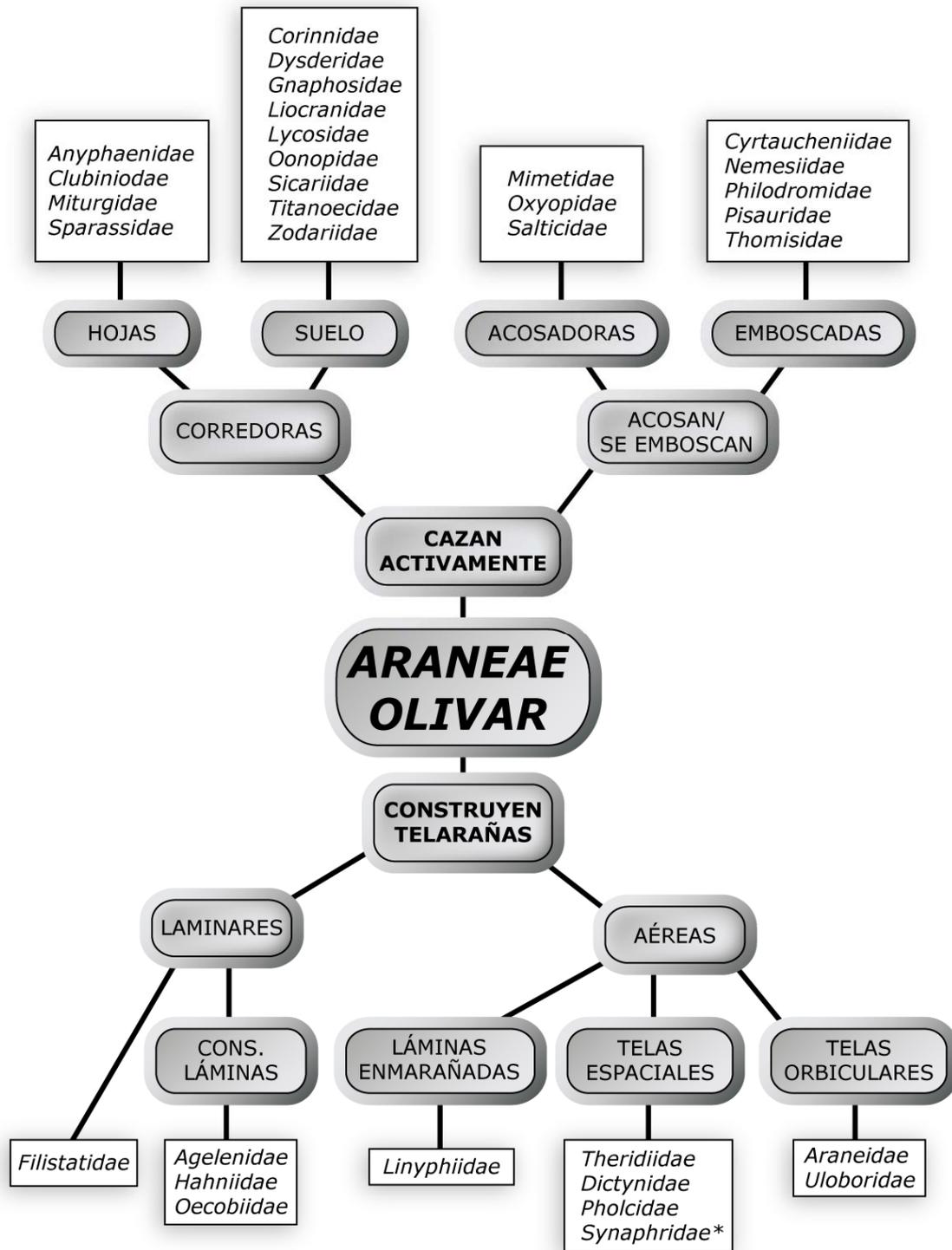


Figura 5.2.- Diagrama que muestra la estructura en gremios para agroecosistemas propuesta para las familias presentes en el olivar.



Figura 5.3.- Algunas de las especies de arañas encontradas en el olivar durante los periodos de estudio: (A) Una de las especies de arañas cazadoras errantes más comunes, el licósido *Alopecosa albofasciata* (Grube); (B) Ejemplar macho de tomísido, *Xysticus bliteus* (Simon) habitante del estrato arbustivo; (C) Macho de linífido, *Bolyphantes luteolus* (Blackwall); (D) Macho de oxiópido, *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille); (E) Especies nocturnas acechando a las hormigas a ambos lados de su pista de alimentación. Por una parte se observa un individuo de la familia Gnaphosidae, género *Zelotes*, de coloración oscura en la parte superior de la imagen y por otra una hembra de Thomisidae, género *Xysticus*, de colores crípticos en la parte inferior de la imagen; (F) Juvenil de la familia Araneidae, *Araniella cucurbitina* (Clerck), recogido en copa.



6. Conclusión

Se ha producido un incremento en el número de especies citadas sobre lo anteriormente conocido para las provincias de Córdoba, Granada y Jaén.

Se han citado al menos 6 especies nuevas para la ciencia, a la espera de ser confirmadas.

La mayor parte de las especies de arañas citadas en el olivar presentan en su mayoría una amplia distribución geográfica.

Dentro de la población de Araneae en este cultivo destaca la presencia de hasta 9 gremios o grupos funcionales distintos.



7. Bibliografía

- Bacelar, A. 1927. Aracnídios portugueses I. Bulletin Sociedade portug. sci. nat. 10 (8), 87-97.
- Bacelar, A. 1940. Aracnídios portugueses. VI. Bull. Soc. portug. sci. nat. 13 (20), 99-110.
- Barrientos, J.A. 2006. Arácnidos. Fauna Andaluza. Capítulo 14. En: Proyecto Andalucía. Naturaleza. Tomo XV: Zoología (Tinaut, A., Pascual, F., coord.). Publicaciones Comunitarias, S.A. Sevilla. 357-382.
- Blick, T., Bosmans, R., Buchar, J., Gajdos, P., Hänggie, A, Van Helsdingen, P., Ruzicka, V., Starega, W., Thaler, K. 2004. Checkliste der Spinnen Mitteleuropas. Checklist of the spiders of Central Europa (Arachnida: Araneae). Version 1. Dezember 2004. – Internet: http://www.arages.de/checklist.html#2004_Araneae
- Bosmans, R., De Keer, R. 1985. Catalogue des araignées des Pyrennes. Espèces citées, nouvelles recortes et bibliographiques. Doc. Trav. Inst. r. sci. nat. Bel. 23, 1-68.
- Bröring U., Mrzljak, J., Niedringhaus, R., Wiegleb, G. 2005. Soil zoology I: Arthropod communities in open landscapes of former brown coal mining areas. Ecological Engineering. 24 (1-2), 121-133.
- Cardoso, P. 2007. Portugal spider catalogue (v 1.3). Available online at: <http://www.ennor.org/catalogue.php>
- Canard, A., Chansigaud, V. 1997. Catalogue (1re partie). S. 13-55 In: Catalogue proviso ire des araignées de France. 1re partie. – Connaissance des Invertébrés, Sér. Arachnides. 1, 1-56.
- Canard, A., Chansigaud, V. 1997. Catalogue (2e partie). S. 57-84. In: Catalogue proviso ire des araignées de France. 1re partie. – Connaissance des Invertébrés, Sér. Arachnides. 2, 57-110.
- Deltschev, C. 1999. A faunistic and zoogeographical review of the spiders (Araneae) of the Balkan peninsula. Journal of Arachnology. 27, 255-261.
- Deltschev, C. 2005. Fauna and zoogeography of spiders (Araneae) in Bulgaria. Journal of Arachnology. 33, 306-312.
- Fernández Galiano, E. 1910. Datos para el conocimiento de la distribución geográfica de los Arácnidos de España. Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural. 6 (8), 343-424.
- Ghavami, S. 2006. Abundance of Spiders (Arachnida: Araneae) in Olive Orchards in Nothern Part of Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences. 9 (5), 795-799.
- Groppali, R., Bottaso, S., Priano, M., Pesarini, C. 1996. Ragni in oliveti liguri (Albisola Marina, Provincia di Savona). Doriana. 6 (292), 1-12.
- Harris, R., York, A., Beattie, A.J. 2003. Impacts of grazing and burning on spider assemblages in dry eucalypt forests of north-eastern New South Wales, Australia. Australia Ecology. 28 (5), 526-538.

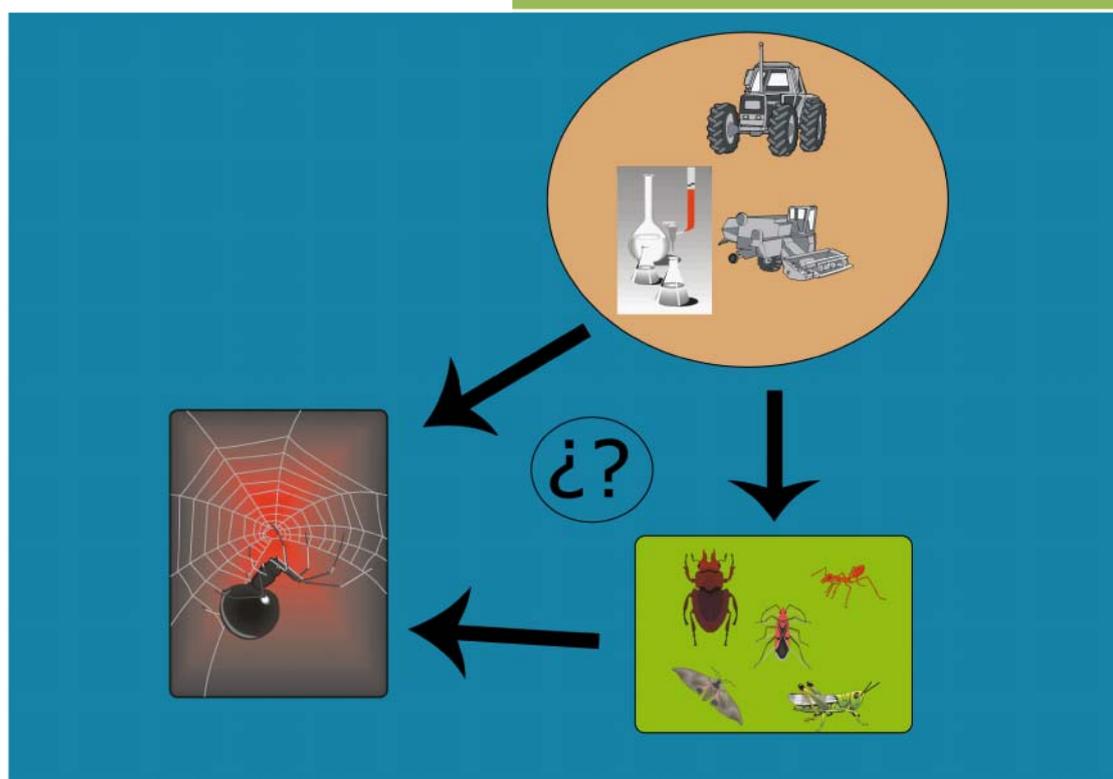


- Heimer, S., Nentwig, W. 1991. Spinnen Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch. Verlag Paul Parcy. Berlin und Hamburg. 543 pp.
- Junk, W.J. 1997. The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system. Berlin. Springer. 5 vol.
- Lissner, J. 2007. Spiders of Europe. Images and Species Descriptions. Available at: <http://www.jorgenlissner.dk/default.aspx>
- Mader, H.J., Schell, C., Kornacker, P. 1990. Linear barriers to arthropod movements in the landscape. *Biological Conservation*. 54 (3), 209-222.
- Maes, D., Bonte, D. 2006. Using distribution patterns of five threatened invertebrates in a highly fragmented dune landscape to develop a multispecies conservation approach. *Biological Conservation*. 133 (4), 490-499.
- Main, B.Y. 2001. Historical ecology, responses to current ecological changes and conservation of Australian spiders. *Journal of Insect Conservation*. 5, 9-25.
- Morano, E. 2004. Introducción a la diversidad de las arañas Iberobaleares. *MUNIBE*. 21, 92-137.
- Morano, E. 2005. Catálogo de arañas ibéricas. Disponible en línea: http://aracnologia.ennor.org/cata_intro_es.html
- Moretti, M., Obrist, M.K., Duelli, P. 2004. Arthropod biodiversity after forest fires: winners and losers in the winter fire regime of the southern Alps. *Ecography*. 27, 173-186.
- Morris, T.I., Campos, M., Kidd, N.A.C., Jervis, M.A., Symondson, W.O.C. 1999a. Dynamics of the predatory arthropod community in Spanish olive groves. *Agriculture and Forest Entomology*. 1, 219-228.
- Morris, T.I., Symondson, W.O.C., Kidd, N.A.C., Campos, M. 1999b. Las arañas y su incidencia sobre *Prays oleae* en el olivar. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 25 (4), 475-489.
- Morris, T.I., Campos, M. Predatory insects in olive-grove soil. *Zoologica Baetica*. 10, 149-160.
- Paquin, P., Dupérré, N. 2003. Guide d'identification des Araignées (Araneae) du Québec. *Fabriques. Supplement 11*, 1-251 pp.
- Pérez de San Román, F. 1947. Catálogo de las especies del Orden Araneae citadas en España después de 1910. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 47, 417-491.
- Platnick, N.I. 2007. The World spider catalog, version 7.5. American Museum of Natural History, online at : <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Roberts, M.J. 1995. Spiders of Britain and northern Europe. Collins field guide. Harper Collins Publisher. New York. 383 pp.
- Ruano, F., Lozano, C., Tinaut, A., Peña, A., Pascual, F., García, P., Campos, M. 2001. Impact of pesticides on beneficial arthropod fauna in olive groves. *IOBC/wprs Bulletin*. 24 (4), 112-120.

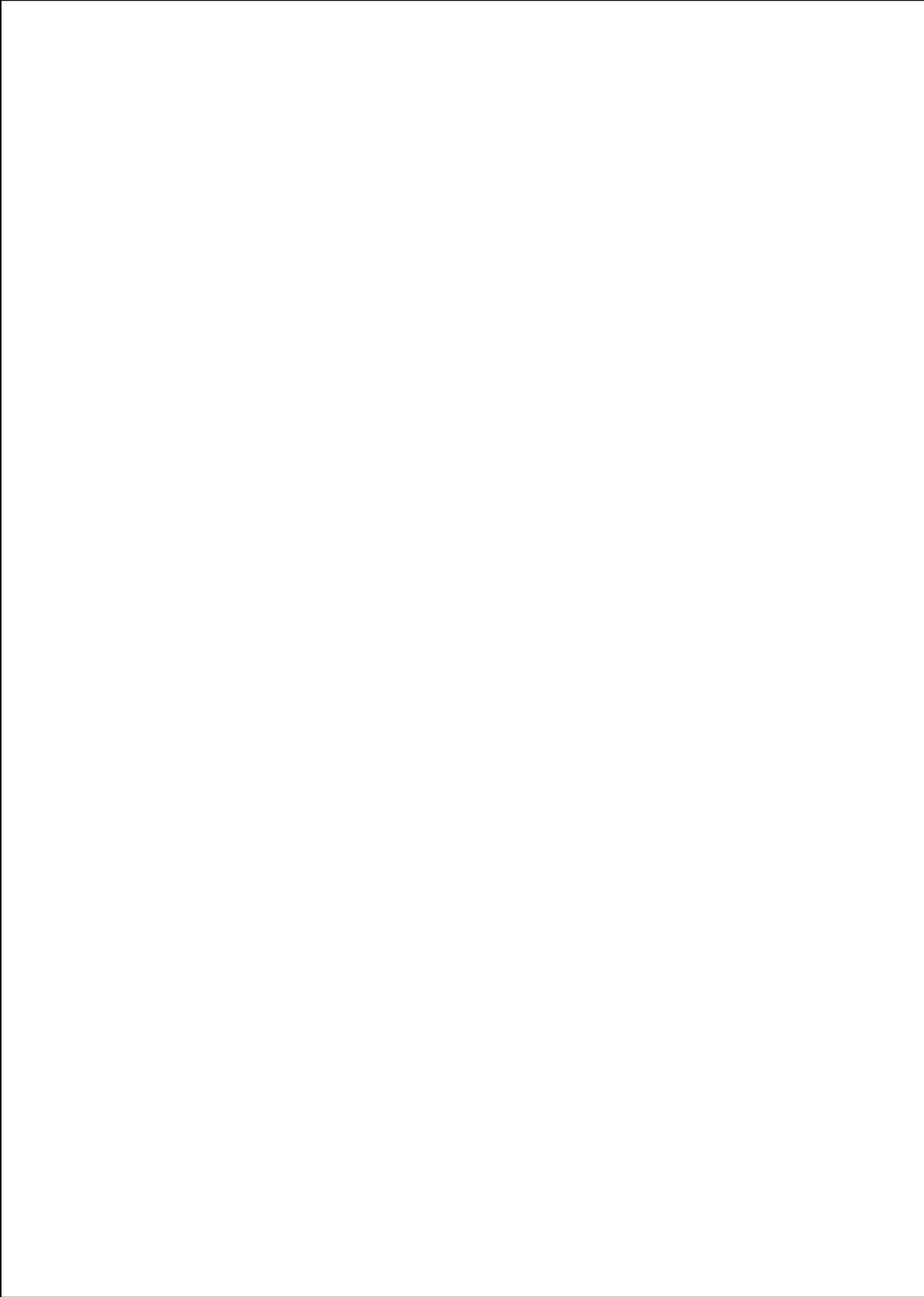


- Ruano, F., Lozano, C., García, P., Peña, A., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2004. Use of arthropods for the evaluation of the olive-orchard management regimes. *Agricultural and Forest Entomology*. 6, 111-120.
- Santos, S.A.P., Cabanas, J.E., Pereira, J.A. 2007. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystems (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of Soil Biology*. 43, 77-83.
- Schütt, K. 2003. Phylogeny of Symphytognathidae s.l. (Araneae, Araneoidea). *Zoologica Scripta*. 32 (2), 129-151.
- Shochat, E., Stefanov, W.L., Whitehouse, M.E.A., Faeth, S.H. 2004. Urbanization and spider diversity: Influences of human modification of habitat structure and productivity. *Ecological Applications*. 14 (1), 268-280.
- Song, D., Zhu, M., Chen, J. 1999. *Spiders of China*. Hebei Science and Technology Publishing House. Shijiazhuang. 640 pp.
- Thaler, K., Zapparoli, M. 1993. Epigeic Spiders in an olive-grove in Central Italy (Araneae). *Redia*. 76 (2), 307-316.
- Trotta, A. 2005. Introduzione ai Ragni italiani. *Memorie della Società entomologica italiana*. 83, 3-178.
- Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P.E., Roth, V. (Eds.) 2005. *The spiders of North America. An Identification Manual*. American Arachnological Society. 377 pp.
- Uetz, G.W., Halaj, J., Cady, A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology*. 27, 270-280.
- Watson, L., Dallwitz, M.J. 2007. *The families of spiders represented in the British Isles*. Version: 10th April 2007. On line at: <http://delta-intkey.com>
- Yagunima, T. 1986. *Spiders of Japan in Color*. Hoikusya, Osaka.

6.- Influencia del manejo agronómico sobre las poblaciones de arañas en el agroecosistema del olivar



1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusión
6. Bibliografía





1. Introducción

El cultivo del olivar está principalmente localizado en el área Mediterránea donde se encuentran entre el 70 y 80 % de la superficie cultivada, siendo Andalucía la región más importante en España en cuanto a superficie dedicada a este cultivo, con el 59 % (Alonso-Mielgo *et al.*, 2001). Al igual que los demás cultivos agrícolas, plantea distintos problemas medioambientales, uno de los cuales, particularmente relevante, es el relacionado con el uso de productos agroquímicos (Cirio, 1997). Entre los perjuicios que pueden causar están el desequilibrio ecológico, ya que a consecuencia de los tratamientos resultan afectadas tanto las especies plaga como las que no son objetivo de estos procedimientos (Ripper, 1956; De Zwart, 2003).

Es de esperar un papel primordial en el equilibrio ecológico de uno de los grupos de depredadores polípagos más abundantes y diversos en cualquier zona cultivada terrestre como son las arañas (Luczak, 1979) y en nuestro caso en el olivar (Morris, 1997; Morris *et al.*, 1999; Pantaleoni *et al.*, 2001) que junto con otros depredadores contribuyen al mantenimiento de la estabilidad en un agroecosistema (Luczak, 1979).

Las prácticas agronómicas llevadas a cabo por el hombre para mejorar la productividad y rendimiento económico de los cultivos pueden afectar a las arañas de diversas formas. Por ejemplo, se reconoce que las aplicaciones de pesticidas ejercen un efecto negativo sobre ellas, de varias maneras (Sunderland, *et al.* 1987). Esto convierte dichas aplicaciones en una potencial amenaza para depredadores polípagos como las arañas, porque reducen de forma directa su número e indirectamente eliminan la mayor parte de las fuentes de alimento y perturban los nichos que éstas habitan (Pfiffner y Luka, 2003).

En el caso específico del olivar, el empleo de insecticidas tiene un marcado efecto negativo sobre los depredadores y en concreto sobre las arañas (Heim, 1984). Se ha observado que el empleo de pesticidas disminuye la abundancia de las arañas de forma cuantitativa (Ruano *et al.*, 2001) además de que modifica la composición de taxones en la copa de los olivos (Cárdenas *et al.*, 2006). Asimismo otras prácticas agronómicas incluidas en estos manejos como son el arado y la presencia de la cubierta vegetal también les afectan en diferente grado (Cárdenas *et al.*, 2005).

El objetivo del presente capítulo es conocer el impacto que tienen los diferentes manejos sobre las poblaciones de arañas del olivar desde dos puntos de vista: cómo se ve afectada su abundancia y su diversidad, y cómo afecta a la composición de especies y a las relaciones que puede haber entre ellas. Para ello se seguirán las recomendaciones ya dadas por Ruano *et al.* (2001) que aconsejaban un estudio en mayor profundidad de este orden en el olivar a nivel taxonómico, con objeto de encontrar posibles diferencias cualitativas entre la composición faunística según manejos y extraer las pertinentes consecuencias ecológicas. Cabría esperar que tanto la abundancia como la diversidad sean mayores en el manejo ecológico seguido por



el integrado y el convencional, ya que los dos primeros sistemas de manejo presentan una mayor calidad de suelos y potencialmente causan un menor efecto nocivo que los sistemas de manejo convencional (Reganold *et al.*, 2001). La presencia/ausencia de las diferentes especies nos permitiría obtener una ordenación de los olivares según su manejo agronómico. De esta forma si se encuentra una influencia del manejo sobre alguno de los taxones estudiados cabe la posibilidad de que constituyan un bioindicador de las prácticas culturales características de cada uno de esos tres sistemas de cultivo.

2. Material y métodos

Zonas de estudio

Para efectuar el estudio se escogieron un total de 18 parcelas de olivar de la variedad picual situadas en las provincias de Córdoba y Granada (Figura 6.1), denominadas como seguidamente se indica (las características particulares de cada olivar vienen comentadas en el apartado de zonas de estudio):

- Córdoba: 3 olivares ecológicos (Los Tirados Bajos, P4; Gargantilla, P6; Las Cejudas, P8), 3 de manejo integrado (Los Tirados de Enmedio-2, P3; Los Blancos, P7; La Lastra, P9) y 3 de manejo convencional (El Castillejo, P1; Los Tirados de Enmedio-1, P2; Los Chivatiles, P5).
- Granada: 3 olivares ecológicos (Loma del Galgo, DM; Atalaya, DN; Rambla-3, DT), 3 olivares de manejo integrado (Arenales de San Pedro, A; Cortijo Cajil, B; Loma del Perro, DE) y 3 olivares de manejo convencional (Cañada de la Laguna, C; Rambla-1, DC; Rambla-2, DJ).

Los olivares de manejo ecológico no recibieron tratamiento alguno con productos insecticidas, en el caso de ser fertilizados lo fueron con los productos permitidos por la reglamentación vigente sobre agricultura ecológica, tampoco se utilizaron herbicidas y el arado, en caso de producirse, era a escasa profundidad (menor de 25 cm).

En los olivares de manejo integrado se utilizaron productos insecticidas (dimetoato) únicamente en una ocasión durante el año de muestreo. En los casos de utilizarse herbicidas se aplicaron igualmente en una sola ocasión contra las malas hierbas existentes y aproximadamente durante la época del muestreo (meses de mayo-junio). No se realizó arado de las fincas salvo en el caso de DE en la que fue a poca profundidad (menos de 25cm).

En los olivares de manejo convencional se administraron productos insecticidas en dos o tres ocasiones durante el año siendo los productos utilizados dimetoato y α -cipermetrina. También se utilizaron herbicidas suministrados entre 1 y 4 oportunidades durante el año de muestreo según zonas. En algunas de las propiedades además se realizó arado en profundidad de las mismas (P2 y C).

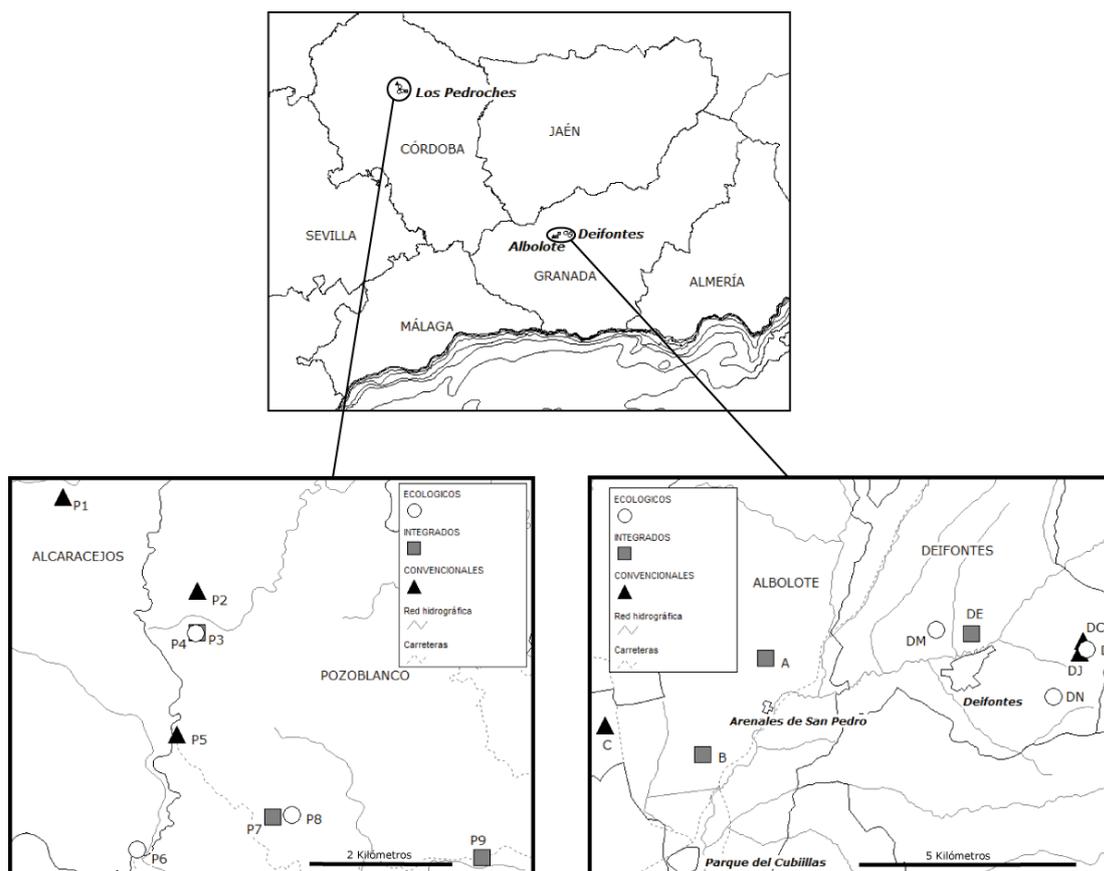


Figura 6.1.- Situación geográfica en Andalucía de los olivares muestreados.

En cada uno de los olivares fueron muestreados al azar 4 filas de 5 árboles cada una, separadas entre sí por dos filas de árboles sin muestrear y con una separación de un árbol entre los olivos muestreados en cada fila, para un total de 20 árboles. Se recogieron arañas a dos niveles: copa, mediante el método de vareo, y suelo, mediante trampas de caída; en resumen, 20 muestras de copa (ejemplares recogidos de cada árbol por el método de vareo) y otras tantas de suelo (recogidos en las trampas de caída situadas bajo cada árbol) por cada parcela.

Se realizaron dos muestreos durante el año 2003 en cada una de las provincias, uno en el periodo previo a la floración, primeros de mayo en Córdoba y finales de mayo en Granada; y otro a finales de junio en Granada y primeros de julio en Córdoba. Esta elección se justifica porque el periodo de apertura de las inflorescencias en las plantas constituye un momento óptimo para estudiar las poblaciones de arañas, que pueden aumentar ya que la abundancia de presas es mayor, hay mayor disponibilidad de refugios y condiciones microclimáticas más suaves (Teixeira de Souza y Parentoni Martins, 2004).

Las muestras fueron debidamente fijadas y conservadas (de acuerdo a lo indicado en la sección de metodología), para ser analizadas posteriormente en laboratorio hasta identificarlas a su nivel taxonómico más bajo posible.



Análisis estadísticos

El análisis de los datos obtenidos se abordó desde varias aproximaciones:

- Estudio de la abundancia. Para ello se decidió utilizar análisis de varianza, ANOVA, de tipo no paramétrico mediante el test estadístico Kruskal-Wallis.
- Estudio de la diversidad, que se afrontó de diversas formas. Se hace referencia a aquellos índices más representativos para los grupos estudiados y que ofrecen unos resultados más óptimos ya que muchos de ellos se encuentran estrechamente correlacionados (Hill, 1973). Los que se calcularon fueron los siguientes:
 - o Número de especies (S)
 - o Dominancia (1 – índice de Simpson). Varía entre 0 (todos los taxones están presentes en la misma proporción) y 1 (un taxón domina la comunidad completamente).
 - o Índice de Simpson (D). Mide la *uniformidad* de una comunidad entre 0 y 1. Dada la relación existente, en ocasiones se confunde en la literatura con la dominancia.

$$D = \sum p_i^2$$

p_i → Proporción de especies i en la comunidad

- o Índice de Shannon (H, entropía). Un índice de diversidad que tiene en cuenta el número de individuos así como el número de taxones. Varía entre 0 para comunidades con únicamente un taxón a valores más altos (raramente superior a 5) para comunidades con muchos taxones, cada uno con algunos individuos.

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

S → número de especies

p_i → proporción de las muestras que contienen a la especie i

- o Uniformidad de Buzas y Gibson. Es igual a la siguiente expresión:

$$\frac{e^H}{S}$$

- o Índice de riqueza de Menhinick. Mide la relación entre el número de taxones y la raíz cuadrada del tamaño de la muestra (en nuestro caso igual al número de árboles muestreados por parcela y zona muestreada).
- o Índice de riqueza de Margalef. Es igual a:



$$\frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Donde S es el número de taxones y n el número de individuos.

- Igualdad (*ecuanimidad*). Diversidad de Shannon dividida por el logaritmo del número de taxones. Mide el grado de igualdad con la que los individuos están repartidos entre los taxones presentes.
- Índice de diversidad Fisher- α . Definido por la siguiente fórmula:

$$S = a * \ln\left(1 + \frac{n}{a}\right)$$

Donde S es el número de taxones, n el número de individuos y a es el valor mismo del índice Fisher- α .

- Índice de dominancia de Berger-Parker. Es el número de individuos en el taxón dominante respecto al número total de individuos.

$$\frac{N_{max}}{N}$$

N_{max} → Número de individuos de la especie más abundante

N → Número total de individuos

- Análisis en cluster. Se utilizaron medidas de similaridad binaria, en concreto las medidas de similitud que ofrece un coeficiente binario como es el de Jaccard, basado en la presencia ausencia de especies y que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S_j = \frac{a}{a + b + c}$$

S_j → Coeficiente del índice de similaridad

a → Número de especies en la muestra A y B.

b → Número de especies en la muestra B pero no en la A.

c → Número de especies ausentes en ambas muestras.



3. Resultados

Abundancia de arañas

Se analizaron un total 1.434 muestras recogidas en las fincas en los niveles de copa y suelo (se perdieron algunas trampas de caída debido a la actividad de pequeños vertebrados) que derivaron en 1.031 arañas durante los dos muestreos (588 en Córdoba y 443 en Granada), citándose un total de 22 familias, 20 en los olivares de Córdoba y 18 en los de la provincia de Granada y 117 especies, 89 en la provincia de Córdoba y 77 en los olivares de Granada (Tablas 6.1 y 6.2).

En cuanto a la composición taxonómica también cabe destacar que más del 90% de las capturas correspondieron a individuos pertenecientes a las siguientes familias (por orden de abundancia): Thomisidae, Gnaphosidae, Linyphiidae, Philodromidae, Zodariidae, Salticidae, Araneidae, Oxyopidae y Theridiidae.

Comparación entre niveles de muestreo (copa y suelo)

El número total de los individuos capturados resultó ser mayor en la copa respecto al suelo en todos los manejos salvo en el integrado (Figura 6.2-A) existiendo diferencias significativas entre ambos estratos (Kruskal-Wallis test $P < 2.72E-06$).

La composición de familias varía entre los dos estratos muestreados, siendo entre las 13 familias recolectadas en copa las más abundantes Thomisidae, Philodromidae, Linyphiidae, Araneidae, Oxyopidae, Salticidae y Theridiidae (más del 95% del total de arañas recogidas en copa); mientras que en suelo se recogieron 17 familias, siendo las más abundantes Gnaphosidae, Zodariidae, Salticidae, Linyphiidae, Lycosidae y Sicariidae (casi el 87% del total de capturas).

Las especies más abundantes en copa fueron *Xysticus sp*, *Philodromus sp* y *Lyniphiidae sp ind* en copa, mientras que en suelo fueron *Zodarion styliferum*, *Zelotes sp* y *Loxosceles rufescens*.

Se hallaron diferencias en la abundancia de arañas entre la copa y el suelo del olivar. Esto ocurrió tanto en los olivares de Córdoba como en los de Granada (Figura 6.2-B y 6.2-C; Kruskal-Wallis test $P < 6.22E-06$ y $P < 0.04$, respectivamente).

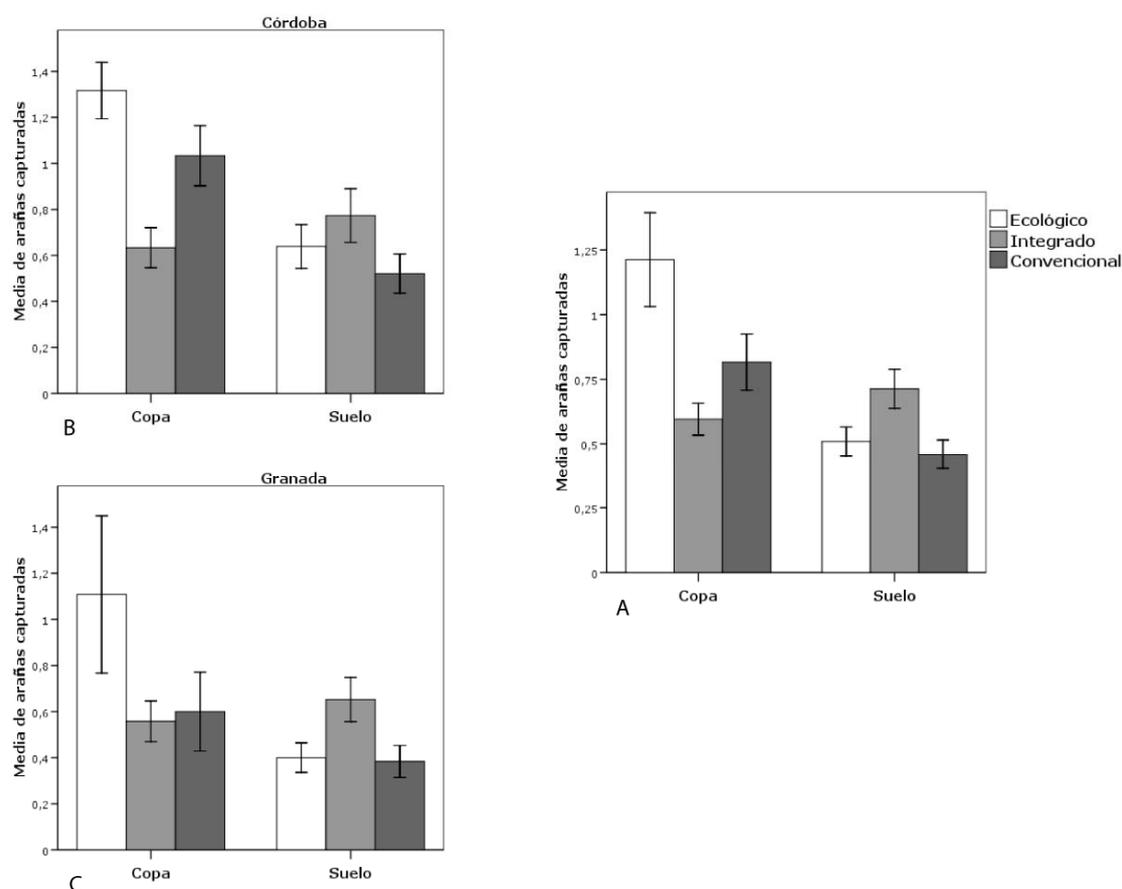


Figura 6.2.- Número medio de arañas recogidas en copa y suelo (+/- error típico) durante el estudio en todos los olivares (A) y en las provincias de Córdoba (B) y Granada (C).

Comparación entre manejos (ecológico, integrado y convencional)

Centrándonos en los diferentes manejos agronómicos, se capturaron significativamente más individuos en los olivares ecológicos, seguidos por los integrados y por último los de manejo convencional (Figura 6.3-A), (Kruskal-Wallis test $P = 0.018$). Desglosando los resultados por provincias, en los olivares de Córdoba las mayores capturas se producen en ecológicos, convencionales e integrados, por ese orden (Figura 6.3-B); mientras que en las parcelas de Granada se registró mayor abundancia de arañas en los olivares ecológicos seguidos de los integrados y por último los de manejo convencional (Figura 6.3-C) habiendo diferencias significativas en el número de individuos entre los olivares de ambas provincias (Kruskal-Wallis test $P < 5.06E-06$).

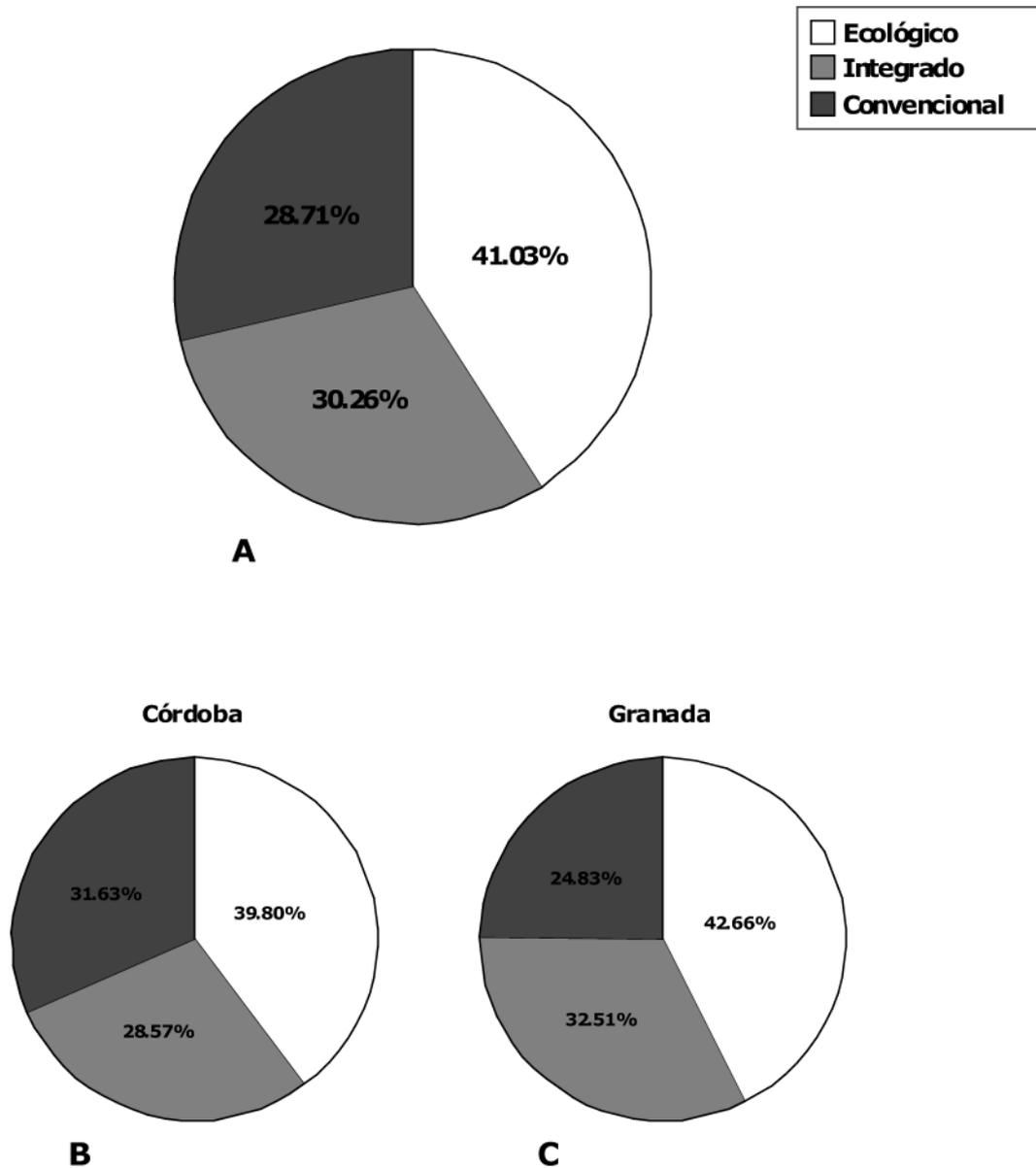


Figura 6.3.- Distribución de individuos según los manejos en todas las zonas estudiadas (A) y en cada una de las provincias muestreadas (B, C).

Después del análisis estadístico de los resultados se encontraron diferencias significativas entre manejos para la abundancia de las arañas recogidas en copa (Kruskal-Wallis test $P < 7.38E-06$) más profusas en el manejo ecológico, algo que también sucedió para las familias Araneidae ($P = 0.04$), Philodromidae ($P = 0.04$) y Thomisidae ($P = 0.002$). El caso contrario sería la familia Oxyopidae en la que se registraron diferencias significativas entre manejos pero su mayor abundancia se encontró en el manejo convencional ($P = 0.026$). Igualmente aparecieron diferencias significativas entre manejos para las arañas del suelo ($P = 0.014$) así como para las familias Gnaphosidae ($P = 0.024$) y Zodariidae ($P = 0.011$), pero en este caso la mayor abundancia aconteció bajo manejo integrado.

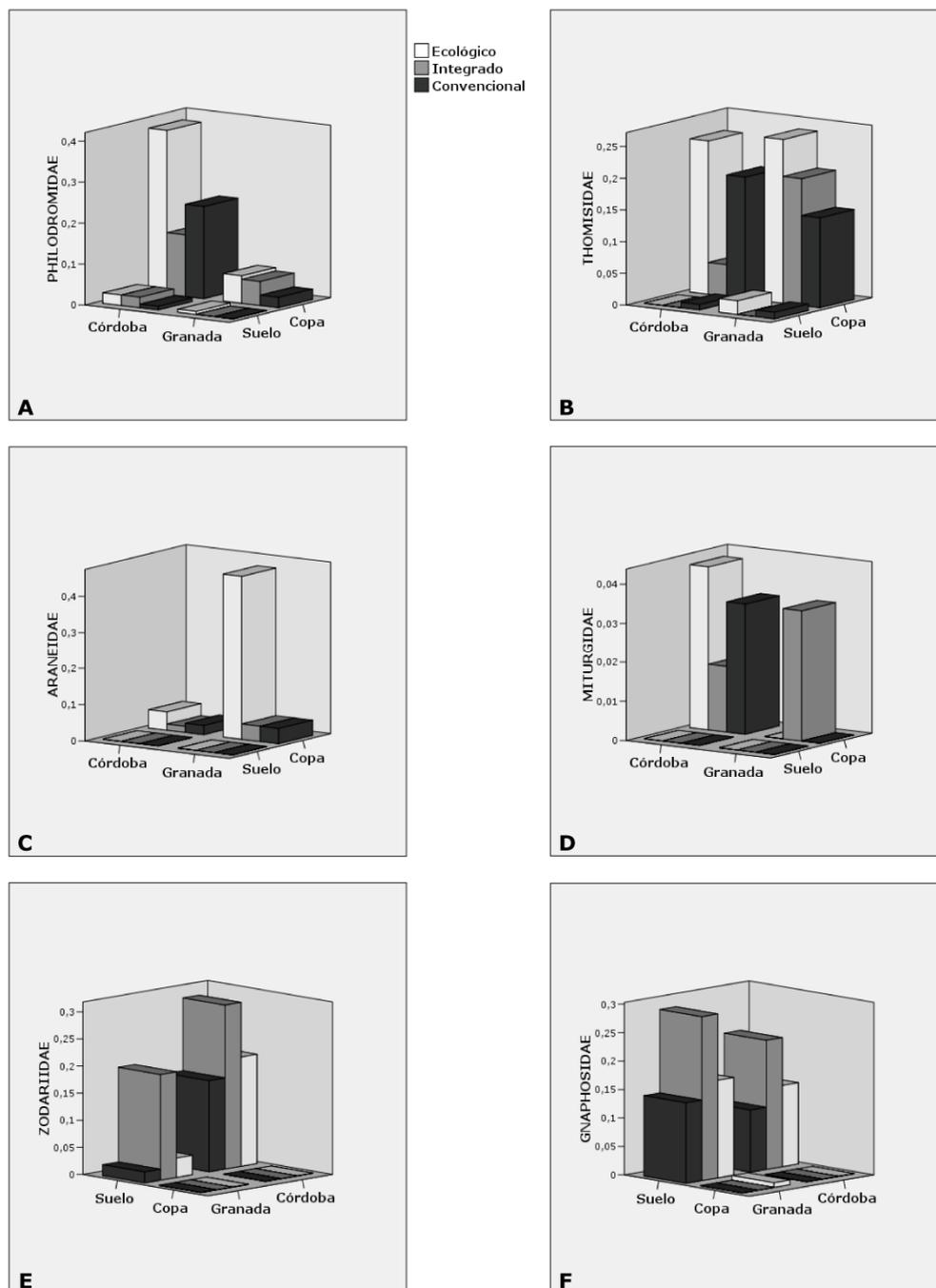


Figura 6.4.- Número medio de individuos capturados de las familias: (A) Philodromidae, (B) Thomisidae, (C) Araneidae, (D) Miturgidae, (E) Zodariidae y (F) Gnaphosidae.

En la Figura 6.4 se muestran los resultados de las familias más representativas de arañas recolectadas. En los olivares de Córdoba se encontraron diferencias significativas entre manejos para las familias Philodromidae y Thomisidae así como para el total de arañas registradas en copa (Kruskal-Wallis test $P = 0.009$; $P < 4.27E-04$; $P < 2.9E-05$, respectivamente) mientras que en suelo no se encontraron diferencias significativas entre manejos. En Granada



se localizaron diferencias significativas entre manejos para las familias Araneidae, Miturgidae así como para el número de individuos del orden Araneae recogidos de las copas (Kruskal-Wallis test $P = 0.012$; $P = 0.018$; $P = 0.014$, respectivamente) entretanto en el suelo se registraron diferencias significativas para las familias Gnaphosidae y Zodariidae (Kruskal-Wallis test $P = 0.047$; $P < 2.26E-04$, respectivamente).

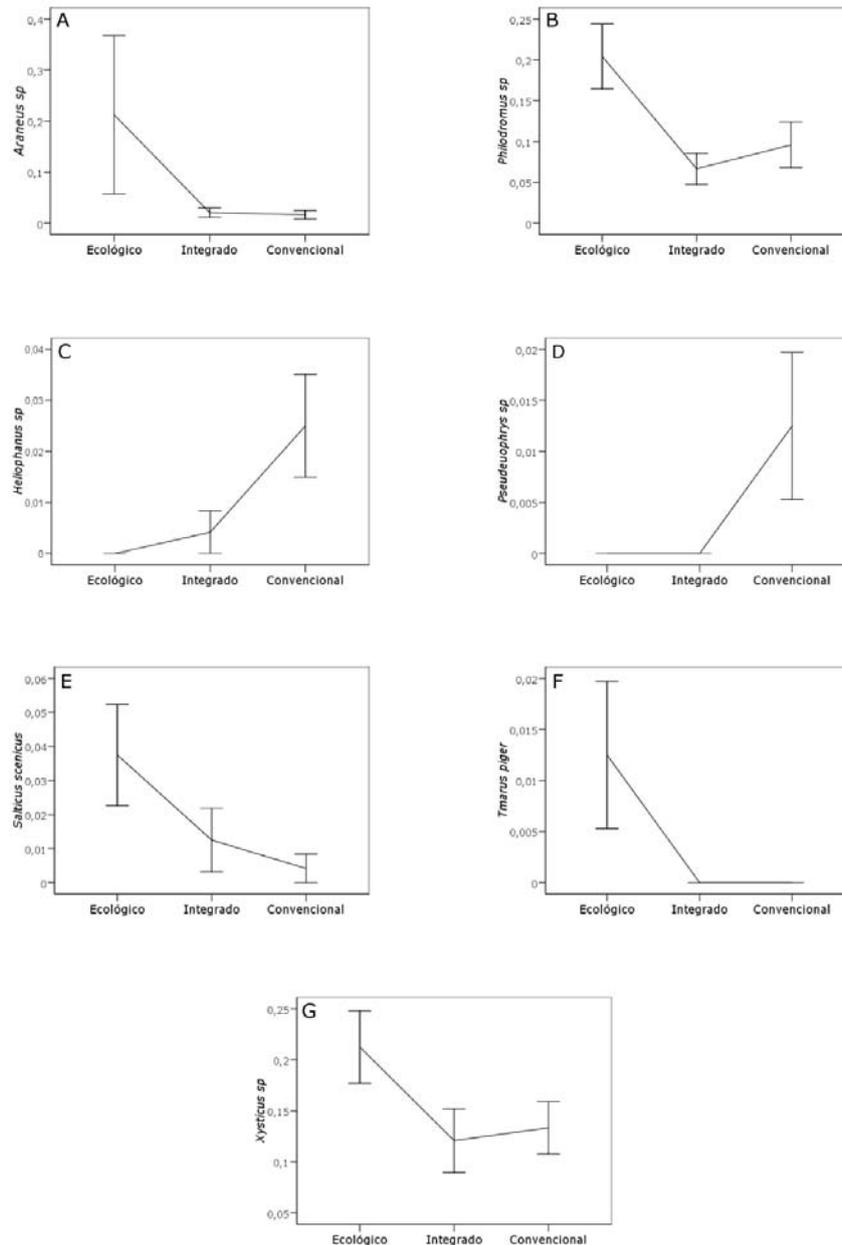


Figura 6.5.- Número medio de individuos (+/- error típico) de aquellas especies capturadas en la copa que manifestaron diferencias significativas entre manejos agronómicos de olivar: (A) *Araneus sp*, (B) *Philodromus sp*, (C) *Heliophanus sp*, (D) *Pseudeuophrys sp*, (E) *Salticus scenicus*, (F) *Tmarus piger*, (G) *Xysticus sp*.



Al analizar los resultados de abundancia por especies lo más destacado surgió de las diferencias significativas que se encuentran entre manejos para varias especies en copa (Figura 6.5): *Araneus* sp ($P = 0.031$), *Philodromus* sp ($P = 4.96E-04$), *Heliophanus* sp ($P = 0.011$), *Pseudeuophrys* sp ($P = 0.049$), *Salticus scenicus* ($P = 0.043$), *Tmarus piger* ($P = 0.049$) y *Xysticus* sp ($P = 0.018$). En suelo se encontraron diferencias significativas entre manejos para las siguientes especies (Figura 6.6): *Micaria coarctata* ($P = 0.002$), *Zelotes ruscinensis* ($P = 0.002$), *Trabaea cazorla* ($P = 0.029$), *Euophrys* sp ($P = 0.045$) y *Zodarion styliferum* ($P = 0.013$).

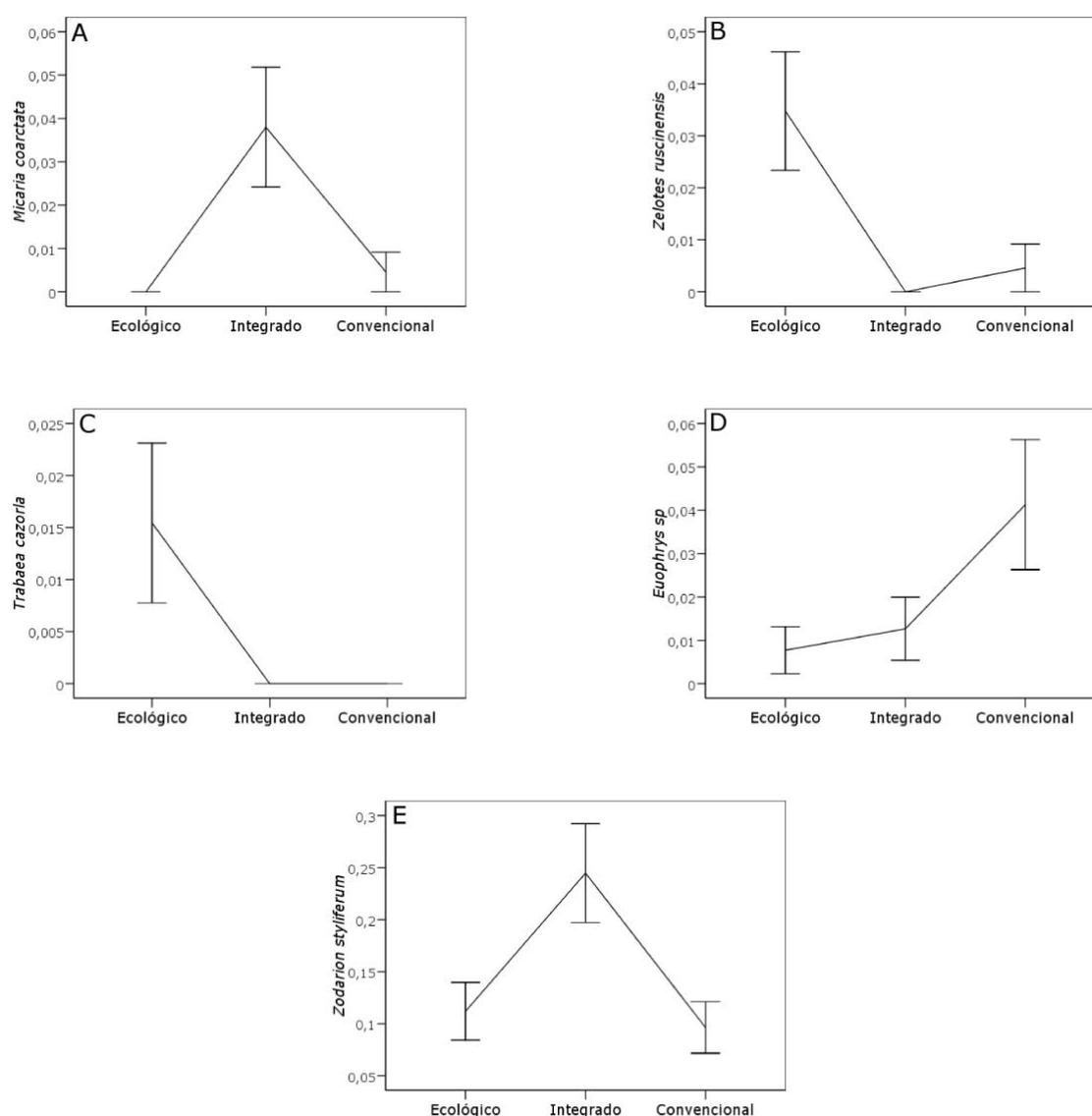


Figura 6.6.- Número medio de individuos de aquellas especies capturadas en el suelo y que mostraron diferencias significativas entre manejos agronómicos del olivar (las barras de error representan el error típico de la media): A) *Micaria coarctata*, B) *Zelotes ruscinensis*, C) *Trabaea cazorla*, D) *Euophrys* sp, E) *Zodarion styliferum*.



Por provincias, en Córdoba se encontraron diferencias significativas entre los manejos para *Philodromus* sp ($P = 0.001$), *Heliophanus* sp ($P = 0.011$), *Pseudeuophrys* sp ($P = 0.049$), *Salticus* sp ($P = 0.018$), *Ozyptila* sp ($P = 0.049$), *Tmarus piger* ($P = 0.049$) y *Xysticus* sp ($P = 0.008$) en copa, y para *Zelotes ruscinensis* ($P = 0.011$) en suelo (Figura 6.7).

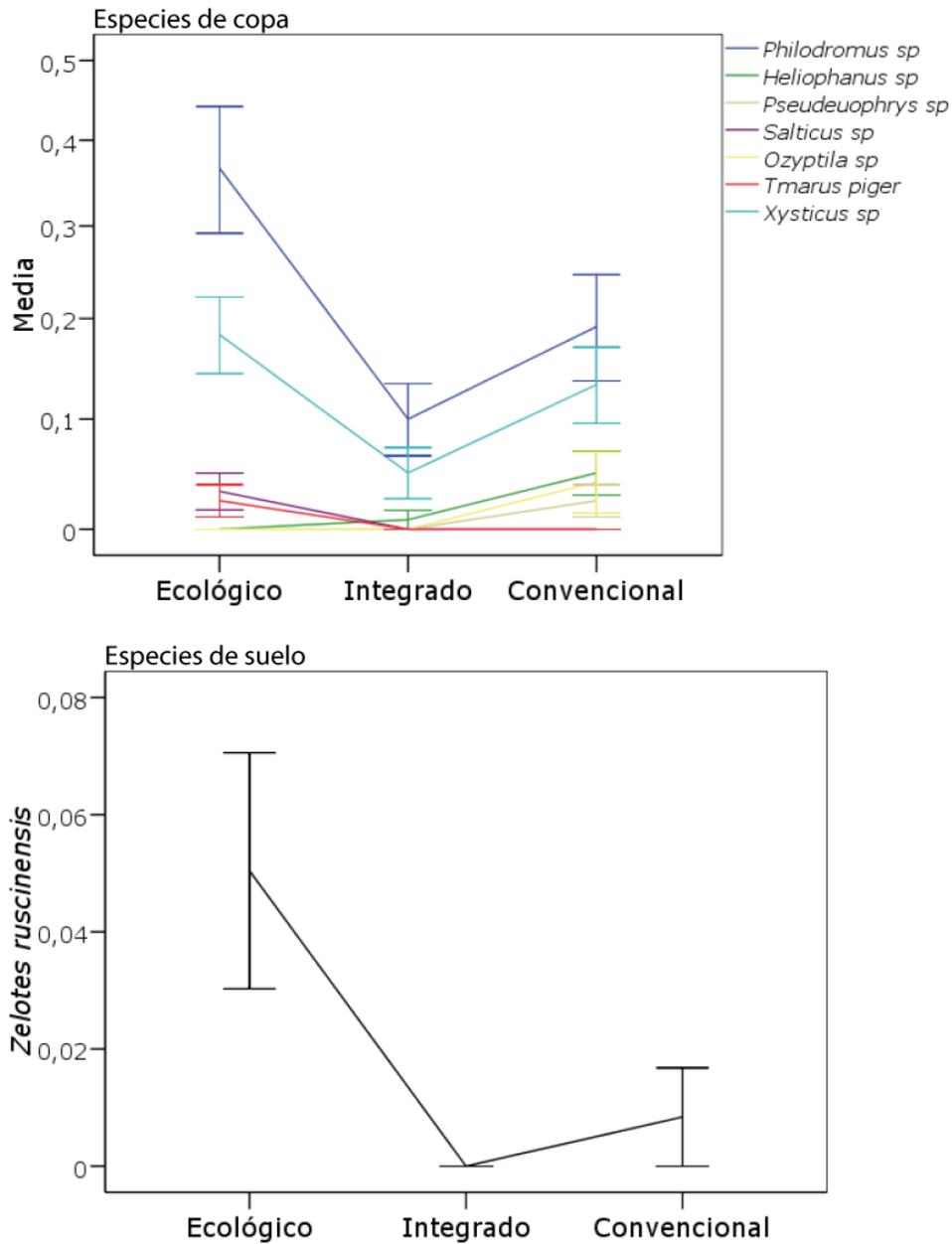


Figura 6.7.- Detalle del número medio de individuos capturados (+/- error típico) de las especies que presentaron diferencias significativas en la provincia de Córdoba entre manejos en copa (superior) y suelo (inferior).



En Granada se encontraron diferencias significativas entre manejos para las siguientes especies recogidas en la copa (Figura 6.8): *Araneus* sp ($P = 0.016$), *Cheiracanthium* sp ($P = 0.018$) y *Salticus* sp ($P = 0.029$). En suelo fueron las siguientes: *Micaria coarctata* ($P = 2.58E-4$), *Trabaea cazorla* ($P = 0.044$) y *Zodarion styliferum* ($P = 2.26E-04$).

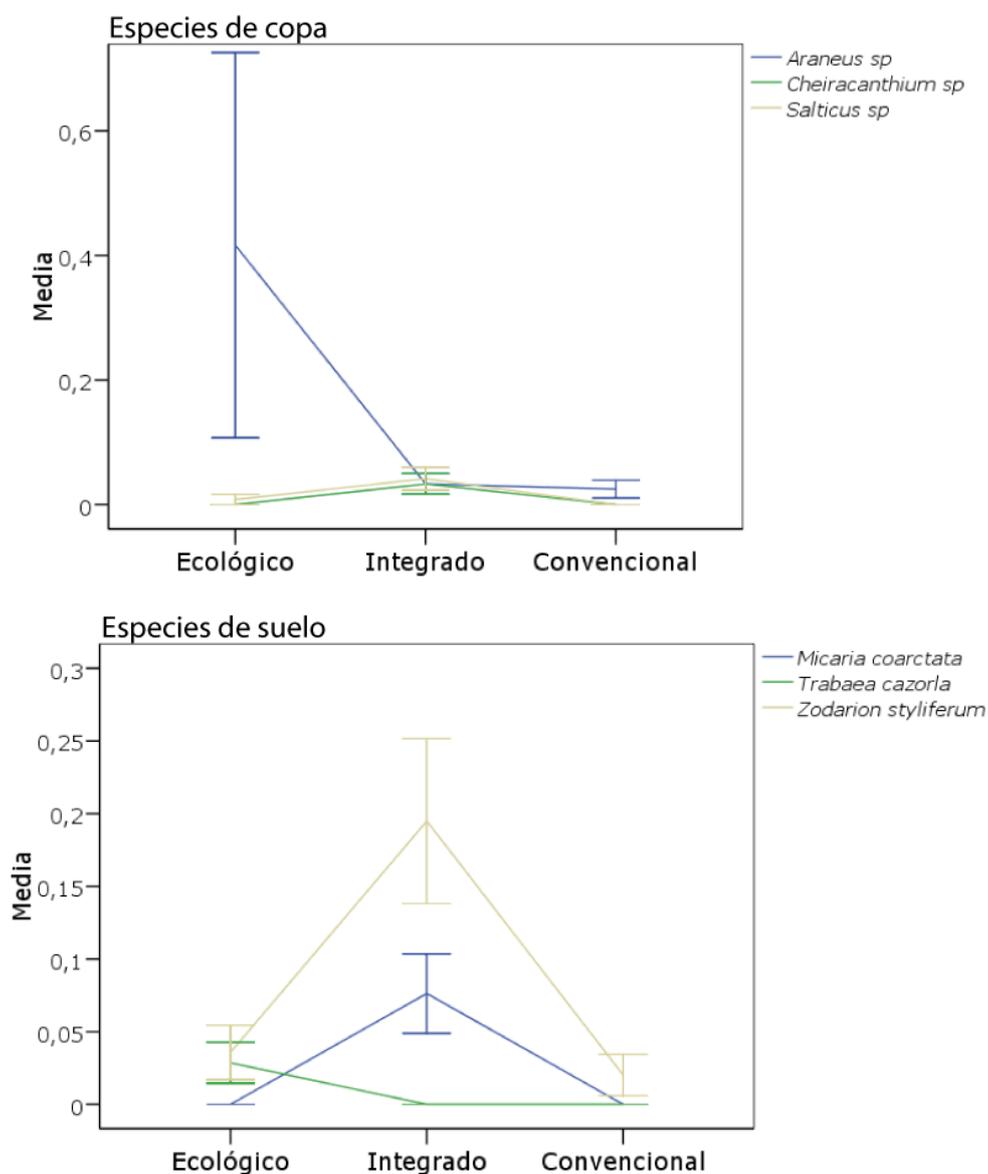


Figura 6.8.- Detalle del número medio de individuos capturados (+/- error típico) de las especies que presentan diferencias significativas en la provincia de Granada entre manejos en copa (superior) y suelo (inferior).

Análisis de la diversidad

Se recogieron más especies en los olivares de manejo ecológico, seguidos por los de manejo integrado y por último los convencionales (Tabla 6.3). En los ecológicos y convencionales, no



así en los integrados, se registraron más especies en los muestreos de copa que en los de suelo (Figura 6.9).

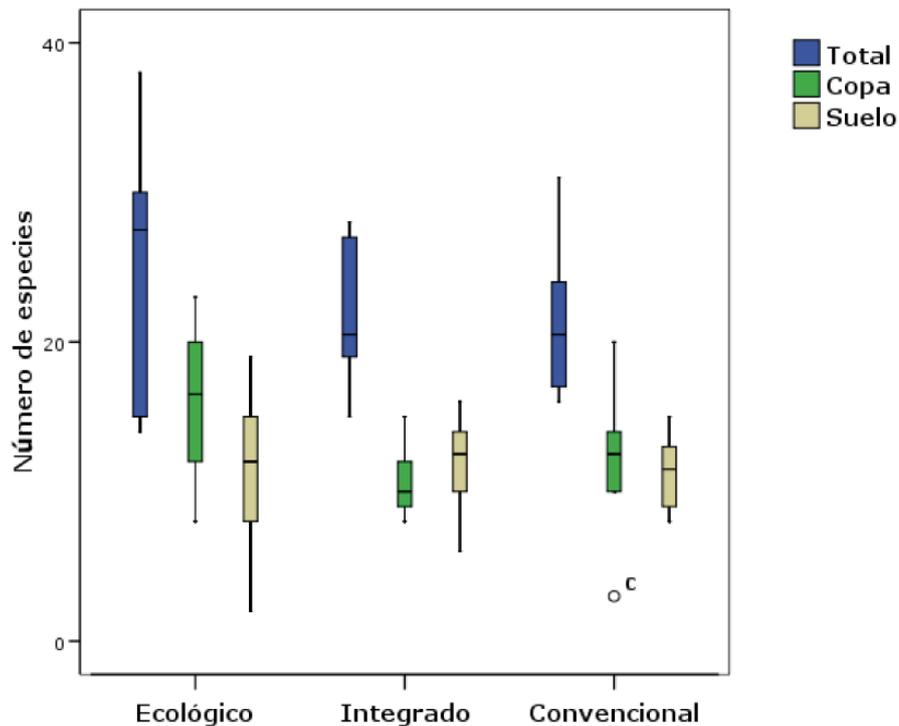


Figura 6.9.- Número de especies encontradas bajo los diferentes manejos y en los diferentes niveles muestreados: copa, suelo y el total de especies registradas. El valor extremo se encuentra etiquetado con la referencia de la finca a la que corresponde (C = Cañada de la Laguna).

También la riqueza de especies fue ligeramente desigual entre los tres manejos (Figura 6.10). A pesar de las diferencias observadas en la tabla 6.3 para los distintos parámetros de diversidad (siempre superior en los olivares ecológicos respecto a integrados y convencionales) y dominancia (tendencias no muy claras) no se encontraron diferencias significativas entre manejos. Únicamente se encontraron desigualdad para los parámetros uniformidad, entre copa y suelo ($P = 0.037$) y entre provincias ($P = 0.001$), y ecuanimidad, sólo entre provincias ($P = 0.02$).

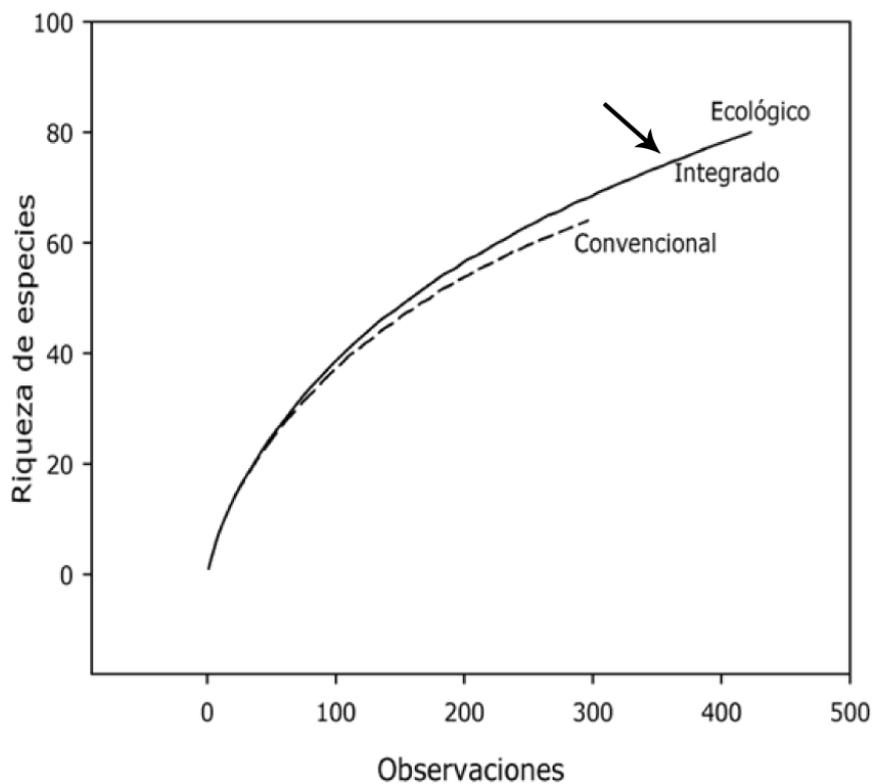


Figura 6.10.- Riqueza de especies en los diferentes manejos agronómicos estudiados. Las líneas de estimación de los manejos ecológico e integrado se encuentran superpuestas con la única salvedad que en el caso del manejo integrado el número de observaciones es inferior (señalado al nivel de la etiqueta).

Respecto a la diversidad y dominancia (de todas las especies y familias más abundantes; Tabla 6.3) se puede destacar la existencia de especies que encuentran toda su diversidad en un único estrato, sería el caso de Araneidae en copa, Gnaphosidae y Zodariidae en suelo mientras que en el resto se encuentran especies en ambos niveles. También cabe señalar que Araneidae alcanza una mayor diversidad en los olivares convencionales y mayor dominancia en los ecológicos. Gnaphosidae tiene mayor diversidad en los ecológicos, a pesar de citarse más especies en los integrados, y mayor dominancia en los convencionales. Linyphiidae tiene mayor diversidad en los olivares integrados respecto de ecológicos y convencionales, y a la inversa con la dominancia. En el caso de Oxyopidae las diferencias indicarían mayor diversidad en ecológicos y convencionales y mayor dominancia en los integrados. La familia Philodromidae presenta mayor diversidad en los olivares de manejo integrado y mayor dominancia en los ecológicos. Los saltícidos tienen mayor diversidad en los olivares ecológicos y mayor dominancia en los convencionales, pero con muy escasas diferencias entre manejos. La mayor diversidad en Theridiidae se registra bajo manejo ecológico y la mayor dominancia en manejo integrado. Thomisidae muestra mayor diversidad en los olivares ecológicos y la mayor dominancia en los integrados. Por último Zodariidae mayor diversidad en convencionales y dominancia en ecológicos. En cualquier caso hay que destacar que las diferencias comentadas para las familias no fueron en ningún caso significativas.



Merece la pena destacar, como se indicó anteriormente, los distintos resultados sustanciales al analizar los datos entre las dos provincias. En el caso de la familia Philodromidae hay diferencias significativas en la provincia de Córdoba para varios parámetros, en concreto para la dominancia (así como para el índice de Berger-Parker), la diversidad (medida como índice de Shannon y de Simpson) y la ecuanimidad ($P = 0.049$ en todos los casos). La familia Thomisidae muestra diferencias significativas entre manejos para el índice uniformidad ($P = 0.042$).

El análisis de la diversidad en cada una de las parcelas estudiadas (Tabla 6.4) indica que los olivares donde se recogen más especies son de manejo ecológico en Granada (DN) y convencional en Córdoba (P2). Asimismo las parcelas donde se citan un menor número de especies son de manejo ecológico en Granada (DT) y de manejo convencional en Córdoba (P1). Se puede destacar igualmente que la diversidad (medida como diversos índices: Shannon, Menhinick, Margalef, Fisher-alfa) es mayor en los olivares ecológicos respecto a los integrados y convencionales (Figura 6.11). Ocurre lo contrario con la dominancia (medida como índice de dominancia, Berger-Parker). Por último medidas que comparan la semejanza entre zonas como es la ecuanimidad y la uniformidad no muestran una tendencia clara entre parcelas.

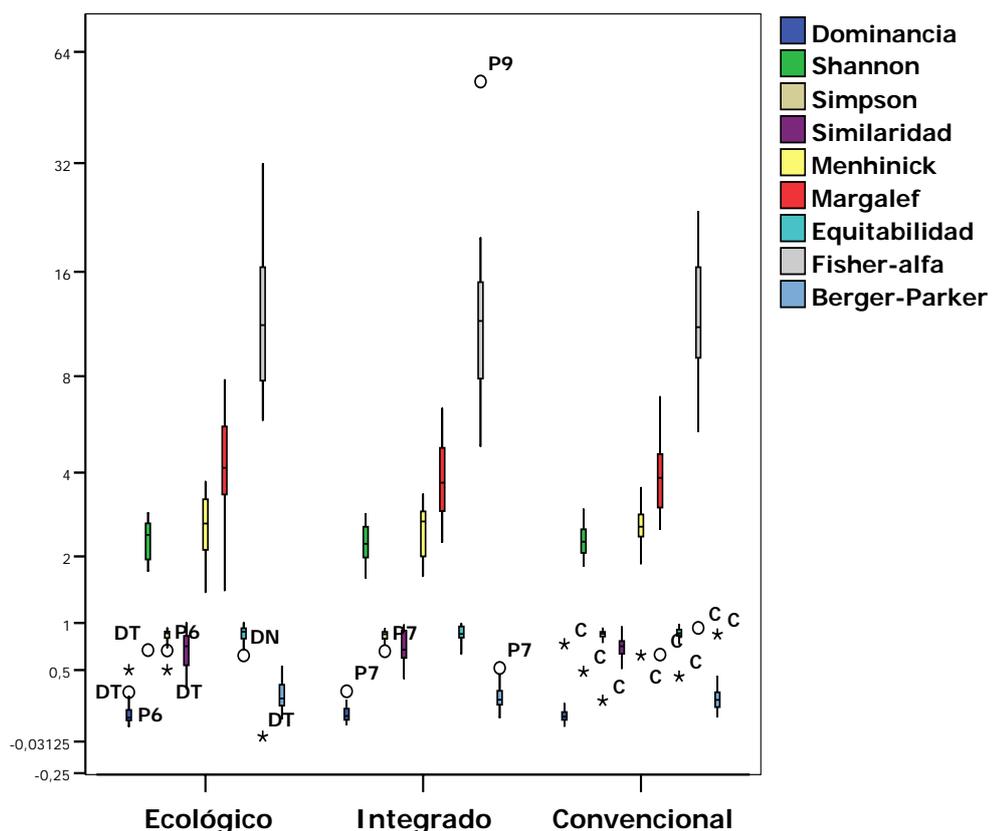


Figura 6.11.- Valores de los diferentes índices de diversidad y dominancia en los distintos manejos agronómicos en los olivares estudiados así como en los muestreos de copa y suelo.



Los valores extremos se encuentran etiquetados con la referencia a la finca a la que corresponden.

Análisis en cluster

La aplicación de este análisis determinó que la presencia de arañas permite distinguir las parcelas de manejo ecológico junto a las de manejo integrado, separadas de las que lo tienen convencional (coeficiente de correlación = 0.945; Figura 6.12-A), algo que también ocurre al analizar los olivares según las provincias (coeficiente de correlación = 0.884; Figura 6.12-B). Sin embargo, al analizar por parcelas, no se produce una agrupación clara en el caso de la provincia de Granada (coeficiente de correlación = 0.644; Figura 6.12-C), algo que sí ocurre en Córdoba, donde se pueden diferenciar los olivares convencionales por un lado, respecto de los de manejo integrado y ecológico (coeficiente de correlación = 0.702; Figura 6.12-D).

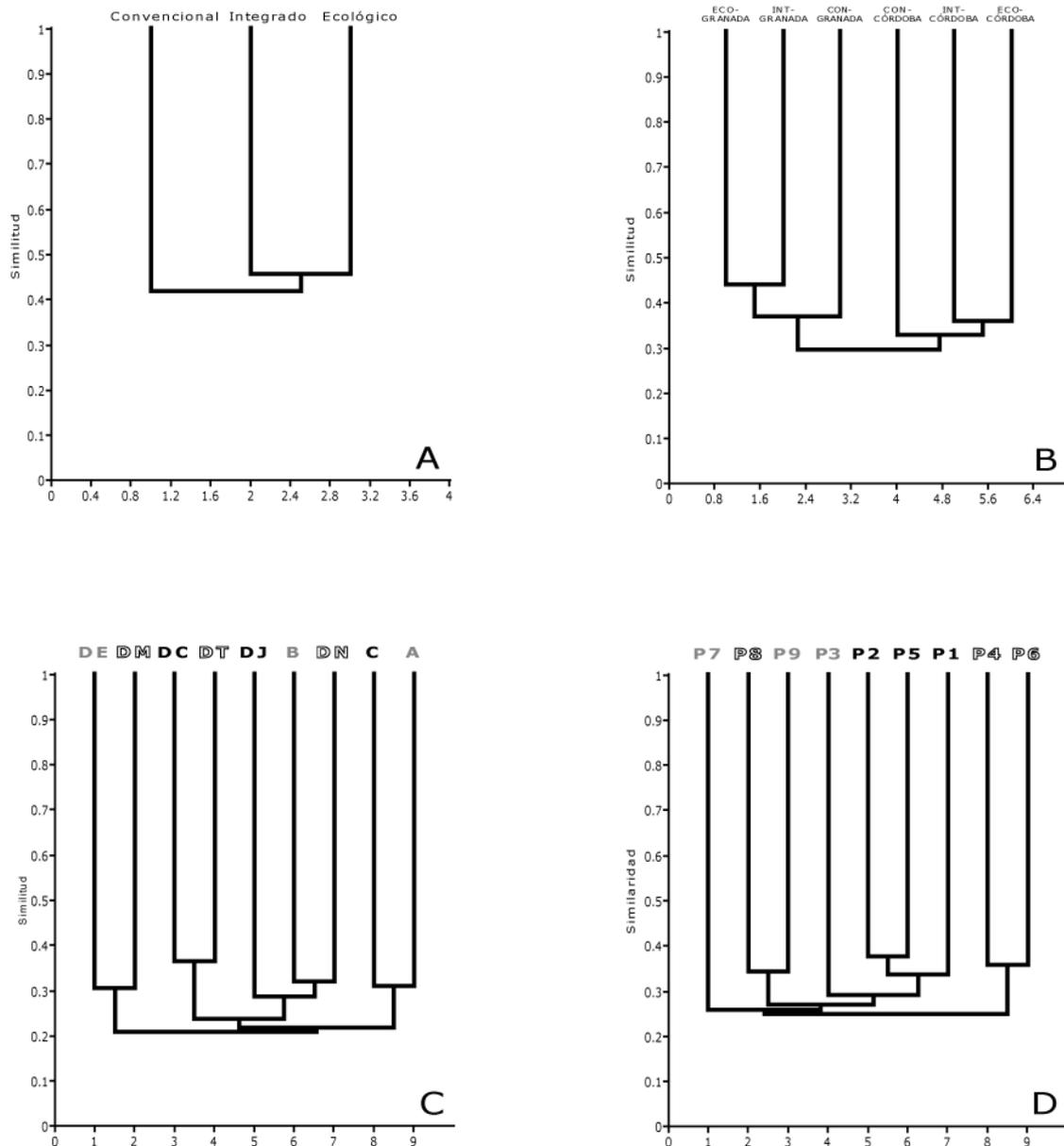


Figura 6.12.- Resultados de análisis en cluster utilizando el índice de Jaccard, en: A. Según manejos agronómicos; B. Manejos agronómicos en las provincias de Granada y Córdoba (ECO=ecológico; INT=integrado; CON=convencional); C. Fincas oliveras muestreadas en la provincia de Granada (ecológico, integrado, convencional); D. Fincas oliveras muestreadas en la provincia de Córdoba (ecológico, integrado, convencional).

4. Discusión

En primer lugar, a nivel faunístico se puede recalcar la diferente composición taxonómica de los olivares en los dos ámbitos geográficos estudiados, Córdoba y Granada.



Como en estudios previos en olivar la mayor parte de las capturas totales se registran únicamente en pocas familias (Cárdenas *et al.*, 2006); por otra parte, se obtiene una gran cantidad de familias y especies representadas por pocos individuos, 1 o 2. Esto nos recomienda como procedimiento más apropiado tratar de forma separada los datos procedentes de cada nivel a la hora de la extracción de conclusiones debido a su muy diferente composición. El hecho de que existan diferencias significativas entre los individuos capturados en copa respecto al suelo, justifica que se analizaran resultados también de manera independiente entre estos niveles; los cuales son muy diferentes en cultivos de árboles (Bogya, *et al.*, 1999) tanto desde el punto de vista de la abundancia (número de individuos) como de la diversidad (composición taxonómica de especies).

Efecto del manejo sobre la abundancia de las arañas como orden

Si en cultivos bajo manejo ecológico las arañas son más abundantes (Schmidt *et al.*, 2005), el olivar no es un excepción, hecho que se acentúa durante la época del año de mayor abundancia de estos depredadores en el cultivo coincidiendo con la floración, en la que presentan una mayor riqueza en número de individuos, tal vez como respuesta al aumento de sus presas potenciales, otros artrópodos (beneficiosos o perjudiciales para el mismo). Del mismo modo, esta mayor abundancia se podría explicar porque en esas parcelas de manejo ecológico encontrarían una mayor disponibilidad de hábitats libres respecto a otros manejos y menores estreses ambientales (ausencia de actividades agronómicas más agresivas como aplicaciones de productos químicos, eliminación de cubierta vegetal, arado, etc.; ver capítulo sobre metodología).

Aunque las dosis de productos fitosanitarios fueron similares en las zonas con manejo convencional e integrado, y las fincas con manejo ecológico no recibieron por definición tratamientos, los efectos de los agroquímicos estuvieron enmascarados e incluidos dentro de las prácticas propias de cada sistema de producción. Sólo podemos especular como uno más de los factores que pudo contribuir a las diferencias encontradas. Hecha esta aclaración, el empleo de productos fitosanitarios en los manejos integrado, y sobre todo convencional, condicionaría mucho la abundancia de las arañas ya que los habitualmente utilizados en olivar (piretroides y dimetoato) afectan de manera decisiva la abundancia de éstas (Eastbrook, 1997; Kennedy *et al.*, 2001) y más en condiciones de ambiente seco (Everts *et al.*, 1989). Además del empleo de insecticidas también se verían afectadas por la presencia o no de cubierta vegetal y el manejo del suelo (Hummel *et al.*, 2002), factores estos que varían entre los diferentes manejos agronómicos estudiados, siendo más agresivos y constituyéndose en un factor de estrés ambiental más agudo según el gradiente creciente integrado-convencional.

En los olivares convencionales donde los insecticidas sintéticos de amplio espectro son utilizados año tras año, se aplican igualmente herbicidas y se suele arar en profundidad ocasionando una menor densidad de la fauna de arañas. En estas condiciones pocas arañas son capaces de completar su ciclo de vida y la inmigración únicamente puede mantener las poblaciones a unos niveles bajos. La repoblación vía inmigración en áreas de manejo intensivo



estarían limitadas, sin embargo, porque la mayor parte del área circundante (grandes áreas olivareras) tienen también un manejo convencional. Por el contrario, en las zonas con manejo ecológico habría una mayor abundancia de arañas, donde algunas especies podrían completar su ciclo de vida.

Efecto del manejo sobre las principales familias

Las diferencias de abundancia de arañas entre manejos tendrían distinta explicación según las familias. En el caso de Araneidae, Philodromidae y Thomisidae parecen ser más sensibles a cualquier cambio en la composición del medio, por lo que su abundancia decrecería conforme aumenten los estreses ambientales alrededor de la época de muestreo en el cultivo del olivar (empleo de productos pesticidas, labores culturales, la eliminación mecánica de la cubierta vegetal y/o el empleo de herbicidas, etc.), siendo las especies cazadoras, como algunos miembros de Philodromidae y Thomisidae más sensibles a los pesticidas. En cuanto a los araneidos, también son muy sensibles a esos estreses siendo por ejemplo incapaces de verse protegidas de los insecticidas por su tela (Pekár, 1999b).

Diferente sería el caso de la familia Oxyopidae que muestra una tendencia inversa, como ya se expuso en un estudio anterior (Cárdenas *et al.*, 2006). La explicación sería doble: por una parte resistirían mejor que otras familias el estrés ambiental que suponen las diversas prácticas agronómicas del manejo convencional, porque se ha demostrado que especies de este género poseen resistencia a insecticidas (Young y Lockley, 1985) y por otra que al disminuir el número de individuos de otras familias abundantes en condiciones carentes de estrés se produciría su aumento a causa de la ausencia de competencia por los recursos con esas especies. Otros autores han registrado esta mayor abundancia de individuos de la familia Oxyopidae en cultivos bajo manejo convencional como naranjo y manzano (Mansour *et al.*, 1980; Bogya, *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2003).

Las familias Gnaphosidae y Zodariidae presentaron mayor abundancia bajo manejo integrado, lo cual se podría explicar en el caso de Zodariidae porque hay un incremento de sus presas, ya que las hormigas responderían a la mayor cantidad de recursos generada por la eliminación de la cubierta vegetal (se realiza durante los meses de mayo/junio) y en la mayor parte de los casos queda sobre el suelo constituyendo un sustrato de fácil acceso para quien lo pueda aprovechar, como algunas especies de hormigas que se alimenten de restos vegetales y semillas como *Messor barbarus* una de las especies más abundantes en los olivares estudiados (Redolfi *et al.*, 1999) y presa preferente de *Z. styliferum* en el olivar. Los gnafósidos también se aprovecharían de la eliminación de la cubierta vegetal ya que les genera mayor disponibilidad de lugares donde habitar (en la mayor parte de los casos los restos se dejan triturados entre las calles de los olivos). Además, las condiciones microclimáticas del suelo, temperatura y humedad extremas, se hacen entonces moderadas (Rypstra *et al.*, 1999), favoreciendo su asentamiento. Por otra parte también tendrían una mayor disponibilidad de presas ya que alguno de sus géneros también se encuentra especializado en las hormigas, como por ejemplo el género *Micaria*.



Al separar los resultados por provincias, en Córdoba sólo se encuentran diferencias en la copa, con la misma explicación que se dio para el caso general. Posiblemente no se registraron diferencias significativas al analizar las muestras de suelo, debido a que las prácticas agronómicas aplicadas en los olivares de la zona en estudio no variaron en demasía entre los tres manejos durante el periodo de observación. El criterio esencial en la provincia de Córdoba a la hora de calificar los manejos hace referencia al número de tratamientos con productos fitosanitarios que se aplican principalmente sobre la copa, siendo ahí donde pueden afectar más directamente a las arañas de este estrato, Philodromidae y Thomisidae por citar algunos casos, más que sobre las arañas de suelo, sobre los que tiene poco (Miliczky *et al.*, 2000) o ningún efecto (Pekár, 1999a). En Granada las diferencias significativas encontradas para las arañas de copa, como Araneidae, demostrarían una clara sensibilidad de esta familia al empleo de productos químicos (pesticidas y herbicidas) en los olivares integrados y convencionales ya que las telas que construyen los miembros de esta familia son excelentes recolectores de esos productos químicos, especialmente cuando la forma de aplicación reduce el tamaño de gota, convirtiéndose en muy perjudiciales ya que la araña los ingiere con la tela cuando procede a renovarla (Samu *et al.*, 1992). Las familias Gnaphosidae, Miturgidae y Zodariidae no demuestran una tendencia clara en las diferencias encontradas (en cada provincia son más abundantes bajo un manejo agronómico diferente) por lo que no se puede extraer una conclusión categórica de la incidencia de los manejos sobre ellas.

Efecto del manejo sobre la abundancia de algunas especies

Al descender al nivel de especie se obtienen unas consecuencias muy similares a las mostradas por Morris *et al.* (1999) en las que también entre las especies más abundantes en copa en olivares de la provincia de Granada citaron *Philodromus* sp y miembros de la familia Thomisidae, entre ellos *Xysticus* sp. Estas especies aprovecharían el momento de la floración para colocarse sobre todo en las ramas con inflorescencias (Teixeira de Souza y Parentoni Martins, 2004), donde tendrían mayor posibilidad de capturar presas.

En el caso de especies de copa como *Araneus* sp (Araneidae), *Philodromus* sp (Philodromidae), *Tmarus piger* y *Xysticus* z (Thomisidae) no harían más que seguir la inclinación general mostrada por sus respectivas familias en cuanto a evidenciar una mayor sensibilidad al manejo convencional. Un caso dispar serían tres salticidos, *Heliophanus* sp, *Pseudeuophrys* sp y *Salticus scenicus*. Los dos primeros ofrecen una tendencia de aumento neto en su abundancia entre manejo ecológico y convencional y la tercera la contraria lo que contribuiría en parte a explicar la ausencia de diferencias entre manejos para la familia Salticidae.

En suelo sobresale la presencia considerable de la especie *Z. styliferum* vinculada de forma muy específica a algunas especies de hormigas. Esto explicaría su elevado número ya que las hormigas se encuentran entre las familias de himenópteros más abundantes en el olivar (Morris, 1997). En un segundo orden estaría el grupo de gnafósidos del género *Zelotes* muy abundantes en el suelo o entre los restos de vegetación, y para los que el manejo del suelo que



acarrea las técnicas convencionales (arado y eliminación de cubierta) explica su patrón de abundancia en el olivar.

Entre las arañas de suelo, en primer lugar se distingue la aparición de dos especies mirmecófagas (*M. coarctata* y *Z. styliferum*) que manifiestan mayor abundancia bajo manejo integrado, corroborando lo indicado antes sobre el seguimiento de sus presas, que son más abundantes en las zonas donde tienen más recursos disponibles durante la época de muestreo, en este caso bajo manejo integrado. En las parcelas convencionales en muchos casos la superficie es arada y los restos vegetales, ya de por sí más escasos, quedan dispuestos de una forma menos accesible.

Un caso diferente sería el de las especies *Euophrys* sp, *Z. ruscinensis* y *T. cazorla*, significativamente más abundantes en el manejo ecológico. En este caso la tendencia quedaría explicada porque estas especies son más sensibles a las prácticas agronómicas, pudiendo ser afectadas por el empleo de insecticidas como el dimetoato y los piretroides utilizados en el olivar, aunque aplicados a nivel de copa, llegan en dosis subletales al suelo, donde pueden causar la parálisis momentánea, por la inhibición de algunos neurotransmisores (Van Erp *et al.*, 2002) y el cambio en la actividad de algunos enzimas (Nielsen *et al.*, 1999) en los individuos afectados, aumentando el riesgo de depredación y desecación de éstos (Toft y Jensen, 1998).

El análisis de los resultados por provincias no aporta nuevos datos a discutir porque, si bien hay algunas especies que muestran diferencias significativas entre manejos aparte de las antes comentadas, no exhiben una tendencia clara en esas diferencias según el manejo.

Estudio de la diversidad

La diversidad global de especies (copa + suelo) es mayor (no significativamente) en los olivares ecológicos respecto a los integrados y los convencionales, volviendo a reiterar lo que ya nos mostraban los resultados de abundancia. En un ambiente con unas condiciones mejores por el óptimo desarrollo del árbol (Ruano *et al.*, 2003), más variedad de lugares donde habitar, mayor disponibilidad de presas y menores estreses abióticos se vieron favorecidas las poblaciones de arañas. Los resultados estarían de acuerdo con los encontrados por Schmidt *et al.* (2005), mayor abundancia de arañas bajo manejo ecológico respecto a convencional, aunque el número de especies no se ve incrementado.

Una combinación de factores (zona de aplicación de pesticidas y efecto de los mismos sobre los fitófagos) podría haber dejado sin diferencias significativas entre manejos la diversidad de arañas. Estos factores modifican el efecto directo de uno de los principales agentes causantes de estrés como es el empleo de los pesticidas (Bogya y Markó, 1999): en los cultivos donde los tratamientos se dan en la copa, el efecto de los pesticidas sobre las arañas habitantes del suelo podría ser limitado porque la cubierta vegetal, en el caso de estar presente, ejercería un efecto de absorción de los pesticidas reduciendo su toxicidad; además, el uso de estos productos reduciría el número de fitófagos, presa de las arañas.



La aparente mayor abundancia y diversidad de especies en el suelo con respecto a la copa en los olivares integrados respondería a la mayor disponibilidad de sustento para las especies de arañas que se alimentan de hormigas (varias especies de diversas familias, Zodariidae, Gnaphosidae, Theridiidae, Salticidae, entre otras) que son más abundantes en el suelo de estos olivares que disponen de una mayor fuente de alimentos para las hormigas. Esto provoca una situación contraria a la tendencia más generalizada en los otros dos manejos de mayor abundancia y diversidad de especies en la copa respecto al suelo.

Dos parámetros en el estudio de la diversidad se adivinan útiles para analizar en adelante los resultados: la uniformidad y la ecuanimidad. En ambos casos se encontraron diferencias significativas, que nos recomiendan el análisis de los resultados de la diversidad de forma independiente entre los estratos del olivar así como entre las dos provincias estudiadas. Las diferencias observadas en la uniformidad entre la copa y el suelo podrían deberse a que los estreses asociados que soportan al habitar diferentes niveles son muy distintos, lo que provoca que desde el punto de vista de la composición taxonómica sean dispares, ya que existe la evidencia de que los índices de uniformidad son más sensibles y, por lo tanto, mejores indicadores de diferencias estructurales con niveles bajos de estrés de lo que son los índices de diversidad (Sheehan, 1984).

Los resultados más destacados en la provincia de Córdoba, para la familia Philodromidae y en menor medida para Thomisidae vendrían a corroborar su mayor sensibilidad también desde el punto de vista de la diversidad a las prácticas agronómicas del olivar. Su diversidad decrece entre el manejo ecológico y el convencional y a la inversa ocurre con la dominancia, lo que hace que la composición de especies, medida como índices de uniformidad/ecuanimidad, sea diferente entre manejos. Evidentemente esto nos lleva a una conclusión observable para las arañas de copa y es que con un mayor número de estreses abióticos (los que conlleva un manejo convencional) su población disminuye al igual que su diversidad, lo que conllevaría una menor capacidad potencial de control biológico de posibles plagas en ese periodo de máxima población de una de ellas, como es *Prays oleae*. Hay que recordar que aunque las arañas son depredadores generalistas se ha comprobado que se pueden alimentar de las presas que tienen más disponibles, y en este caso de *P. oleae* (Morris *et al.*, 1999). De cualquier forma es algo en lo que se tratará en el capítulo correspondiente de relaciones entre cubiertas vegetales, arañas y plagas.

Por último cabe subrayar un resultado llamativo en cuanto a que la parcela en que se registran más especies en Córdoba sea de manejo convencional. Aquí convendría reiterar que las prácticas agronómicas que se realizan en la comarca de Los Pedroches son muy similares entre manejos (integrado y convencional) y se ven muy limitadas por la propia orografía de la zona así como por el escaso rendimiento en producción de los cultivos (diferencias en número de tratamientos con productos fitosanitarios), por lo que las diferencias en diversidad disminuirían. Además en este caso concreto la parcela se encuentra cercana a otras con manejo ecológico por lo que se pudo producir inmigración desde esta y otras zonas durante la época de estudio. En el caso de Granada la explicación del menor número de especies en un



olivar ecológico obedecería a que la zona donde está emplazado se encuentra rodeada de otros olivares (todos ellos pequeñas fincas que no exceden de las 2 ha) de manejo convencional, por lo que no habría efecto de inmigración de otras arañas así como podrían verse afectados, en cierta medida por las prácticas realizadas en las zonas adyacentes.

Análisis en cluster

Los resultados de este análisis nos permiten diferenciar las parcelas por la presencia de las arañas según su manejo. Algo que se puede hacer a la escala regional y provincial, pero que resulta más complejo realizar a escala comarcal, ya que en esos casos parece que las condiciones particulares de cada zona pueden ser más importantes a la hora de explicar la distribución de las arañas que el manejo agronómico por sí solo. Esto se demuestra por ejemplo en el caso de la provincia de Granada donde no existe ordenación por parcelas y se llega al caso de mayor similitud entre una parcela ecológica y otra convencional, algo que ocurre porque ambas parcelas se encuentran muy cercanas geográficamente y presentan una estructura similar.

5. Conclusión

El manejo agronómico convencional incide de manera negativa sobre las arañas de copa, de una manera significativa sobre su abundancia y en menor medida sobre su diversidad. En el caso de las arañas del suelo, se verían beneficiadas por una situación intermedia (manejo integrado).

Existen taxones que se ven afectados de manera negativa por el manejo agronómico convencional en el olivar, como el caso de varias especies de las familias Thomisidae, Philodromidae y Araneidae en copa. A la inversa hay especies que resultan beneficiadas con las prácticas agronómicas asociadas al manejo convencional, el caso de la familia Oxyopidae.

Las especies de suelo de las familias Zodariidae y Gnaphosidae se verían beneficiadas con un grado de perturbación intermedio como en el caso de los olivares con manejo integrado.

Tras el análisis en cluster, la fauna de arañas permite agrupar las parcelas por su localización geográfica, tanto a escala provincial como a escala local (parcelas), siendo esta localización más importante a la hora de explicar la agrupación de las parcelas que los manejos agronómicos empleados.



6. Bibliografía

- Alonso-Mielgo, A., Sevilla-Guzmán, E., Jiménez-Romera, M., Guzmán-Casado, G. 2001. Rural Development and Ecological Management of Endogenous Resources: The Case of Mountain Olive Groves in Los Pedroches comarca (Spain). *Journal of Environmental Policy and Planning*. 3 (2), 163-175.
- Bogya, S., Markó, V. 1999. Effect of pest management systems on ground-dwelling spider assemblages in an apple orchard in Hungary. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 73, 7-18.
- Bogya, S., Markó, V., Szinetár, Cs. 1999. Comparison of pome fruit orchard inhabiting spider assemblages at different geographical scales. *Agriculture and Forest Entomology*. 1, 261-269.
- Bogya, S., Markó, V., Szinetár, Cs. 2000. Effect of pest management systems on foliage- and grass-dwelling spider communities in an apple orchard in Hungary. *International Journal of Pest Management*. 46 (4), 241-250.
- Brown, M.W., Schmitt, J.J., Abraham, B.J. 2003. Seasonal and Diurnal Dynamics of Spiders (Araneae) in West Virginia Orchards and the Effect of Orchard Management of Spider Communities. *Environmental Entomology*. 32 (4), 830-839.
- Cárdenas, M., Barrientos, J.A., García, P., Pascual, F., Campos, M. 2005. Effect of cereal cover crops on *Araneae* populations in olive orchards. 2nd European Meeting of the IOBC/WPRS Study Group "Integrated Protection of Olive Crops". Abstract book. pp. 54.
- Cárdenas, M., Ruano, F., García, P., Pascual, F., Campos, M. 2006. Impact of agricultural management on spider populations in the canopy of olive trees. *Biological Control*. 38, 188-195.
- Cirio, U. 1997. Productos agroquímicos e impacto ambiental en olivicultura. *Olivae*. 65, 32-39.
- De Zwart, D. 2003. Ecological effects of pesticide use in the Netherlands. RIVM report. 50 pp.
- Easterbrook, M.A. 1997. A field assessment of the effects of insecticides on the beneficial fauna of strawberry. *Crop Protection*. 16 (2), 147-152.
- Everts, J.W., Aukema, B., Hengeveld, R., Koeman, J.H. 1989. Side-effects of Pesticides on Ground-Dwelling Predatory Arthropods in Arable Ecosystems. *Environmental Pollution*. 59, 203-225.
- Heim, G. 1984. Effect of insecticidal sprays on predators and indifferent arthropods found on olive trees in the north of Lebanon. AAB (ed.) *Integrated pest control in olive groves*. pp. 456-465.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and uniformity: a unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54 (2), 427-432.



- Hummel, R.L., Walgenbach, J.F., Hoyt, G.D., Kennedy G.G. 2002. Effects of vegetable production system on epigeal arthropod populations. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 93, 177-188.
- Kennedy, P.J., Conrad, K.F., Perry, J.N., Powell, D., Aegerter, J., Todd, A.D., Walters, K.F.A., Powell, W. 2001. Comparison of two field-scale approaches for the study of effects of insecticides on polyphagous predators in cereals. *Applied Soil Ecology*. 17, 253-266.
- Luczak, J. 1979. Spiders in agrocoenoses. *Polish Ecological Studies*. 5 (1), 151-200.
- Mansour, F., Rosen, D., Shulov, A. 1980. A survey of spider populations (Araneae) in sprayed and unsprayed apple orchards in Israel and their ability to feed on larvae of *Spodoptera litoralis* (Boisd.). *Acta Oecologica Ecologia Applicata*. 1 (2), 189-197.
- Milickzy, E.R., Calkins, C., Horton, D.R. 2000. Spider abundance and diversity in apple orchards under three insect pest management programmes in Washington State, USA. *Agriculture and Forest Entomology*. 2, 203-215.
- Morris, T. 1997. Interrelaciones entre olivos, plagas y depredadores. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 280 pp.
- Morris, T., Symondson, W.O.C., Kidd, N.A.C., Campos, M. 1999. Las arañas y su incidencia sobre *Prays oleae* en el olivar. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 25, 473-389.
- Nielsen, S.A., Toft, S., Clausen, J. 1999. Cypermethrin effects on detoxification enzymes in active and hibernating wolf spiders (*Pardosa amentata*). *Ecological Applications*. 9 (2), 463-468.
- Nyffeler, M., Sunderland, K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 95, 579-612.
- Pantaleoni, R.A., Lentini, A., Delrio, G. 2001. Lacewings in Sardinian olive groves. In: McEwen, P.K., New, T.R., Whittington, A.E. *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 435-446.
- Pekár, S. 1999a. Side-effect of integrated pest management and conventional spraying on the composition of epigeic spiders and harvestmen in an apple orchard (Araneae, Opiliones). *Journal of Applied Entomology*. 123, 115-120.
- Pekár, S. 1999b. Foraging mode: a factor affecting the susceptibility of spiders (Araneae) to insecticide applications. *Pesticide Science*. 55, 1077-1082.
- Pfiffner, L., Luka, H. 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*. 4, 117-127.
- Redolfi, I. Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 1999. Qualitative aspects of myrmecocenosis (Hym. Formicidae) in olive orchards with different agricultural management in Spain. *Journal of Applied Entomology*. 123, 621-627.
- Reganold, J.P., Glover, J.D., Andrews, P.K., Hinman, H.R. 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature*. 410, 926-930.
- Ripper, W.E. 1956. Effect of pesticides on balance of arthropod populations. *Annual Review of Entomology*. 1, 403-438.



- Ruano, F., Lozano, C., Tinaut, A., Peña, A., Pascual, F., García, P., Campos, M. 2001. Impact of pesticides on beneficial arthropod fauna of olive trees. IOBC/wprs Bulletin. 24 (1), 113-120.
- Ruano, F., Campos, M., Soler, J.J. 2003. Differences in leaves of olive trees under organic, integrated and conventional pest management. Agriculture, Ecosystems and Environment. 97, 353-356.
- Rypstra, A.L., Carter, P.E., Balfour, R.A., Marshall, S.D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. Journal of Arachnology. 27 (1), 371-377.
- Samu, F., Matthews, G.A., Lake, D., Vollrath, F. 1992. Spider Webs are Efficient Collectors of Agrochemical Spray. Pesticide Science. 36, 37-51.
- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tschardtke, T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. Journal of Applied Ecology. 42, 281-187.
- Sheehan, P.J. 1984. Effects on individuals and populations. In: Sheehan, P.J., Miller, D.R., Butler, G.C., Bourdeau, Ph. (Eds.) Effects of pollutants at the ecosystem level. Scope. J. Wiley & Sons Ltd. Chapter 4.
- Sunderland, K.D., Crook, N.E., Stacey, D.L., Fuller, B.J. 1987. A study of feeding by polyphagous predators on cereal aphids using Elisa and gut dissection. Journal of Applied Ecology. 24, 907-933.
- Teixeira de Souza, A.L., Parentoni Martins, R. 2004. Distribution of plant-dwelling spiders: Inflorescences versus vegetative branches. Austral Ecology. 29, 342-349.
- Toft, S., Jensen, A.P. 1998. No Negative Sublethal Effects of Two Insecticides on Prey Capture and Development of a Spider. Pesticide Science. 52, 223-228.
- Van Erp, S., Booth, L., Gooneratne, R., O'Halloran, K. 2002. Sublethal Responses of Wolf Spiders (Lycosidae) to Organophosphorous Insecticides. Environmental Toxicology. 17 (5), 449-456.
- Young, O.P., Lockley, C. 1985. The striped lynx spider *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), in agroecosystems. Entomophaga. 30 (4), 329-346.

ANEXOS

En las páginas siguientes se presentan las tablas correspondientes a la sección de resultados.



Tabla 6.1.- Distribución de las diferentes especies y familias de Araneae capturadas en olivares de la provincia de Córdoba (P1 = El Castillejo; P2 = Los Tirados de Enmedio 1; P3 = Los Tirados de Enmedio 2; P4 = Los Tirados Bajos; P5 = Los Chivatiles; P6 = Gargantilla; P7 = Los Blancos; P8 = Las Cejudas; P9 = La Lastra).

FAMILIAS	Autor	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	TOTAL
<i>Malthonica picta</i>	(Simon, 1870)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
AGELENIDAE		0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Aculepeira</i> sp		0	2	0	2	0	0	0	0	0	4
<i>Agalenatea redii</i>	Archer, 1951	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Araneidae sp ind		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Araneus</i> sp		0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
<i>Araniella cucurbitina</i>	(Clerck, 1757)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Mangora acalypha</i>	(Walckenaer, 1802)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
ARANEIDAE		0	2	0	3	1	1	2	2	0	11
<i>Clubiona</i> sp		0	1	0	0	0	2	0	1	0	4
CLUBIONIDAE		0	1	0	0	0	2	0	1	0	4
<i>Archaeodictyna consecuta</i>	(O. P.-Cambridge, 1872)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
DYCTINIDAE		0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Filistata insidiatrix</i>	(Forskål, 1775)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
FILISTATIDAE		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Callilepis concolor</i>	Simon, 1914	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Drassodes</i> sp		0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	(L. Koch, 1866)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Haplodrassus severus</i>	(C. L. Koch, 1839)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Haplodrassus</i> sp		0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Leptodrassus albidus</i>	Simon, 1914	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Micaria coarctata</i>	(Lucas, 1846)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nomisia celerrima</i>	(Simon, 1914)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Nomisia exornata</i>	(C. L. Koch, 1839)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Nomisia</i> sp		1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Pterotricha simoni</i>	Dalmas, 1921	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Trachyzelotes bardiae</i>	(Caporiacco, 1928)	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3



Tabla 6.1.- Continuación

<i>Trachyzelotes</i> sp		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Zelotes caucasicus</i>	(L. Koch, 1866)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Zelotes fulvopilosus</i>	(Simon, 1878)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Zelotes rusciniensis</i>	Simon, 1914	0	0	0	4	1	0	0	2	0	0	7	7
<i>Zelotes</i> sp		4	1	4	2	1	0	10	1	0	23	23	23
Gnaphosidae sp ind		0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	2	2
GNAPHOSIDAE		6	5	8	8	2	2	15	7	4	57	57	57
<i>Erigonidae</i> sp14		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Meioneta rurestris</i>	(C. L. Koch, 1836)	0	0	2	1	0	2	0	0	0	5	5	5
<i>Micrargus</i> sp2		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Micrargus</i> sp3		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Microctenonyx subitaneus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	0	0	1	0	1	0	0	4	2	8	8	8
<i>Pelecopsis parallela</i>	(Wider, 1834)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2
<i>Primerigone vagans</i>	(Audouin, 1826)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Silometopus ambiguus</i>	(O. P.-Cambridge, 1905)	0	0	0	0	0	2	1	1	1	5	5	5
<i>Tiso</i> sp1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(C. L. Koch, 1836)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Walckenaeria</i> sp1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Walckenaeria</i> sp2		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Linyphiidae sp ind		10	8	9	9	3	6	5	9	9	68	68	68
LINYPHIIDAE		10	12	12	11	4	12	9	14	12	96	96	96
<i>Mesiotelus mauritanicus</i>	Simon, 1909	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
LIOCRANIDAE		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Alopecosa albofasciata</i>	(Brullé, 1832)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2
<i>Hogna radiata</i>	(Latreille, 1817)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Lycosa ambigua</i>	Barrientos, 2004	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
LYCOSIDAE		0	0	0	2	1	0	0	1	0	4	4	4
<i>Cheiracanthium</i> sp		0	2	0	1	2	3	0	1	2	11	11	11
MITURGIDAE		0	2	0	1	2	3	0	1	2	11	11	11
<i>Oonops domesticus</i>	Dalmas, 1916	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Oonops</i> sp		0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2
OONOPIDAE		0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	3	3
<i>Oxyopes heterophthalmus</i>	(Latreille, 1804)	2	0	0	1	0	1	0	0	0	4	4	4



Tabla 6.1.- Continuación

<i>Oxyopes</i> sp		9	2	0	0	2	2	2	2	2	1	2	20
OXYOPIIDAE		11	2	0	1	2	3	2	1	2	2	24	
<i>Philodromus cespitum</i>	(Walckenaer, 1802)	2	1	2	0	1	0	0	2	3	11		
<i>Philodromus glaucinus</i>	Simon, 1870	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2		
<i>Philodromus longipalpis</i>	Simon, 1870	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2		
<i>Philodromus pulchelus</i>	Lucas, 1846	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
<i>Philodromus</i> sp		6	15	1	7	3	17	4	23	8	84		
PHILODROMIDAE		8	16	3	8	4	18	7	25	11	100		
<i>Holocnemus</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
PHOLCIDAE		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
<i>Euophrys acripes</i>	(Simon, 1871)	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3		
<i>Euophrys</i> sp		0	4	1	0	3	1	0	1	2	12		
<i>Heliophanus</i> sp		1	1	0	0	4	0	1	0	0	7		
<i>Icius hamatus</i>	(C. L. Koch, 1846)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
<i>Icius</i> sp		1	0	0	1	0	0	1	0	0	3		
<i>Phlegra bresnieri</i>	(Lucas, 1846)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
<i>Phlegra</i> sp		0	1	0	0	0	1	0	0	0	2		
<i>Pseudeuophrys</i> sp		0	3	0	0	0	0	0	0	0	3		
<i>Salticus scenicus</i>	(Clerck, 1757)	0	1	0	2	1	3	0	0	0	7		
<i>Salticus</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	4	0	4		
<i>Talavera aequipes</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
<i>Talavera petrensis</i>	(C. L. Koch, 1837)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2		
<i>Salticidae</i> sp ind		1	4	2	4	4	1	5	3	0	24		
SALTICIDAE		4	14	5	7	13	6	7	11	3	70		
<i>Loxosceles rufescens</i>	(Dufour, 1820)	3	1	0	0	0	4	4	4	1	17		
SICARIIDAE		3	1	0	0	0	4	4	4	1	17		
<i>Enoplognatha diversa</i>	(Blackwall, 1859)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2		
<i>Euryopsis episinoides</i>	(Walckenaer, 1847)	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3		
<i>Kochiura áulica</i>	(C. L. Koch, 1838)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
<i>Neottiura curvimana</i>	(Simon, 1914)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
<i>Simitidion simiile</i>	(C. L. Koch, 1836)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
<i>Theridion mystaceum</i>	L. Koch, 1870	1	2	0	1	0	0	0	1	2	7		
<i>Theridion pictum</i>	(Walckenaer, 1802)	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4		



Tabla 6.1.- Continuación

<i>Theridion</i> sp	0	1	1	4	1	2	1	0	0	10
Theridiidae sp ind	0	1	2	1	3	1	3	0	2	13
Theridiidae	1	4	4	9	5	8	6	1	4	42
<i>Ozyptila</i> sp	1	5	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)	2	0	0	1	0	2	0	0	0	5
<i>Tmarus piger</i> (Walckenaer, 1802)	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
<i>Xysticus</i> sp	2	7	1	12	7	2	4	8	1	44
Thomisidae sp ind	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Thomisidae	5	12	1	15	7	5	4	9	1	59
<i>Uloborus walckenaerius</i> Latreille, 1806	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Uloboridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Zodariion alacre</i> (Simon, 1870)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Zodariion styliferum</i> (Simon, 1870)	9	3	8	2	7	17	27	5	0	78
<i>Zodariion</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Zodariidae	9	4	8	2	7	17	27	5	1	80
Araneae sp ind	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Número total de arañas	57	76	42	69	53	82	84	83	42	588



Tabla 6.2.- Distribución de las diferentes especies y familias de Araneae en los olivares estudiados de la provincia de Granada (A = Arenales de San Pedro; B = Cortijo Cajil; C = Cañada de la Laguna; DC = Rambla 1; DE = Loma del Perro; DJ = Rambla 2; DM = Loma del Galgo; DN = Atalaya; DT = Rambla 3).

FAMILIAS	A	B	C	DC	DE	DJ	DM	DN	DT	TOTAL
<i>Malthonica picta</i> (Simon, 1870)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Tegenaria feminea</i> Simon, 1870	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AGLENIDAE	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Anyphaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ANYPHAENIDAE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Aculepeira</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Araneidae sp ind	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
<i>Araneus</i> sp	1	1	1	2	2	0	3	43	4	57
<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
ARANEIDAE	2	1	1	2	2	2	3	47	4	64
<i>Clubiona</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
CLUBIONIDAE	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
<i>Archaedictyna consecuta</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	1	2	1	0	0	2	0	1	0	7
<i>Dictyna</i> sp	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4
DYCTINIDAE	1	2	1	0	2	4	0	1	0	11
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
<i>Gnaphosa alacris</i> Simon, 1878	0	1	1	1	0	0	0	1	0	4
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Haplodrassus severus</i> (C. L. Koch, 1839)	0	0	2	0	0	0	2	0	0	4
<i>Haplodrassus</i> sp	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Micaria coarctata</i> (Lucas, 1846)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Micaria ignea</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nomisia celerrima</i> (Simon, 1914)	5	0	2	0	0	0	0	1	0	8



Tabla 6.2.- Continuación

<i>Nomisia exornata</i>	(C. L. Koch, 1839)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Setaphis carmeli</i>	(O. P.-Cambridge, 1872)	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Synaphosus sauvage</i>	Ovtsharenko, Levy & Platnick, 1994	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Trachyzelotes bardiae</i>	(Caporiacco, 1928)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Zelotes caucasius</i>	(L. Koch, 1866)	2	1	1	0	0	1	2	2	0	0	9				
<i>Zelotes dentatidens</i>	Simon, 1914	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
<i>Zelotes nilicola</i>	(O. P.-Cambridge, 1874)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1				
<i>Zelotes rusciniensis</i>	Simon, 1914	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3				
<i>Zelotes</i> sp		1	4	3	0	2	5	2	1	0	0	18				
GNAPHOSIDAE		11	19	12	1	4	7	7	11	1	1	73				
<i>Lepthyphantes</i> sp	Menge, 1866	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
<i>Linyphia</i> sp		0	1	0	0	0	0	0	0	1	2					
<i>Meioneta rurestris</i>	(C. L. Koch, 1836)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2					
<i>Microctenonyx subitaneus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
<i>Pelecopsis parallela</i>	(Wider, 1834)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2					
<i>Pelecopsis</i> sp		1	0	0	0	0	0	1	0	0	2					
<i>Linyphiidae</i> sp ind		3	2	3	5	0	1	3	1	4	22					
LINYPHIIDAE		5	4	4	6	0	3	4	1	5	32					
<i>Apostenus fuscus</i>	Westring, 1851	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1					
LIOCRANIDAE		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1					
<i>Alopecosa albofasciata</i>	(Brullé, 1832)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1					
<i>Arctosa perita</i>	(Latreille, 1799)	1	0	0	2	0	0	0	2	1	6					
<i>Hogna radiata</i>	(Latreille, 1817)	1	1	1	2	2	0	4	1	1	13					
<i>Lycosa ambigua</i>	Barrientos, 2004	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2					
<i>Trabaea cazorla</i>	Snazell, 1983	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4					
LYCOSIDAE		2	2	1	4	3	4	4	4	2	26					
<i>Cheiracanthium</i> sp		0	3	0	0	1	0	0	0	0	4					



Tabla 6.2.- Continuación

MITURGIDAE		0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4
<i>Oecobius cellariorum</i>	(Dugès, 1836)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
OECOBIIDAE		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oxyopes heterophthalmus</i>	(Latreille, 1804)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Oxyopes nigripalpis</i>	Kulczyn'ski, 1891	0	0	0	1	0	3	0	2	1	7	
<i>Oxyopes</i> sp		0	3	19	2	0	6	1	5	2	38	
OXYOPIDAE		0	3	19	4	0	9	1	8	3	47	
<i>Philodromus cespitum</i>	(Walckenaer, 1802)	0	3	0	1	0	1	0	0	2	7	
<i>Philodromus longipalpis</i>	Simon, 1870	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Philodromus rufus</i>	Walckenaer, 1826	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
<i>Philodromus</i> sp		1	3	0	0	0	0	0	3	2	9	
<i>Thanatus vulgaris</i>	Simon, 1870	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
PHILODROMIDAE		1	6	0	1	0	2	0	5	4	19	
<i>Dendryphantès rudis</i>	(Sundevall, 1833)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Euophrys frontalis</i>	(Walckenaer, 1802)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Euophrys</i> sp		0	1	2	0	0	0	0	0	1	4	
<i>Icius</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Pseudeuophrys vafra</i>	(Blackwall, 1867)	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	
<i>Salticus scenicus</i>	(Clerck, 1757)	0	0	0	0	3	0	3	1	0	7	
<i>Salticus</i> sp		0	3	0	0	2	0	1	0	0	6	
<i>Talavera petrensis</i>	(C. L. Koch, 1837)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Salticidae</i> sp ind		0	1	0	1	0	2	0	0	0	4	
SALTICIDAE		0	6	3	1	5	3	4	4	2	28	
<i>Loxosceles rufescens</i>	(Dufour, 1820)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
SICARIIDAE		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Anelosimus</i> sp		0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	
<i>Dipoena</i> sp		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	



Tabla 6.2.- Continuación

<i>Euryopis episinoides</i>	(Walckenaer, 1847)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Steatoda phralerata</i>	(Panzer, 1801)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Theridion impressum</i>	L. Koch, 1881	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Theridion mystaceum</i>	L. Koch, 1870	2	0	0	0	1	0	0	1	1	1	5	
<i>Theridion pictum</i>	(Walckenaer, 1802)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Theridion</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Theridiidae</i> sp ind		0	1	0	0	1	1	1	2	0	0	6	
Theridiidae		5	1	1	2	3	2	2	5	1	22		
Ozyptila sp		0	0	0	0	1	0	3	0	4			
<i>Runcinia grammica</i>	(C. L. Koch, 1837)	0	1	0	0	0	0	0	0	1			
<i>Synema globosum</i>	(Fabricius, 1775)	0	0	0	0	1	0	0	0	1			
<i>Xysticus</i> sp		6	15	0	8	2	9	5	18	6	69		
<i>Thomisidae</i> sp ind		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Thomisidae		6	16	0	8	2	11	5	22	6	76		
<i>Zodarium styliferum</i>	(Simon, 1870)	16	5	0	1	2	3	0	3	0	30		
<i>Zodarium</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ZODARIIDAE		16	5	0	1	2	3	0	3	0	30		
Araneae sp ind		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Número total de arañas		51	69	43	31	24	50	31	116	28	443		



Tabla 6.3.- Medidas de diversidad/dominancia según manejos de todas las especies de Araneae encontradas así como aquellas familias destacadas por su abundancia en olivares andaluces. Manejos: E = ecológico; I = integrado; C = Convencional.

Taxón	Manejo	Estrato	Nº esp.	Dominancia	Shannon	Simpson	Uniformidad	Menhinick	Margalef	Ecuanimidad	Fisher-alfa	Berger-Parker
O. ARANEAE	E	Copa	44	0.1059	2.802	0.8941	0.3744	2.579	7.579	0.7404	14.41	0.1753
	E	Suelo	48	0.07381	3.269	0.9262	0.5477	4.178	9.626	0.8445	27.14	0.2197
	E	Total	80	0.06034	3.462	0.9397	0.3986	3.89	13.06	0.7901	29.2	0.1229
	I	Copa	35	0.08817	2.897	0.9118	0.5179	2.927	6.851	0.8149	14.78	0.2028
	I	Suelo	42	0.1455	2.779	0.8545	0.3832	3.231	7.992	0.7434	17.91	0.3432
	I	Total	70	0.06581	3.404	0.9342	0.4296	3.963	12.01	0.8011	28.06	0.1859
	C	Copa	36	0.1032	2.75	0.8968	0.4347	2.571	6.631	0.7675	12.94	0.1939
	C	Suelo	40	0.0752	3.166	0.9248	0.5929	4	8.469	0.8583	24.71	0.21
	C	Total	64	0.06029	3.373	0.9397	0.4555	3.72	11.07	0.8109	25.11	0.1351
ARANEIDAE	E	Copa	5	0.7311	0.5951	0.2689	0.3626	0.6455	0.977	0.3697	1.297	0.85
	E	Suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	E	Total	5	0.7311	0.5951	0.2689	0.3626	0.6455	0.977	0.3697	1.297	0.85
	I	Copa	3	0.551	0.7963	0.449	0.7391	1.134	1.028	0.7248	1.989	0.7143
	I	Suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	I	Total	3	0.551	0.7963	0.449	0.7391	1.134	1.028	0.7248	1.989	0.7143
	C	Copa	4	0.3438	1.213	0.6563	0.8409	1.414	1.443	0.875	3.184	0.5
	C	Suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	C	Total	4	0.3438	1.213	0.6563	0.8409	1.414	1.443	0.875	3.184	0.5
GNAPHOSIDAE	E	Copa	1	1	0	0	1				0	1
	E	Suelo	15	0.1386	2.304	0.8614	0.6678	2.343	3.77	0.8509	8.526	0.2439
	E	Total	16	0.1327	2.362	0.8673	0.6632	2.469	4.013	0.8519	9.434	0.2381
	I	Copa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	I	Suelo	18	0.1626	2.317	0.8374	0.5635	2.305	4.135	0.8016	8.614	0.3443
	I	Total	18	0.1626	2.317	0.8374	0.5635	2.305	4.135	0.8016	8.614	0.3443
	C	Copa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	C	Suelo	12	0.177	2.135	0.823	0.7047	2.309	3.338	0.8592	8.278	0.3704
	C	Total	12	0.177	2.135	0.823	0.7047	2.309	3.338	0.8592	8.278	0.3704
E	Copa	8	0.517	1.129	0.483	0.3866	1.249	1.885	0.5429	2.968	0.7073	



Tabla 6.3.- Continuación

LYNPHIIDAE	E Suelo	4	0.3333	1.242	0.6667	0.866	1.633	1.674	0.8962	5.245	0.5
	E Total	9	0.4812	1.232	0.5188	0.381	1.313	2.078	0.5608	3.306	0.6809
	I Copa	8	0.4796	1.216	0.5204	0.4219	1.512	2.101	0.585	3.742	0.6786
	I Suelo	5	0.449	1.128	0.551	0.6176	1.336	1.516	0.7006	2.782	0.6429
	I Total	10	0.4603	1.326	0.5397	0.3767	1.543	2.408	0.576	4.152	0.6667
	C Copa	5	0.7479	0.5924	0.2521	0.3617	0.9285	1.188	0.3681	1.742	0.8621
	C Suelo	5	0.32	1.359	0.68	0.7786	1.581	1.737	0.8445	3.98	0.5
	C Total	7	0.6029	0.9272	0.3971	0.3611	1.121	1.638	0.4765	2.487	0.7692
	E Copa	3	0.481	0.8939	0.519	0.8149	0.7276	0.7059	0.8137	1.057	0.6471
	E Suelo	1	1	0	0	1				0	1
OXYOPIIDAE	E Total	3	0.4506	0.9338	0.5494	0.8481	0.7071	0.692	0.85	1.028	0.6111
	I Copa	1	1	0	0	1	0.378	0		0.3193	1
	I Suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	I Total	1	1	0	0	1	0.378	0		0.3193	1
	C Copa	3	0.7552	0.4928	0.2448	0.5456	0.4523	0.5285	0.4486	0.7286	0.8636
	C Suelo	2	0.5	0.6931	0.5	1	1	0.7213	1	1.592	0.5
	C Total	3	0.7647	0.4776	0.2353	0.5374	0.4423	0.5224	0.4348	0.7186	0.8696
	E Copa	4	0.7723	0.4962	0.2277	0.4106	0.5345	0.7453	0.358	0.986	0.875
	E Suelo	2	0.625	0.5623	0.375	0.8774	1	0.7213	0.8113	1.592	0.75
	E Total	5	0.7572	0.5544	0.2428	0.3482	0.6455	0.977	0.3445	1.297	0.8667
PHILODROMIDAE	I Copa	3	0.5136	0.779	0.4864	0.7264	0.6	0.6213	0.7091	0.8901	0.64
	I Suelo	2	0.5556	0.6365	0.4444	0.9449	1.155	0.9102	0.9183	2.622	0.6667
	I Total	4	0.4566	0.9684	0.5434	0.6584	0.7559	0.9003	0.6986	1.277	0.6071
	C Copa	3	0.6289	0.639	0.3711	0.6315	0.5477	0.588	0.5816	0.8299	0.7667
	C Suelo	1	1	0	0	1				0	1
	C Total	3	0.6379	0.6268	0.3621	0.6238	0.5388	0.5824	0.5705	0.82	0.7742
	E Copa	7	0.2544	1.561	0.7456	0.6806	1.4	1.864	0.8023	3.228	0.36
	E Suelo	8	0.1358	2.043	0.8642	0.9644	2.667	3.186	0.9826	34.61	0.2222
	E Total	12	0.1644	2.081	0.8356	0.6678	2.058	3.119	0.8375	6.61	0.2647
	I Copa	7	0.2284	1.663	0.7716	0.7536	1.65	2.076	0.8546	4.208	0.3333
SALTICIDAE	I Suelo	4	0.2813	1.321	0.7188	0.9367	1.414	1.443	0.9528	3.184	0.375
	I Total	9	0.1805	1.915	0.8195	0.7544	1.765	2.455	0.8717	4.877	0.3077
	C Copa	7	0.2951	1.494	0.7049	0.6363	1.429	1.888	0.7676	3.322	0.4583



Tabla 6.3.- Continuación

C	Suelo	5	0.449	1.128	0.551	0.6176	1.336	1.516	0.7006	2.782	0.6429
C	Total	10	0.1953	1.89	0.8047	0.6619	1.622	2.474	0.8208	4.423	0.3158
E	Copa	8	0.185	1.844	0.815	0.7906	1.789	2.337	0.887	4.942	0.25
E	Suelo	3	0.3333	1.099	0.6667	1	1.225	1.116	1	2.388	0.3333
E	Total	8	0.1746	1.871	0.8254	0.8122	1.569	2.148	0.8999	3.948	0.2692
I	Copa	7	0.2222	1.692	0.7778	0.7758	1.65	2.076	0.8695	4.208	0.3333
I	Suelo	3	0.44	0.9503	0.56	0.8621	1.342	1.243	0.865	3.167	0.6
I	Total	9	0.225	1.805	0.775	0.6757	1.877	2.551	0.8216	5.443	0.3913
C	Copa	6	0.2397	1.594	0.7603	0.8207	1.809	2.085	0.8897	5.403	0.3636
C	Suelo	4	0.25	1.386	0.75	1	2	2.164	1	0	0.25
C	Total	8	0.1911	1.859	0.8089	0.8025	2.066	2.585	0.8942	6.966	0.3333
E	Copa	5	0.7289	0.6193	0.2711	0.3715	0.6455	0.977	0.3848	1.297	0.85
E	Suelo	1	1	0	0	1	0.5774	0	0	0.5252	1
E	Total	5	0.6649	0.7456	0.3351	0.4215	0.6299	0.9655	0.4633	1.276	0.8095
I	Copa	2	0.9356	0.1461	0.06444	0.5787	0.3651	0.294	0.2108	0.4824	0.9667
I	Suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
I	Total	2	0.9356	0.1461	0.06444	0.5787	0.3651	0.294	0.2108	0.4824	0.9667
C	Copa	3	0.6613	0.6327	0.3387	0.6276	0.4743	0.5422	0.5759	0.7512	0.8
C	Suelo	2	0.5	0.6931	0.5	1	1.414	1.443	1	0	0.5
C	Total	3	0.6429	0.656	0.3571	0.6423	0.4629	0.5351	0.5971	0.7395	0.7857
E	Copa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	Suelo	1	1	0	0	1	0.1857	0	0	0.2008	1
E	Total	1	1	0	0	1	0.1857	0	0	0.2008	1
I	Copa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
I	Suelo	2	0.9667	0.08592	0.03332	0.5449	0.2604	0.2452	0.1239	0.3999	0.9831
I	Total	2	0.9667	0.08592	0.03332	0.5449	0.2604	0.2452	0.1239	0.3999	0.9831
C	Copa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C	Suelo	2	0.9132	0.1849	0.08678	0.6016	0.4264	0.3235	0.2668	0.5345	0.9545
C	Total	2	0.9132	0.1849	0.08678	0.6016	0.4264	0.3235	0.2668	0.5345	0.9545



Tabla 6.4.- Medidas de diversidad/dominancia de Araneae en los diferentes olivares estudiadas. Olivar: A = Arenales de San Pedro; B = Cortijo Cajili; C = Cañada de la Laguna; DC = Rambla 1; DE = Loma del Perro; DJ = Rambla 2; DM = Loma del Galgo; DN = Atalaya; DT = Rambla 3; P1 = El Castillejo; P2 = Los Tirados de Enmedio 1; P3 = Los Tirados de Enmedio 2; P4 = Los Tirados Bajos; P5 = Los Chivatiles; P6 = Gargantilla; P7 = Los Blancos; P8 = Las Cejudas; P9 = La Lastra. Manejo: C = Convencional, E = Ecológico, I = Integrado.

Olivar	Manejo	Provincia	Estrato	Nº esp.	Dominancia	Shannon	Simpson	Uniformidad	Menhinick	Margalef	Ecuanimidad	Fisher-alfa	Berger-Parker
A	I	Granada	Copa	8	0.2031	1.841	0.7969	0.7877	2	2.525	0.8852	6.367	0.375
A	I	Granada	Suelo	14	0.2441	1.979	0.7559	0.5167	2.366	3.656	0.7498	8.648	0.4571
A	I	Granada	Total	21	0.1365	2.52	0.8635	0.5919	2.941	5.087	0.8277	13.35	0.3137
B	I	Granada	Copa	12	0.213	1.997	0.787	0.6142	2	3.07	0.8038	6.303	0.4167
B	I	Granada	Suelo	16	0.1295	2.401	0.8705	0.6899	2.785	4.29	0.8661	12.24	0.2727
B	I	Granada	Total	28	0.08759	2.883	0.9124	0.638	3.371	6.377	0.8651	17.54	0.2174
C	C	Granada	Copa	3	0.7562	0.4851	0.2438	0.5414	0.6396	0.647	0.4416	0.9386	0.8636
C	C	Granada	Suelo	15	0.07937	2.624	0.9206	0.9189	3.273	4.598	0.9688	23.47	0.1429
C	C	Granada	Total	17	0.219	2.178	0.781	0.5193	2.592	4.254	0.7687	10.38	0.4419
DC	C	Granada	Copa	10	0.1791	2	0.8209	0.7388	2.182	2.956	0.8685	7.479	0.3333
DC	C	Granada	Suelo	8	0.14	2.025	0.86	0.9473	2.53	3.04	0.974	18.57	0.2
DC	C	Granada	Total	16	0.1197	2.459	0.8803	0.7307	2.874	4.368	0.8869	13.29	0.2581
DE	I	Granada	Copa	9	0.1289	2.119	0.8711	0.9244	2.324	2.954	0.9642	9.5	0.2
DE	I	Granada	Suelo	6	0.1852	1.735	0.8148	0.9449	2	2.276	0.9684	7.867	0.2222
DE	I	Granada	Total	15	0.07639	2.636	0.9236	0.9308	3.062	4.405	0.9735	17.12	0.125
DJ	C	Granada	Copa	14	0.1605	2.219	0.8395	0.6571	2.6	3.861	0.8409	10.65	0.3103
DJ	C	Granada	Suelo	12	0.1247	2.281	0.8753	0.8159	2.619	3.613	0.9181	11.64	0.2381
DJ	C	Granada	Total	23	0.0792	2.832	0.9208	0.7382	3.253	5.624	0.9032	16.5	0.18
DM	E	Granada	Copa	8	0.1765	1.891	0.8235	0.8279	1.94	2.471	0.9092	5.898	0.2941
DM	E	Granada	Suelo	8	0.1633	1.946	0.8367	0.875	2.138	2.652	0.9358	7.757	0.2857
DM	E	Granada	Total	15	0.09053	2.542	0.9095	0.8474	2.694	4.077	0.9388	11.44	0.1613
DN	E	Granada	Copa	20	0.2765	1.916	0.7235	0.3396	2.108	4.222	0.6395	7.972	0.4778
DN	E	Granada	Suelo	19	0.06509	2.845	0.9349	0.905	3.726	5.525	0.9661	31.79	0.1154
DN	E	Granada	Total	38	0.17	2.64	0.83	0.3686	3.528	7.784	0.7257	19.68	0.3707
DT	E	Granada	Copa	12	0.1272	2.258	0.8728	0.7971	2.353	3.376	0.9087	8.644	0.2308
DT	E	Granada	Suelo	2	0.5	0.6931	0.5	1	1.414	1.443	1	0	0.5



Tabla 6.4.- Continuación

DT	E	Granada	Total	14	0.1122	2.404	0.8878	0.7902	2.646	3.901	0.9108	11.14	0.2143
P1	C	Granada	Copa	11	0.1609	2.065	0.8391	0.7167	1.886	2.836	0.8611	5.642	0.2647
P1	C	Granada	Suelo	9	0.2174	1.831	0.7826	0.6934	1.877	2.551	0.8333	5.443	0.3913
P1	C	Córdoba	Total	18	0.1068	2.504	0.8932	0.6797	2.384	4.205	0.8664	9.06	0.1754
P2	C	Córdoba	Copa	20	0.1115	2.539	0.885	0.6335	2.582	4.641	0.8476	10.51	0.25
P2	C	Córdoba	Suelo	11	0.1328	2.22	0.8672	0.8371	2.75	3.607	0.9258	15.54	0.25
P2	C	Córdoba	Total	31	0.07756	2.987	0.9224	0.6393	3.556	6.927	0.8697	19.53	0.1974
P3	I	Córdoba	Copa	10	0.1243	2.205	0.8757	0.9068	2.774	3.509	0.9575	19.86	0.2308
P3	I	Córdoba	Suelo	13	0.1534	2.184	0.8466	0.6832	2.414	3.564	0.8515	9.054	0.2759
P3	I	Córdoba	Total	20	0.1077	2.607	0.8923	0.6777	3.086	5.083	0.8701	14.96	0.2143
P4	E	Córdoba	Copa	18	0.1245	2.439	0.8755	0.637	2.571	4.368	0.844	10.27	0.2449
P4	E	Córdoba	Suelo	12	0.105	2.372	0.895	0.8931	2.683	3.672	0.9545	12.67	0.2
P4	E	Córdoba	Total	27	0.0775	2.909	0.9225	0.6789	3.25	6.141	0.8825	16.33	0.1739
P5	C	Córdoba	Copa	14	0.1133	2.404	0.8867	0.7905	2.556	3.822	0.9109	10.22	0.2333
P5	C	Córdoba	Suelo	13	0.1418	2.279	0.8582	0.7516	2.711	3.827	0.8887	12.38	0.3043
P5	C	Córdoba	Total	24	0.068	2.92	0.932	0.7724	3.297	5.793	0.9187	16.91	0.1321
P6	E	Córdoba	Copa	23	0.1208	2.668	0.8792	0.6267	3.253	5.624	0.851	16.5	0.3
P6	E	Córdoba	Suelo	12	0.3105	1.744	0.6895	0.4767	2.121	3.174	0.7018	6.974	0.5313
P6	E	Córdoba	Total	30	0.1035	2.818	0.8965	0.5579	3.313	6.581	0.8284	17.05	0.2073
P7	I	Córdoba	Copa	15	0.1016	2.47	0.8984	0.7881	2.652	4.04	0.9121	11.01	0.1563
P7	I	Córdoba	Suelo	12	0.318	1.637	0.682	0.4284	1.664	2.784	0.6589	4.89	0.5192
P7	I	Córdoba	Total	27	0.1366	2.619	0.8634	0.5082	2.946	5.868	0.7946	13.78	0.3214
P8	E	Córdoba	Copa	15	0.1945	2.073	0.8055	0.5298	1.953	3.433	0.7654	6.488	0.3729
P8	E	Córdoba	Suelo	15	0.1042	2.496	0.8958	0.8091	3.062	4.405	0.9218	17.12	0.2083
P8	E	Córdoba	Total	28	0.1139	2.724	0.8861	0.5444	3.073	6.11	0.8175	14.85	0.2771
P9	I	Córdoba	Copa	10	0.18	1.974	0.82	0.7201	1.796	2.621	0.8574	5.117	0.2903
P9	I	Córdoba	Suelo	10	0.1074	2.272	0.8926	0.9698	3.015	3.753	0.9867	53.28	0.1818
P9	I	Córdoba	Total	19	0.1066	2.594	0.8934	0.7045	2.932	4.816	0.8811	13.37	0.2143

7.- Interrelaciones entre las arañas, las cubiertas vegetales y las plagas



1. Incidencia de las cubiertas vegetales sobre las arañas del olivar
2. Conexiones entre arañas, plagas y cubiertas vegetales
3. Bibliografía



1. Incidencia de las cubiertas vegetales sobre las arañas del olivar

Introducción

La densidad y diversidad de la comunidad de arañas está estrechamente relacionada con la complejidad estructural del medio ambiente local (Bultman y Uetz, 1982; Rypstra *et al.*, 1999; Asteraki *et al.*, 2004; Pearce *et al.*, 2004). Existen múltiples factores que influyen en la configuración de las poblaciones de arañas en un hábitat dado (Duffey, 1975; Bell *et al.*, 2001): Estructura del hábitat, capacidad de dispersión, disponibilidad de presas, microclima, reguladores bióticos y su biología de alimentación. En el caso particular de los ecosistemas agrícolas, encontraríamos otros factores que entran en juego, actuando de forma determinante sobre las poblaciones de arañas; actividades como la ganadería (Woinarski *et al.*, 2002), la siega (Cattin *et al.*, 2003), el fuego (Moretti *et al.*, 2002), el empleo de productos químicos sobre cultivos (Holland *et al.*, 2000; Yardim y Edwards, 2002; Shaw *et al.*, 2006), la restauración de hábitat perturbados (Perner y Malt, 2003), la propia actividad por pisadas del ganado (Bell *et al.*, 2001) y también el manejo de una cubierta vegetal en un agroecosistema (Hummel *et al.*, 2002; Costello y Daane, 2003).

En otros cultivos similares, como la vid, se ha constatado que la abundancia de varias especies de arañas se vio aumentada de manera significativa en aquellas zonas que presentaban cubierta vegetal (Hanna *et al.*, 2003). Manteniendo unas poblaciones de arañas en unos niveles de abundancia y diversidad adecuados, mediante la creación y mantenimiento de unas condiciones apropiadas para ellas, se puede conservar un agroecosistema en un buen estado sanitario en lo referente al control de plagas (Bianchi *et al.*, 2006; Wyckhuys y O'Neil, 2007).

En el caso del olivar existe se está comenzando a practicar cada vez más de forma más amplia el no laboreo del suelo con mantenimiento de cubiertas (Saavedra *et al.*, 2003) porque se ha comprobado que puede ayudar reduciendo costos de producción, mejorando el uso del agua y la productividad del suelo (a largo plazo) e incrementando los hábitats disponibles para los insectos beneficiosos, ayudando en el manejo de plagas y aumentando la estabilidad de los agroecosistemas (Altieri, 1994; Reeves, 1994). Las cubiertas vegetales en el olivar pueden ser de diferentes tipos, como ya se citó en el capítulo de introducción sobre el olivar, aunque ahora nos referiremos a dos de las más utilizadas: las cubiertas vegetales de cereal plantado y las cubiertas vegetales de malas hierbas espontáneas.

Se ha comprobado en diversos olivares de las provincias de Granada y Jaén el efecto de las cubiertas vegetales sobre la abundancia y diversidad de arañas, lo que podría utilizarse como señal del manejo aplicado (Cárdenas *et al.*, 2006).

En este estudio se plantea la hipótesis de que la vegetación alternativa presente en el olivar (plantada o natural) proporciona hábitats para las poblaciones de arañas que serían más abundantes y diversas en las zonas donde exista cubierta vegetal.



Material y métodos

Zonas de estudio

Los muestreos, que se describen por orden cronológico, se llevaron a cabo en 6 años diferentes, entre 1999 y 2005, en diversas fincas olivereras (Figura 7.1) cuyos datos geográficos y agronómicos se muestran en la tabla 7.1.

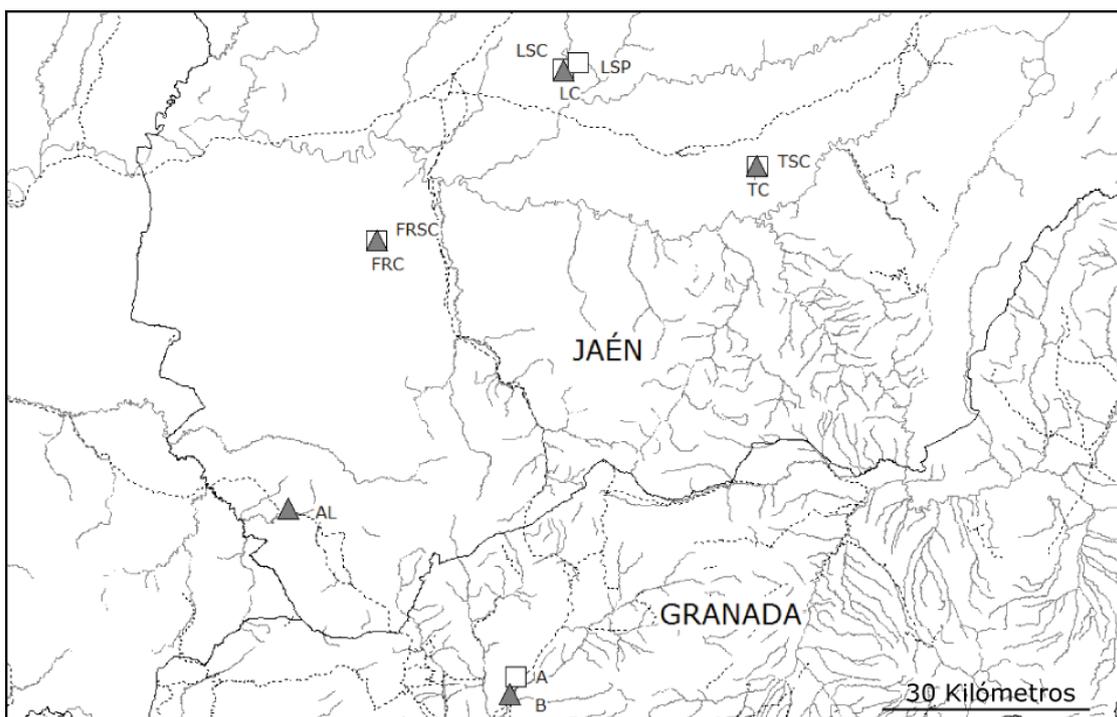


Figura 7.1.- Localización de los olivares estudiados en las provincias de Granada y Jaén. Se diferencian entre parcelas con cubierta vegetal ▲ y sin cubierta vegetal □.

Olivares de Linares y Torreperogil (Jaén)- Años: 1999 y 2000

El estudio se llevó a cabo en 5 parcelas de olivar de las provincias de Jaén, 2 con cubierta vegetal: Cortijo Valdecastro (LC) y Cortijo Huertas Blancas (TC); y 3 sin cubierta vegetal: Maleza Castro (LSC), El Piélago (LSP) y Mina de la Higuera (TSC).

En todas las parcelas se muestrearon 4 filas de 5 árboles cada una, en las que se recogieron arañas a nivel de copa mediante el método de vareo y en suelo con la colocación de trampas de caída; técnicas ya descritas en el capítulo de metodología.

En el año 1999 se realizó un muestreo mensual entre julio y octubre, mientras que en 2000 fueron recogidas muestras desde abril hasta noviembre.



Olivares de Fuerte del Rey (Jaén) - Año 2001

En este caso las parcelas estudiadas fueron únicamente 2, situadas en el municipio de Fuerte del Rey, una con cubierta vegetal (FRC) y otra sin cubierta vegetal (FRSC). Con este ensayo se pretendía comprobar la incidencia en un momento de gran actividad biológica durante la época de floración en el olivar, así como el efecto diluyente de diferencias que ejercería el hecho de que las dos zonas estudiadas estuviesen inmediatamente contiguas.

En las dos parcelas se muestrearon 6 filas de 5 árboles cada una, en copa y suelo siguiendo los mismos métodos descritos con anterioridad. Se efectuaron 3 muestreos, uno cada mes entre mayo y julio.

Olivares de Albolote (Granada) y Alcaudete (Jaén) - Años 2003-2005

En este último caso se decidió estudiar dos aspectos que pueden afectar a las arañas: la cubierta vegetal (se pasó de cubiertas monoespecíficas y cultivadas a multiespecíficas y naturales) y el manejo (se cubrieron dos de las posibilidades más prometedoras desde el punto de vista de su sostenibilidad, ecológico e integrado); ya que se ha comprobado que estos dos factores (estructura de la vegetación y manejo), juntos o por separado, se encuentran entre los mayores determinantes de las variaciones ecológicas encontradas en las arañas (Bell *et al.*, 2001; Schwab *et al.*, 2002).

Se muestreó durante dos ciclos anuales enteros (mayo-2003/mayo 2005) en dos parcelas, una con cubierta vegetal natural y manejo agronómico integrado (Cortijo Cajil, B) y la otra sin cubierta vegetal y con manejo integrado (Arenales de San Pedro, A) a las que se añadió una tercera (Dehesa del Tobazo, AL) también con cubierta vegetal natural y manejo ecológico durante el segundo ciclo anual (mayo-2004/mayo 2005).

Durante el primer ciclo anual (mayo-2003/mayo-2004) se muestrearon 4 filas de 5 árboles cada una, en copa con el método de vareo y en suelo colocando trampas de caída. Durante el segundo ciclo (mayo-2004/mayo-2005) se redujo a 3 filas de 5 árboles. Asimismo se varió el tiempo de permanencia de las trampas de suelo pasando de 24 horas de permanencia en suelo a 168 horas (7 días). La justificación y evaluación de estos cambios se ha comentado en el capítulo 4 de esta tesis.

En las parcelas con cubierta vegetal además, se muestreó la fauna aracnológica habitante de la vegetación situada entre las calles de los olivos utilizando una aspiradora a motor. Se realizaron 4 transectos lineales de 5 muestras cada uno que cubrían una superficie de 0.5 m² en cada parcela con cubierta vegetal.

En todas estas parcelas asimismo, se estudiaron las especies vegetales de la cubierta. Se registró la altura de la vegetación (medida en centímetros), la superficie ocupada por la vegetación y la composición taxonómica aproximada de la misma distinguiéndose entre taxones vegetales. Se tomaron 20 muestras en cada uno de los olivares en los que la superficie se midió arrojando un marco de alambre de forma cuadrada y 0.5m de lado. En cuanto a la altura de la vegetación se midió como promedio de 5 medidas tomadas en las 4 esquinas del cuadrado de muestreo y una medida en



el centro del mismo. En el caso de existir cubierta vegetal, las especies mayoritarias se contabilizaron, en %, sobre el total de cobertura vegetal en el cuadrado de muestreo.

Análisis estadísticos

En primer lugar hay que hacer la salvedad de que en los datos de cada zona geográfica no se diferenciaron entre años porque al analizar la abundancia de arañas entre los diferentes años en todas las zonas estudiadas las diferencias no fueron significativas en ningún caso.

Los resultados fueron analizados de forma independiente en cada una de las tres zonas olivareras anteriormente descritas, porque la metodología utilizada y las épocas de muestreo no fueron exactamente las mismas entre esas tres zonas. Además, debido a que los muestreos están separados en el tiempo (diferentes años), extraer resultados con fines comparativos sería complicado por los efectos climatológicos entre años; ya que las diferencias de precipitaciones entre años afectan de forma dramática la abundancia de arañas (Shochat *et al.*, 2004), algo que suele ocurrir en un clima como el mediterráneo en que se pueden alternar años con precipitaciones medias con otros con largos periodos de sequía.

Para analizar los datos brindados por el diseño expuesto en Cunningham y Lindemayer (1999) se aplicó un modelo log-lineal de Poisson para comparar la abundancia de arañas entre tipo de manejo de la cubierta y año. Ya que los valores extremos tienen una influencia negativa sobre el ajuste del modelo de Poisson se eliminaron y se dejaron fuera de los análisis. Filtrados los datos que no presentaban demasiada dispersión (varianza = media), se hace apropiado el uso del modelo de Poisson (McCullagh y Nelder, 1983). Además, varios test Chi-cuadrado fueron realizados para asegurar los supuestos seguidos.

A la hora de considerar los resultados se decidió analizarlos en primer lugar en cuanto a la abundancia de cada taxón y las relaciones establecidas entre los distintos grupos. Se siguió el orden cronológico en el que fueron muestreados. Esto también queda evidenciado por las diferentes características de las diversas técnicas aplicadas entre cada caso.

Los resultados fueron analizados de forma independiente entre los estratos muestreados (copa, suelo y cubierta vegetal) por la diferencia de composición que ofrece la comunidad de arañas en su distribución vertical (Nyffeler, 1982; Pekár, 2005).

Resultados

Durante los 6 años de estudio se recogieron un total de 3.355 arañas en los muestreos, 781 en copa, 1.982 en suelo y 622 en la cubierta vegetal, representando a 200 especies (70 en copa, 144 en suelo y 89 en la cubierta vegetal) de 31 familias (16 en copa, 26 en suelo y 17 en la cubierta vegetal). Los detalles de abundancia se muestran en la tabla 7.2. Destacaron especies como *Zodarion stylyferum*, propia de suelo, *Oxyopes nigripalpis*, abundante en la cubierta y *Xysticus* sp en copa.



Zona de Linares y Torreperogil (años: 1999 y 2000)

Se citaron 83 especies pertenecientes a 19 familias que se distribuyeron así: 63 especies y 16 familias en las parcelas sin cubierta vegetal y 60 especies y 17 familias en las parcelas con cubierta vegetal. Las familias más abundantes en ambos tratamientos fueron las mismas, Salticidae (que predominan en copa) seguida por Gnaphosidae (mayoritaria en suelo), incluyendo la categoría *Otro* incluye el resto de familias encontradas en esos olivares pero que constituyen menos del 5% de individuos respecto al total (Figura 7.2). También cabe destacar como diferencias la presencia importante de Oxyopidae en las parcelas sin cubierta vegetal y la de Thomisidae y Lycosidae en las que tienen cubierta vegetal.

Respecto a las especies sobresale *Thyene imperialis* como la especie más abundante en copa, mientras que en suelo predominan *Loxosceles rufescens* y *Lycosa ambigua* (Figura 7.3). La categoría *Otro* agrupa a todas aquellas especies poco representadas, menos del 5% respecto al total.

Se recogieron significativamente más arañas en los muestreos de copa y suelo en los olivares con cubierta vegetal plantada respecto a los que no tuvieron cubierta ($P < 0.037$ y $P < 0.007$, respectivamente; Figura 7.3). Esto se repitió para dos familias en copa, Salticidae y Thomisidae ($P < 0.008$ y $P < 0.001$, respectivamente) y para otras dos familias en suelo, Lycosidae y Oecobiidae ($P < 0.004$ y $P < 0.011$, respectivamente). Por especies también existieron diferencias significativas, reconociéndose más arañas en los olivares con cubierta vegetal plantada. Concretamente, de las especies *Salticus* sp ($P < 0.041$), *Thyene imperialis* ($P < 0.001$) y *Xysticus* sp ($P < 0.001$) en copa, y para *Lycosa ambigua* ($P < 0.002$) y *Oecobius cellariorum* ($P < 0.011$) en suelo (Figura 7.4).

Observando la abundancia de arañas a lo largo de todo el periodo de recolección de especímenes se reitera lo anteriormente citado. Durante casi todo el estudio se recogieron más individuos en los olivares con cubierta vegetal respecto a los que no tuvieron cubierta vegetal (Figura 7.5).

La composición en los diferentes grupos funcionales entre los dos tipos de olivares en los que se recolectaron arañas se representa en la figura 7.6. De las diferencias observadas merece la pena destacar las correspondientes a las arañas cazadoras por emboscada en copa y a las constructoras de telas en láminas en suelo, ambas, significativamente más abundantes en las zonas con cubierta vegetal ($P < 0.002$ y $P < 0.006$, respectivamente).

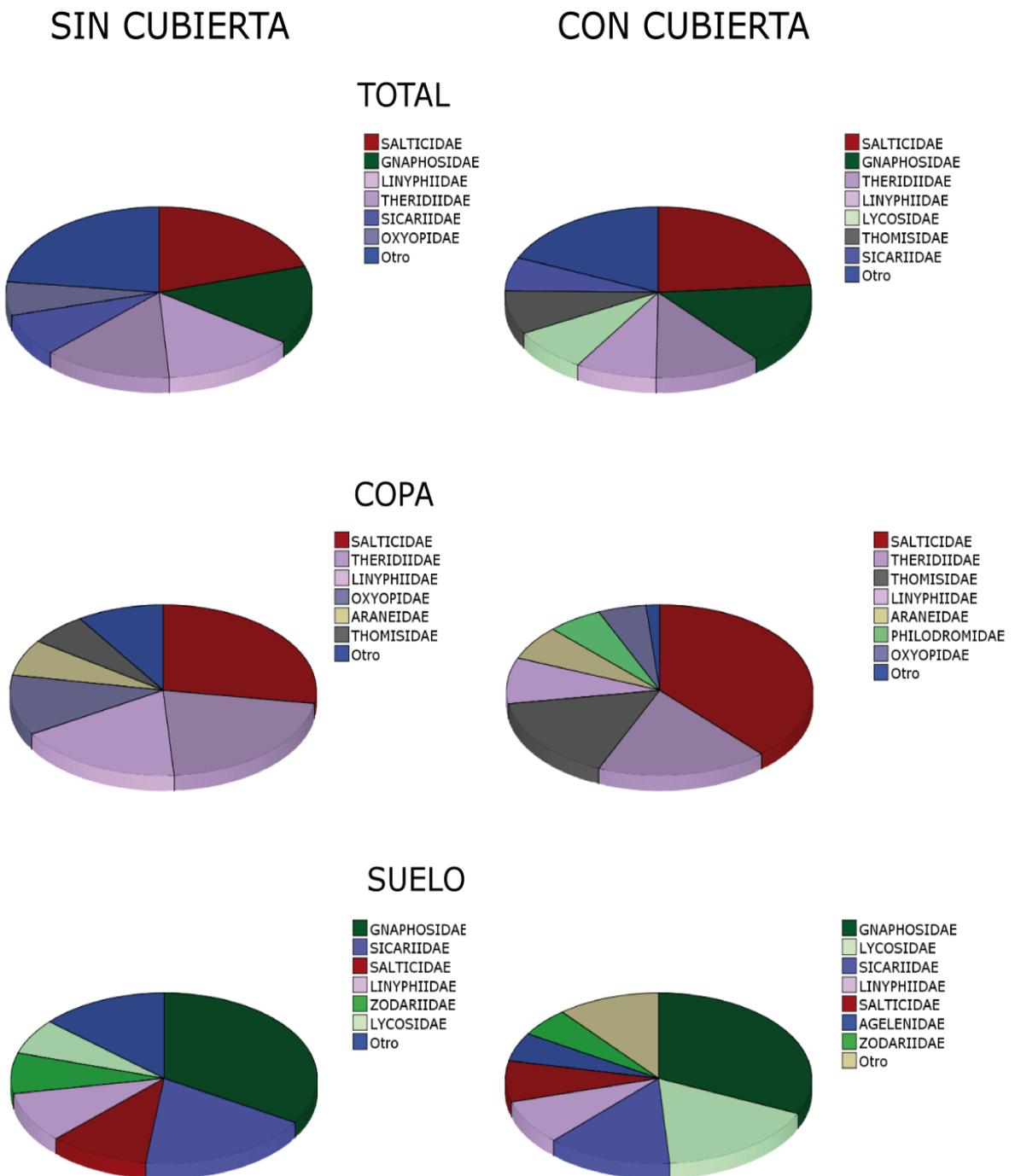


Figura 7.2.- Distribución del número de individuos entre las familias de Araneae para las parcelas con y sin cubierta vegetal en olivares de Linares y Torreperogil en copa y suelo.

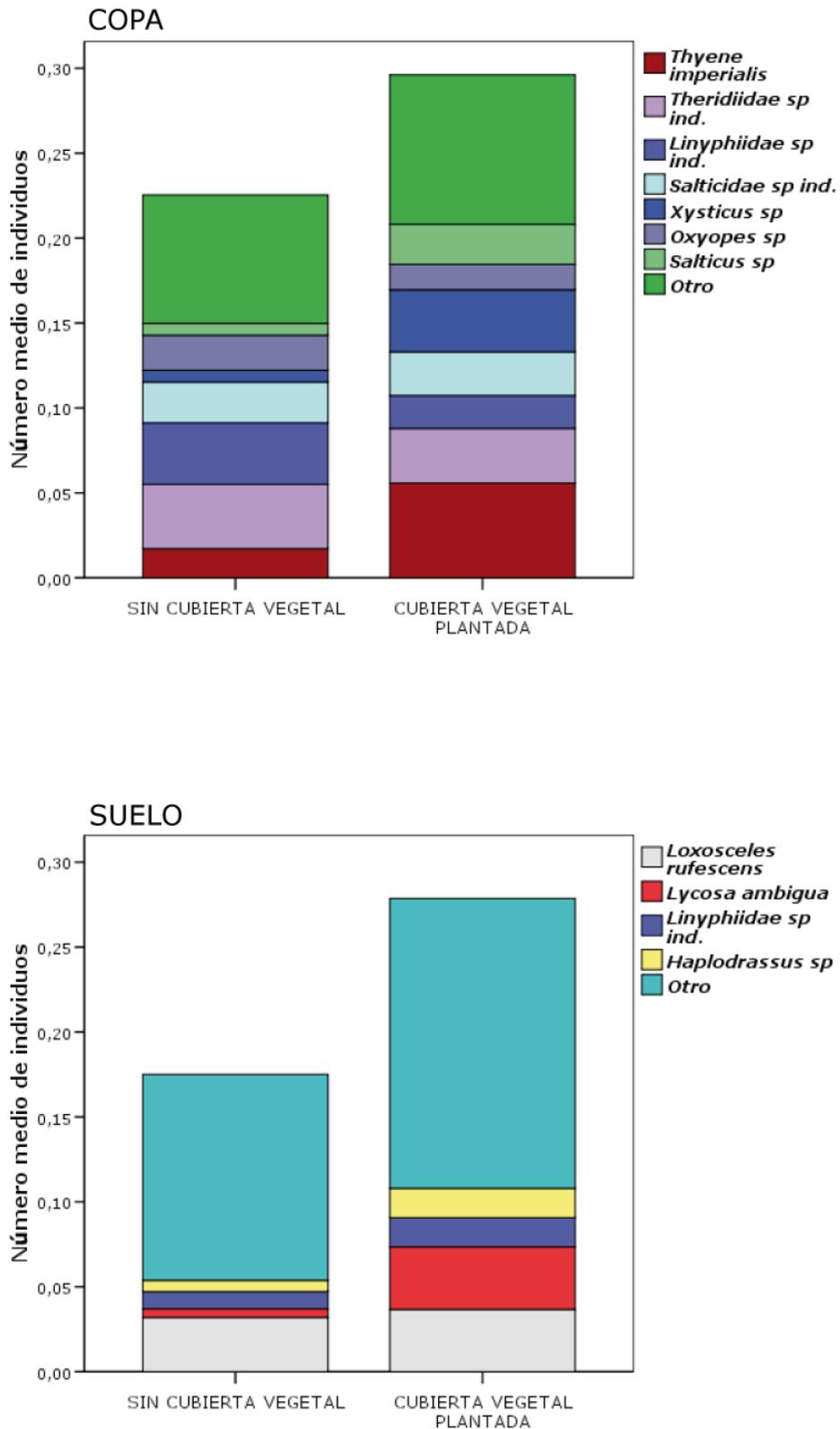
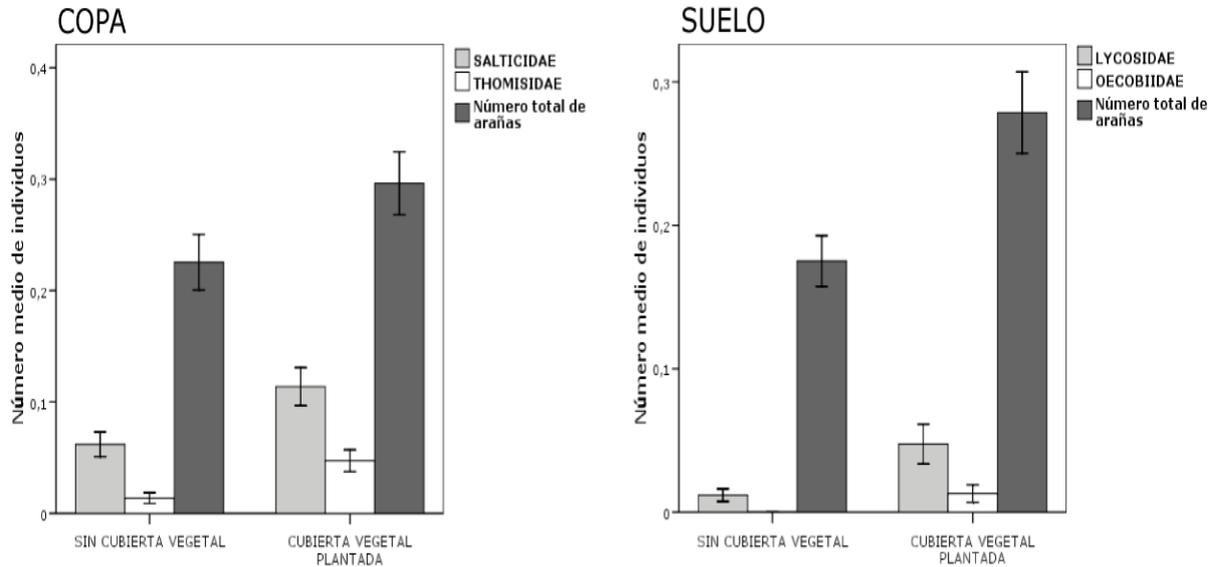


Figura 7.3.- Número medio de individuos de las diferentes especies de arañas capturadas en copa y suelo en los olivares de Linares y Torreperogil .



Familias



Especies

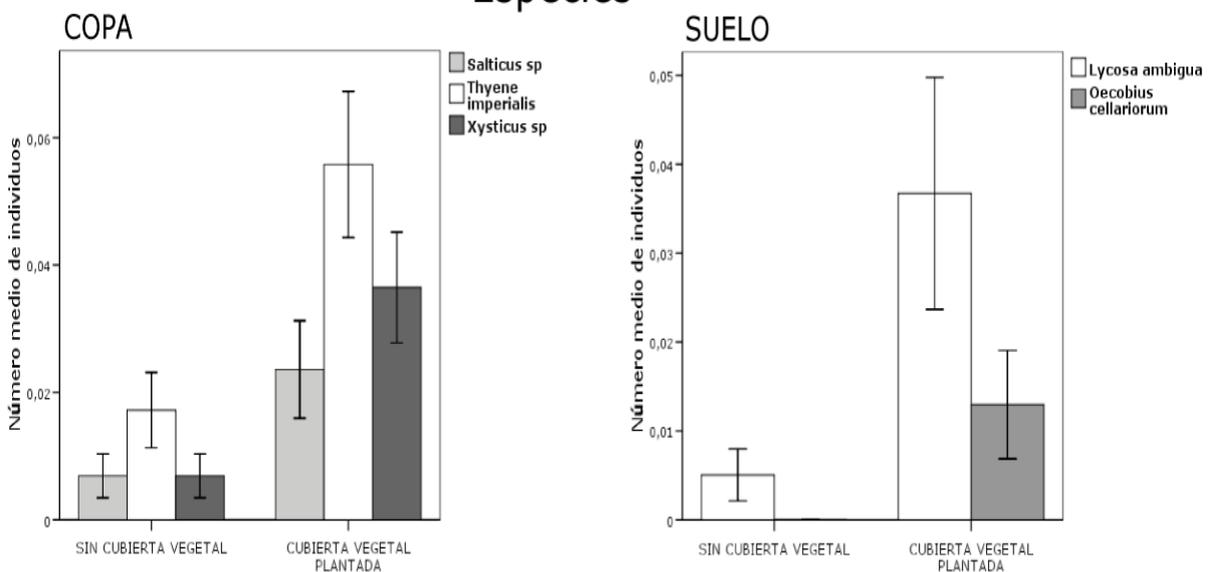


Figura 7.4.- Diferencias de abundancia entre manejos del suelo (cubierta vegetal) en los olivares de Linares y Torreperogil para familias (superior) y especies (inferior). Las barras de error representan el error típico de la media.

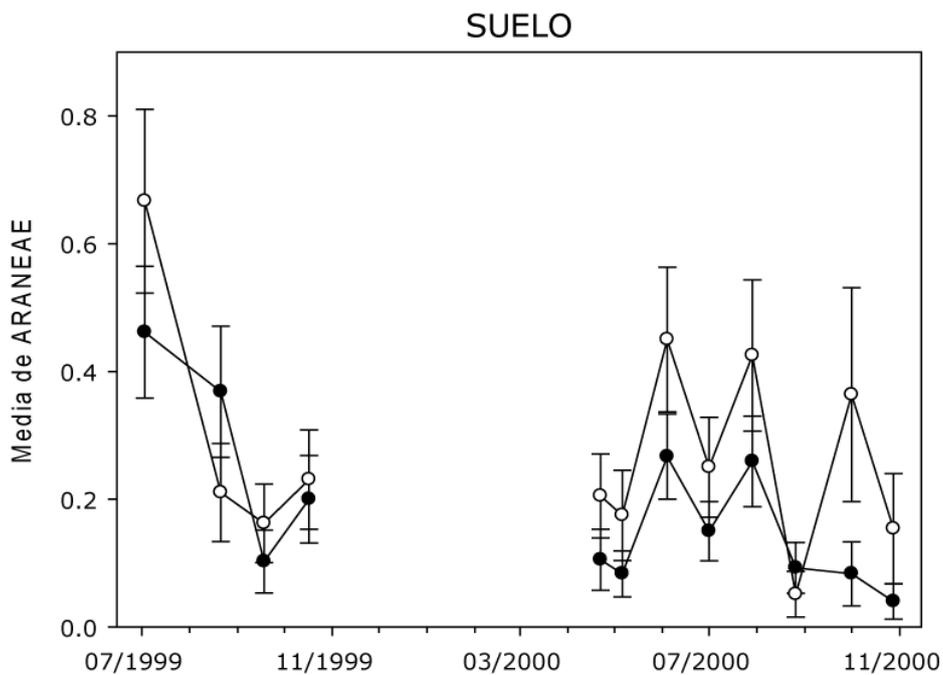
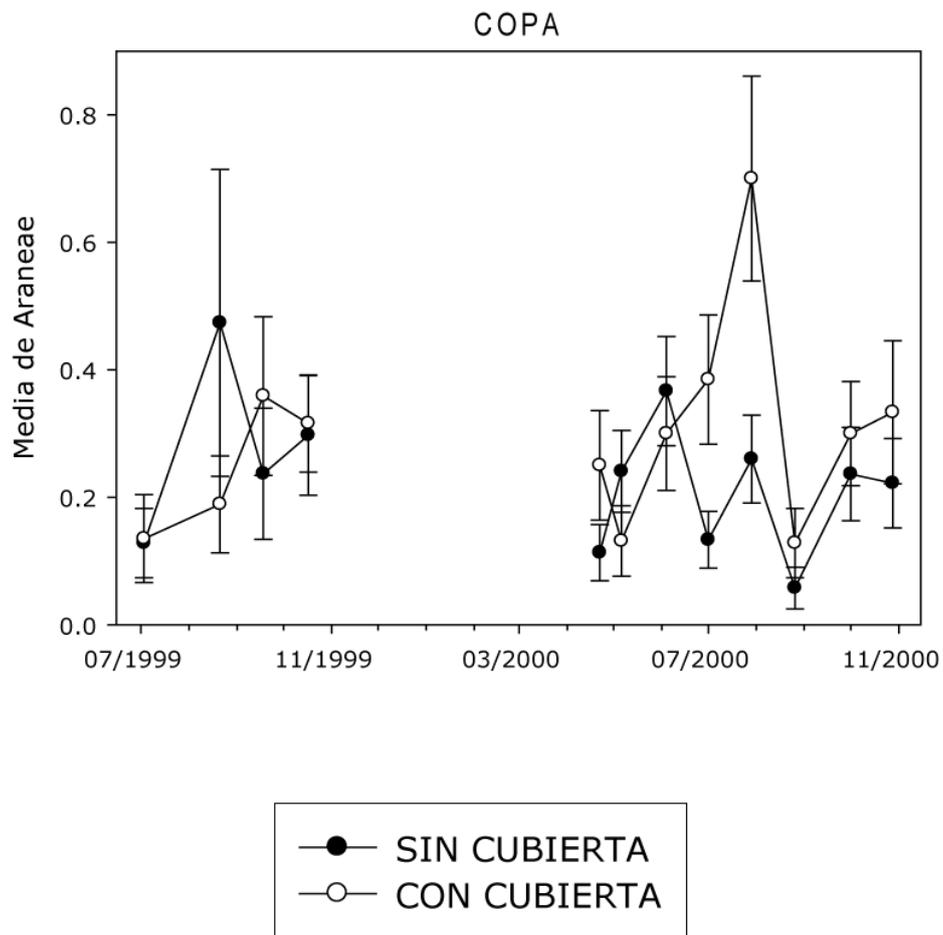


Figura 7.5.- Abundancia media de arañas (+/- error típico) en copa y suelo en los olivares con cubierta vegetal plantada y sin cubierta vegetal de Linares y Torreperogil a lo largo de los dos años de estudio.

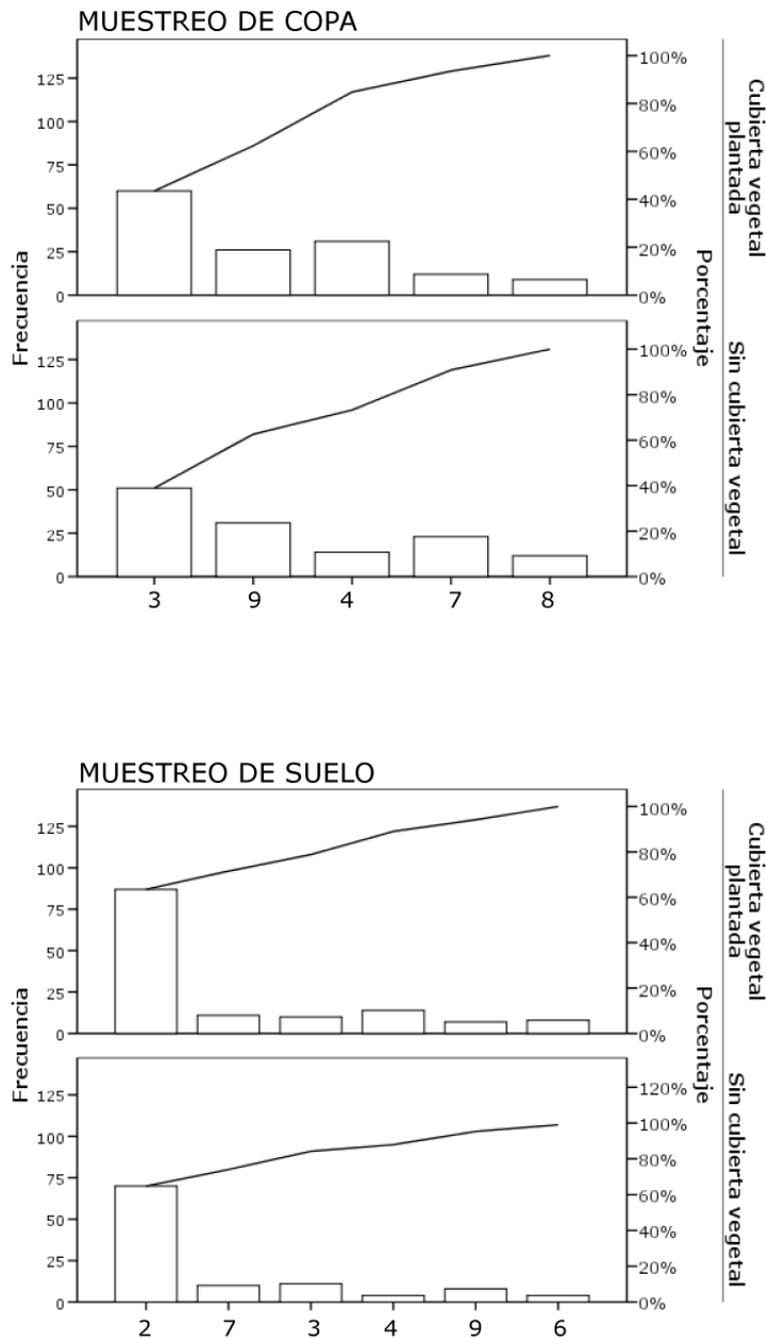


Figura 7.6.- Frecuencia de capturas entre los diferentes gremios (grupos funcionales) de arañas en los olivares de Linares y Torreperogil estudiados. Gremios: 2) Cazadoras corredoras de suelo; 3) Cazadoras por acecho (acoso); 4) Cazadoras por emboscada; 6) Constructoras de telas laminares; 7) Constructoras de telas en láminas enmarañadas; 8) Constructoras de telas orbiculares; 9) Constructoras de telas con hilos desordenados.



Zona de Fuerte del Rey (2001)

En el olivar de Fuerte del Rey se recolectaron un total de 19 familias y 31 especies; 13 familias y 18 especies en la parcela sin cubierta vegetal; y 13 familias y 22 especies en la parcela con cubierta vegetal plantada. Las familias más abundantes fueron Linyphiidae, predominante en la zona sin cubierta vegetal y más en suelo, y Salticidae, más abundante en copa y en los olivares con cubierta vegetal (Figura 7.7). La categoría *Otro* incluye el resto de familias encontradas en esos olivares que representan menos del 5% de individuos respecto al total.

Las especies más abundantes resultaron ser *Salticus scenicus* y *Thyene imperialis* en copa y *Tegenaria feminea* y *Loxosceles rufescens* en suelo (Figura 7.8). La categoría *Otro* agrupa a todas aquellas especies poco representadas, menos del 5% respecto al total.

La abundancia de las arañas en estos olivares no fue significativamente diferente (Figura 7.8). Se recogieron más arañas en los vareos de copa en la zona con cubierta vegetal plantada, mientras que ocurrió lo inverso con las arañas de suelo. Sí se encontraron diferencias significativas para la abundancia de la familia Linyphiidae ($P < 0.007$; Figura 7.9) en el suelo, únicamente recogidas en las zonas sin cubierta vegetal. Tampoco hubo diferencias significativas para la abundancia entre las diferentes especies identificadas en la copa. En el suelo, *Typhochrestus bogarti* estuvo presente sólo en la zona sin cubierta vegetal (Figura 7.9).

A lo largo del tiempo de muestreo tampoco se observaron diferencias en el número de arañas, ya que si en copa la mayor abundancia se registró en la zona con cubierta vegetal en suelo ocurrió lo contrario, con escasas diferencias (Figura 7.10).

En cuanto a la composición de los gremios de arañas en copa fueron más abundantes las arañas cazadoras por acecho en ambos tratamientos, pero las diferencias no fueron significativas (Figura 7.11). En suelo fueron más abundantes las corredoras de suelo en las zonas con cubierta vegetal plantada, mientras que en las zonas sin cubierta vegetal lo fueron las constructoras de telas en láminas enmarañadas, siendo estas diferencias significativas ($P < 0.007$).

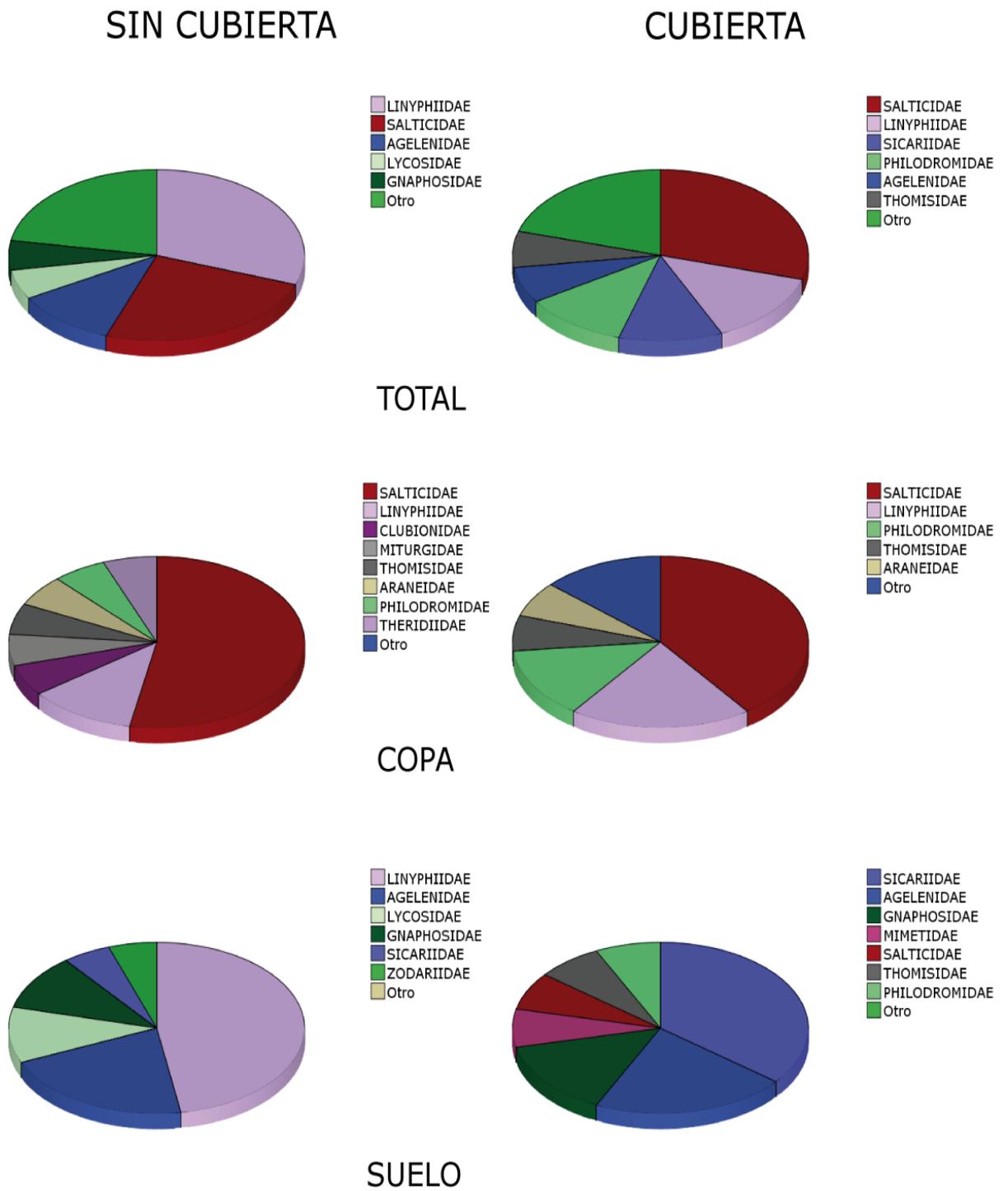


Figura 7.7.- Distribución del número de individuos entre las familias de Araneae para las parcelas con y sin cubierta vegetal en olivares de Fuerte del Rey en copa y suelo.

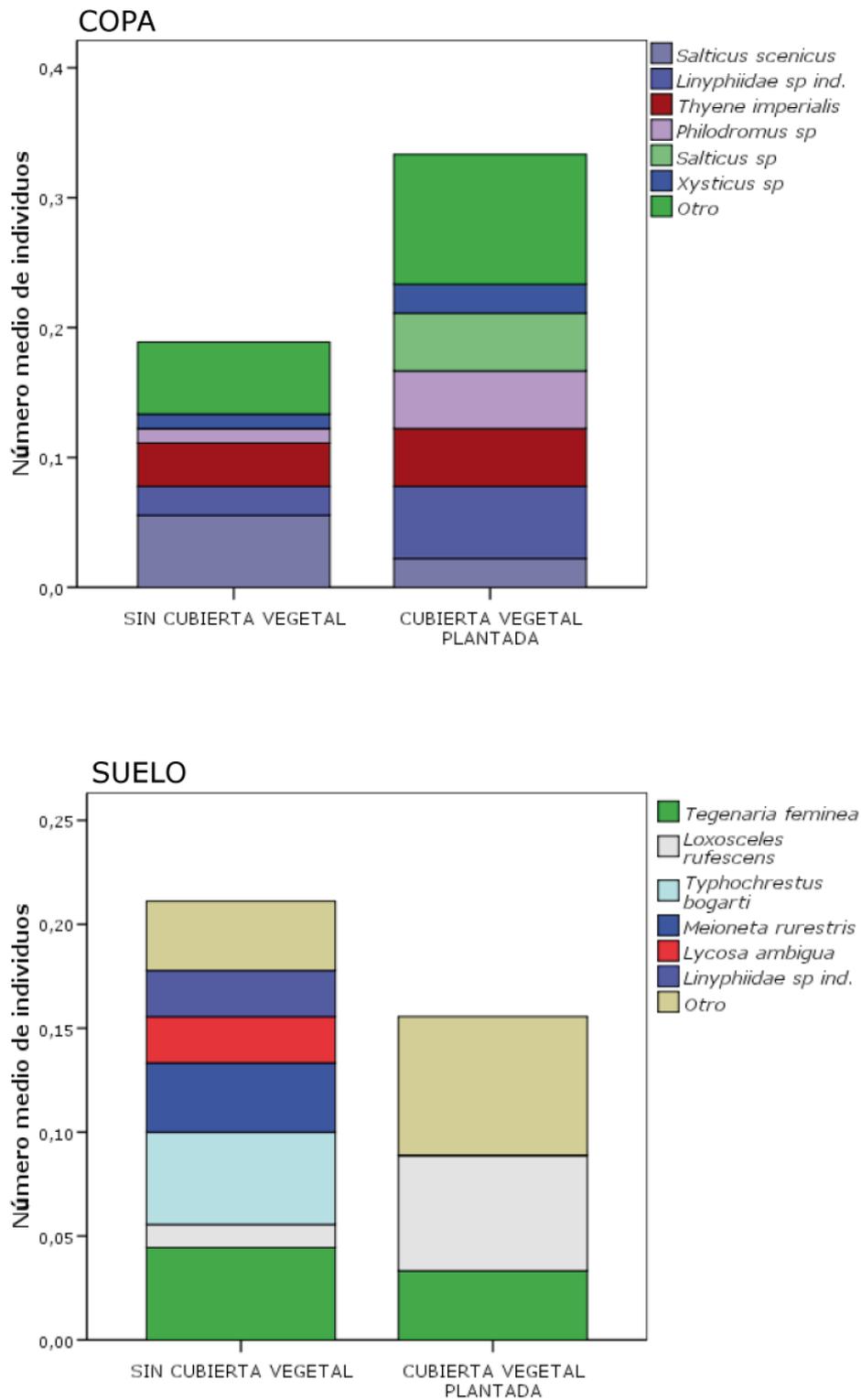


Figura 7.8.- Número medio de individuos de las diferentes especies de arañas capturadas en copa y suelo en los olivares de Forte del Rey.

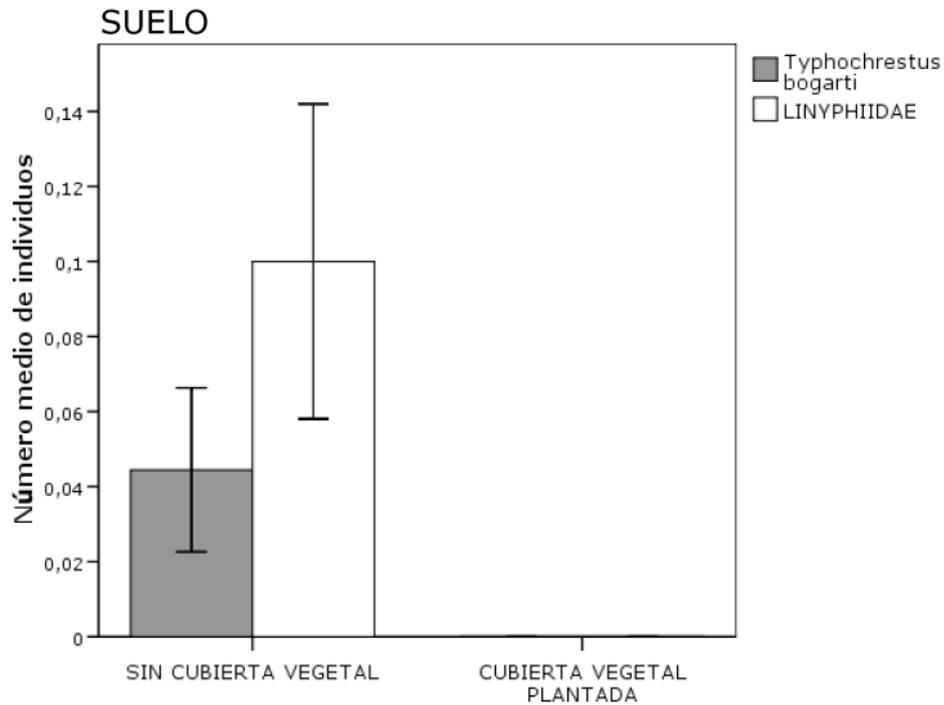


Figura 7.9.- Diferencias de abundancia entre manejos del suelo (cubierta vegetal) en los olivares de Fuerte del Rey. Las barras de error representan el error típico de la media.

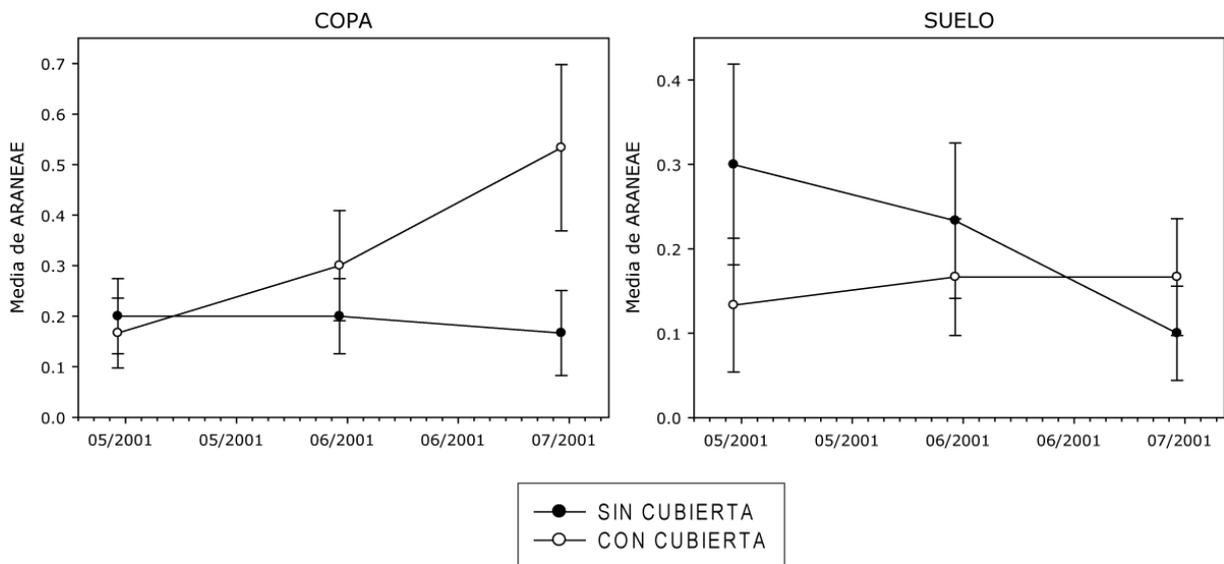


Figura 7.10.- Abundancia media de arañas (+/- error típico) durante el periodo de muestreo en los olivares de Fuerte del Rey.

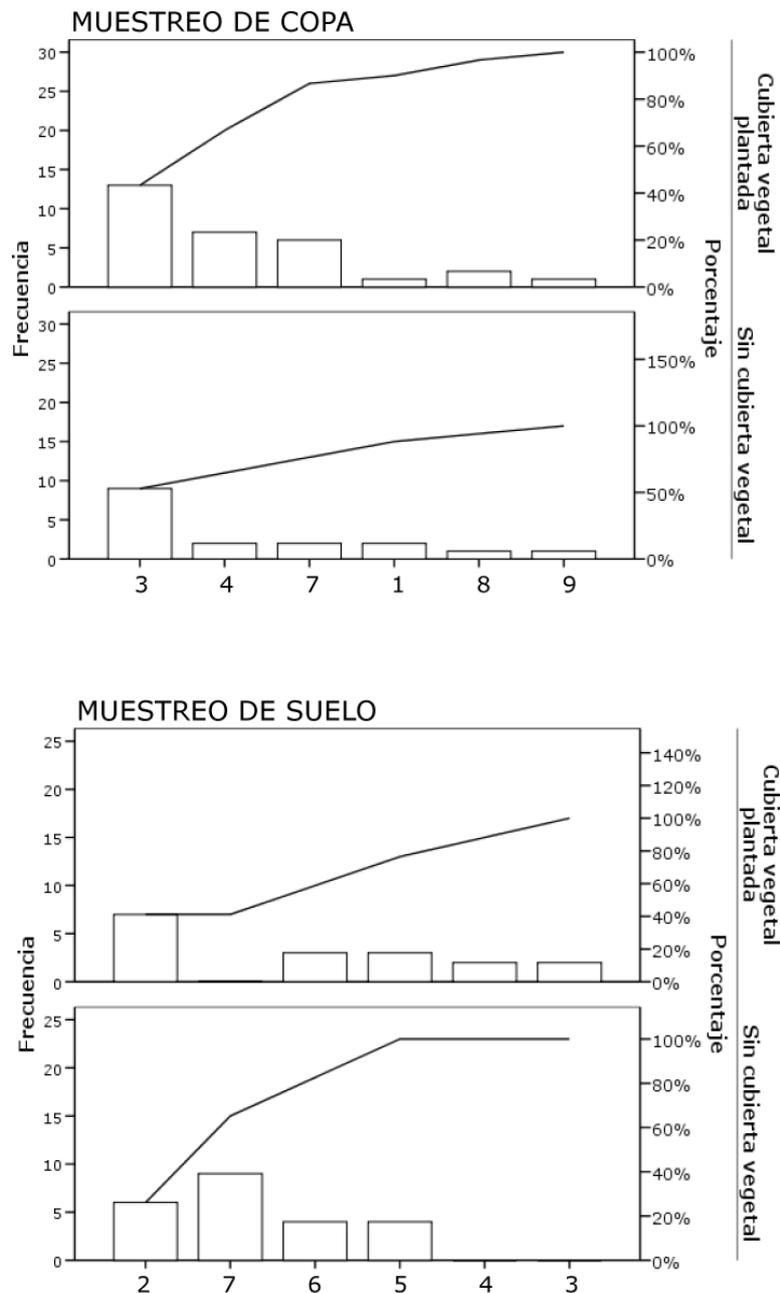


Figura 7.11.- Frecuencia en la captura de individuos de los diferentes gremios (grupos funcionales) encontrados en los olivares de Fuerte del Rey. Gremios: 1) Cazadoras corredoras en hojas; 2) Cazadoras corredoras de suelo; 3) Cazadoras por acecho (acoso); 4) Cazadoras por emboscada; 5) Constructoras de telas en láminas; 6) Constructoras de telas laminares; 7) Constructoras de telas en láminas enmarañadas; 8) Constructoras de telas orbiculares; 9) Constructoras de telas con hilos desordenados.



Zona de Albolote y Alcaudete (2003-2005)

Los resultados obtenidos depararon un total de 177 especies y 29 familias; 20 familias y 85 especies en el olivar sin cubierta vegetal, 140 especies de 26 familias en el olivar con cubierta vegetal de malas hierbas y manejo integrado, y 100 especies pertenecientes a 21 familias en el olivar con cubierta vegetal y manejo ecológico.

Entre las familias más abundantes cabe destacar a Theridiidae y Linyphiidae en copa en el olivar sin cubierta, a Thomisidae, Philodromidae y Salticidae en las zonas con cubierta y manejo integrado, y a Salticidae, Araneidae y Thomisidae en el tratamiento con cubierta y manejo ecológico (Figura 7.12). En suelo en todas las zonas dos familias registraron más del 50% de las capturas: Zodariidae y Gnaphosidae. En la cubierta vegetal no existe una relación de predominio en las capturas, que se hayan más repartidas entre diferentes familias (Figura 7.12). La categoría *Otro* agrupa a todas aquellas familias representadas por menos del 5% de individuos respecto al total.

Por especies las más abundantes fueron *Xysticus* sp, *Philodromus* sp y *Araneus* sp en copa; *Zodarion styliferum* y *Haplodrassus dalmatensis* en suelo; y *Xysticus* sp, *Linyphiidae* sp ind y dos oxiópodos, *Oxyopes heterophthalmus* y *Oxyopes nigripalpis* fueron mayoritariamente capturadas en la cubierta vegetal (Figura 7.13). La categoría *Otro* agrupa a todas aquellas especies poco representadas, menos del 5% respecto al total.

Según el manejo de la cubierta, en copa se encontraron diferencias significativas para la abundancia de las arañas, así como para varias de las familias y especies (Tabla 7.3). Entre ellas sobresale la mayor abundancia de arañas tanto en copa como en la vegetación en el olivar con cubierta vegetal y manejo integrado (Figura 7.13). Hay que mencionar también la tendencia general de mayor abundancia de algunas familias y especies, salvo excepciones, siguiendo el gradiente de abundancia cubierta > sin cubierta (Figura 7.14).

En copa se puede mencionar la mayor cantidad de arañas en las zonas con cubierta vegetal y manejo integrado durante gran parte del periodo de estudio, algo que también se puede apreciar en el suelo y en la vegetación entre las calles de los olivos (Figura 7.15). Las arañas habitantes de la vegetación del olivar presentan dos periodos de máxima abundancia, el primero a finales de la primavera (meses de mayo y junio) y el segundo durante el otoño (a partir de septiembre y octubre; Figura 7.15). En copa el máximo suele producirse durante el verano o en los meses anteriores y posteriores a éste. En suelo se repite algo parecido al caso de la copa, aunque en este caso la mayor abundancia se registró durante el segundo ciclo de muestreo, al final del mismo, con un pico especialmente elevado durante el mes de mayo de 2005, en todas las zonas, especialmente en la que presenta cubierta vegetal y manejo integrado.

En el caso de los gremios los más abundantes en copa fueron: cazadoras por acecho y emboscada y constructoras de telas de hilos enmarañados. En suelo dominaron de manera rotunda las arañas cazadoras corredoras de suelo, que constituyeron al menos el 80% de las registradas en ese estrato. Mientras que en la vegetación la representación de gremios es también similar a la de copa,



destacando las cazadoras por emboscada y acecho y las constructoras de telas enmarañadas (Figura 7.16).

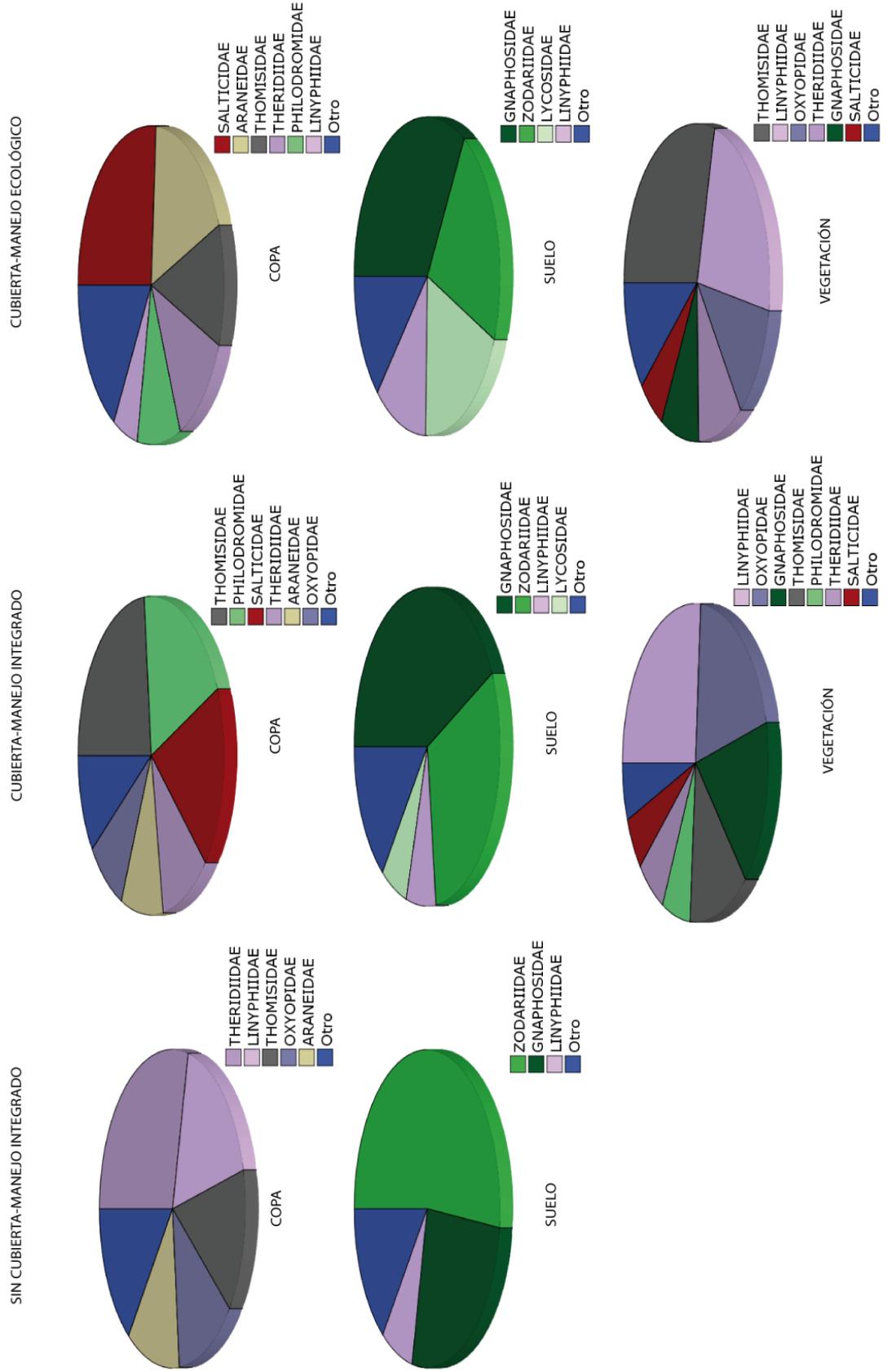
El reparto de los individuos entre los diferentes grupos funcionales de arañas depara diferencias significativas entre manejos de la cubierta para los siguientes grupos:

- Copa: cazadoras por acecho ($P < 1.04E-08$) y cazadoras por emboscada ($P < 1.43E-11$; Figura 7.16 A-C).
- Suelo: cazadoras por acecho ($P < 0.031$); cazadoras por emboscada ($P < 0.006$); constructoras de telas en láminas ($P < 0.05$); y para las constructoras de telas en láminas enmarañadas ($P < 0.006$; Figura 7.16 E-G).
- Vegetación: cazadoras corredoras en suelo ($P < 1.55E-04$); cazadoras por acecho ($P < 0.009$); y para las que construyen telas en láminas enmarañadas ($P < 0.031$; Figura 7.16 G-H).

Los resultados acerca de la vegetación (% de cobertura, altura de la vegetación y composición taxonómica) se ofrecen en la tabla 7.4. La presencia de vegetación favorece la abundancia de arañas, cuando se presenta como parches pequeños (poca cobertura vegetal), mientras que a niveles medios y elevados, mantiene o disminuye la abundancia (Figura 7.17-A). Sobre la diversidad, la presencia de más vegetación favorece, en el caso general, aumentando la riqueza de especies de arañas (Figura 7.17-B), pero igual que en el caso anterior se podría matizar, sobre todo, a niveles muy bajos de cobertura, donde disminuye la riqueza de especies. Por otra parte, la diversidad de especies en la cubierta vegetal (medida como riqueza de especies) produce una disminución en la abundancia de arañas, mientras que favorece en todos los casos su diversidad (Figura 7.17-C y D).



Figura 7.12.-Distribución del número de individuos entre las familias de Araneae para las parcelas con y sin cubierta vegetal en olivares de Albolote y Alcaudete en copa, suelo y cubierta vegetal.



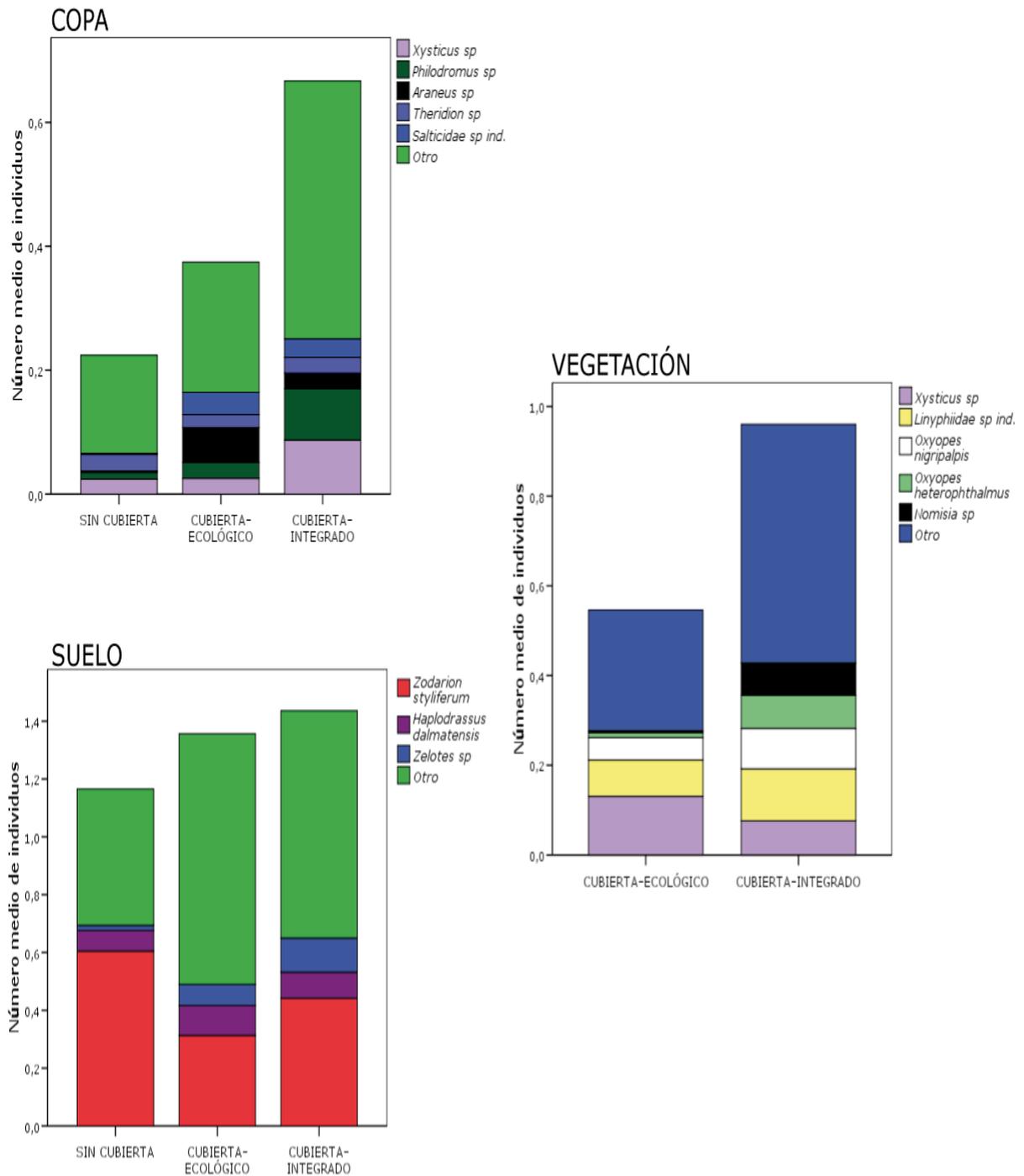
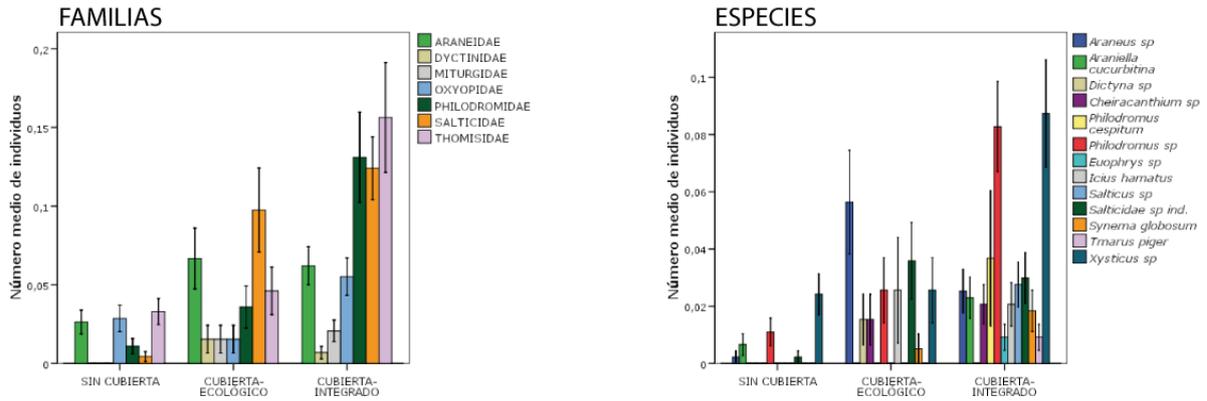


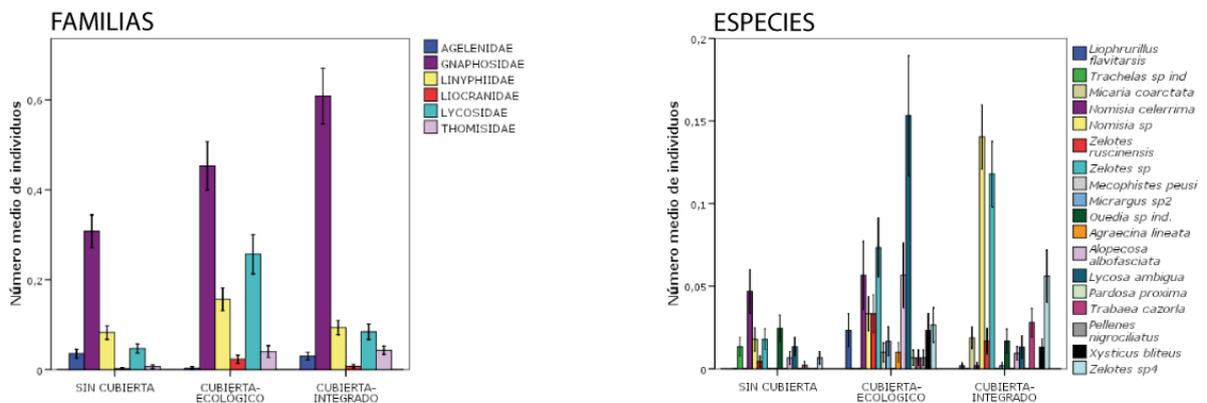
Figura 7.13.- Número medio de individuos de las diferentes especies de arañas capturadas en copa y suelo en los olivares de Albolote y Alcaudete.



COPA



SUELO



VEGETACIÓN

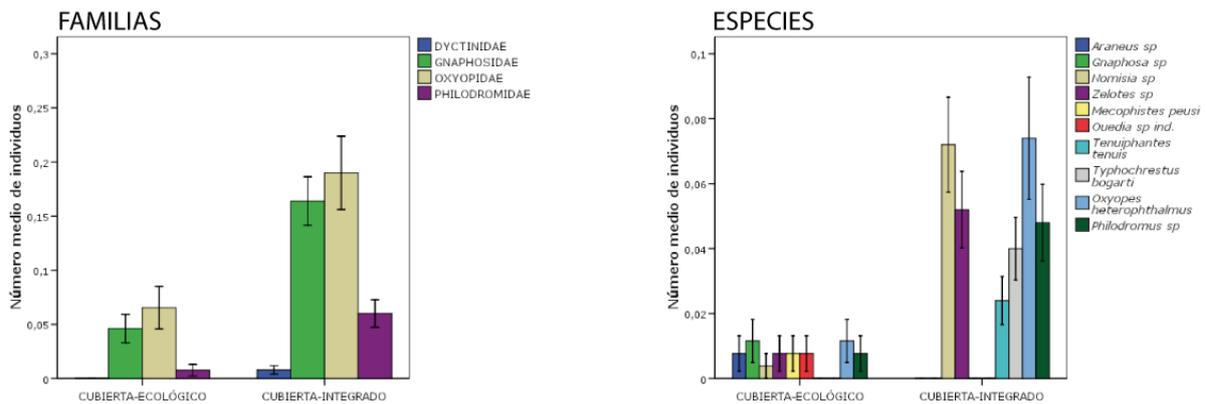


Figura 7.14.- Abundancia de las familias y especies que mostraron diferencias entre tratamientos en las zonas de olivar muestreadas de Granada y Jaén para el estudio. Las barras de error representan el error típico de la media.

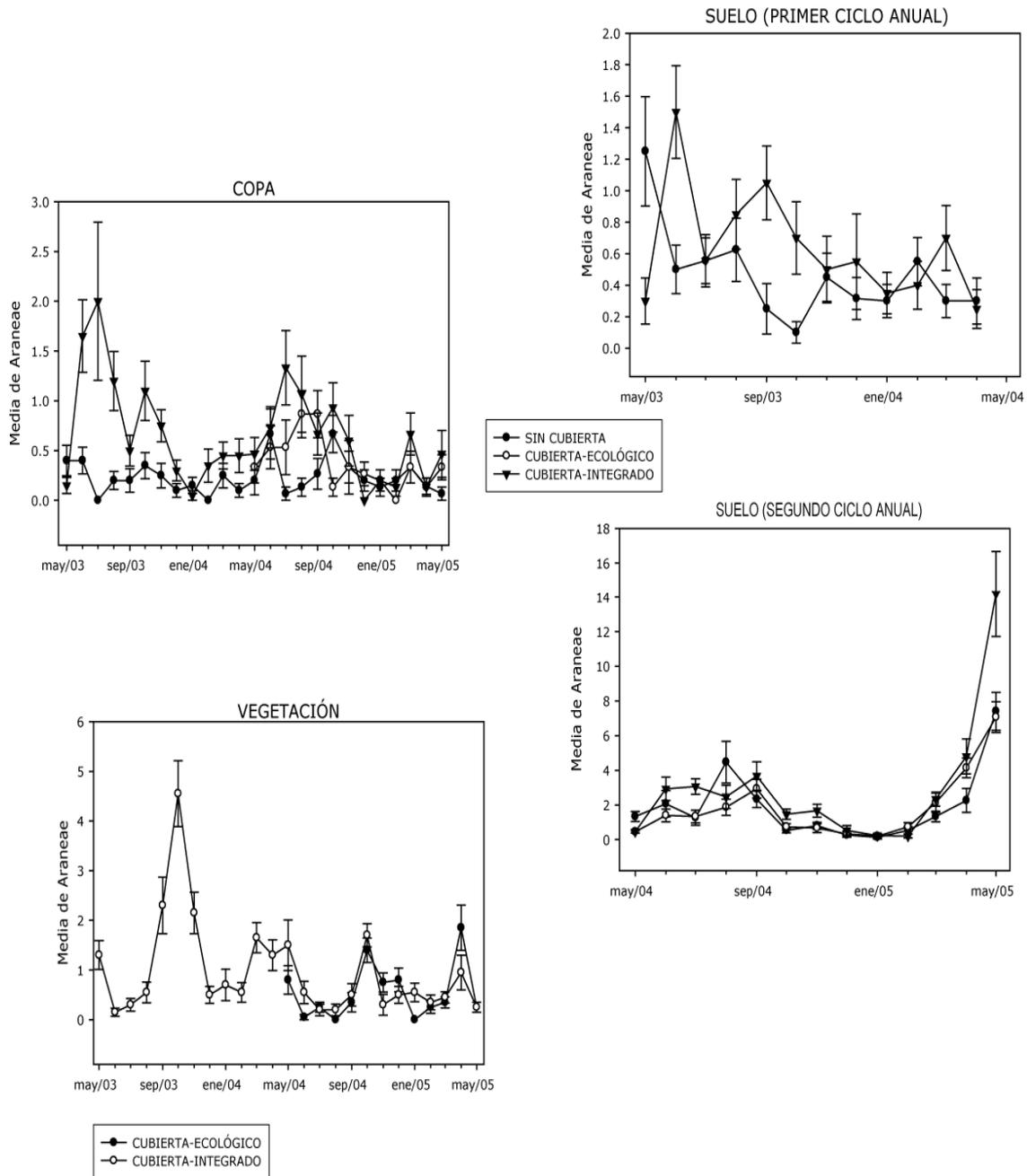


Figura 7.15.- Abundancia media (+/- error típico) de arañas en las tres zonas estudiadas durante el periodo de estudio.

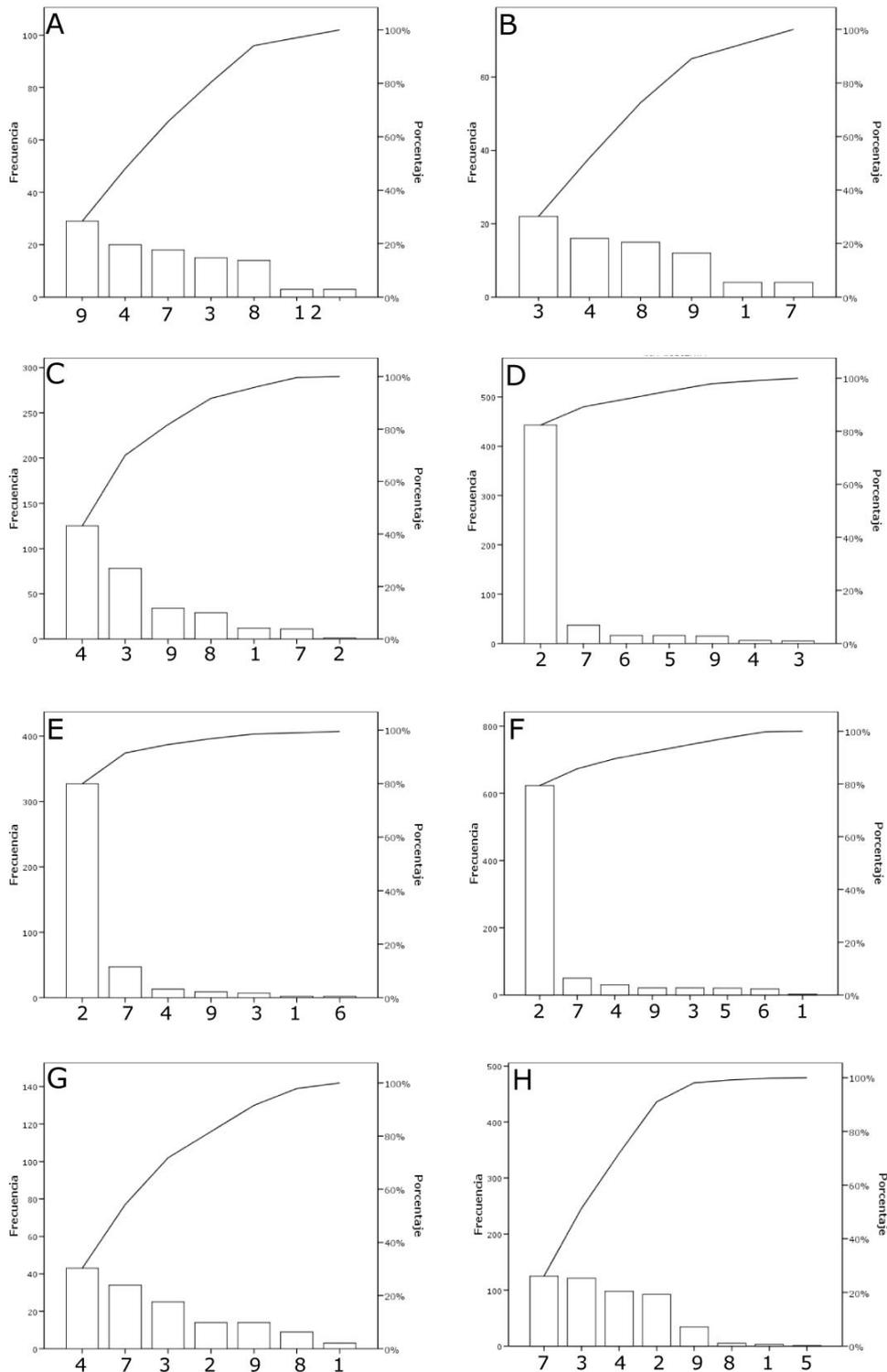


Figura 7.16.- Frecuencia de captura entre los gremios (grupos funcionales) de arañas en las parcelas de Albolote y Alcaudete muestreadas para el estudio. A) Sin cubierta/copa; B) Cubierta-ecológico/copa; C) Cubierta-integrado/copa; D) Sin cubierta/suelo; E) Cubierta-ecológico/suelo; F) Cubierta-integrado/suelo; G) Cubierta-ecológico/vegetación; H) Cubierta-integrado/vegetación.



Gremios: 1) Cazadoras corredoras en hojas; 2) Cazadoras corredoras de suelo; 3) Cazadoras por acecho (acoso); 4) Cazadoras por emboscada; 5) Constructoras de telas en láminas; 6) Constructoras de telas laminares; 7) Constructoras de telas en láminas enmarañadas; 8) Constructoras de telas orbiculares; 9) Constructoras de telas con hilos desordenados.

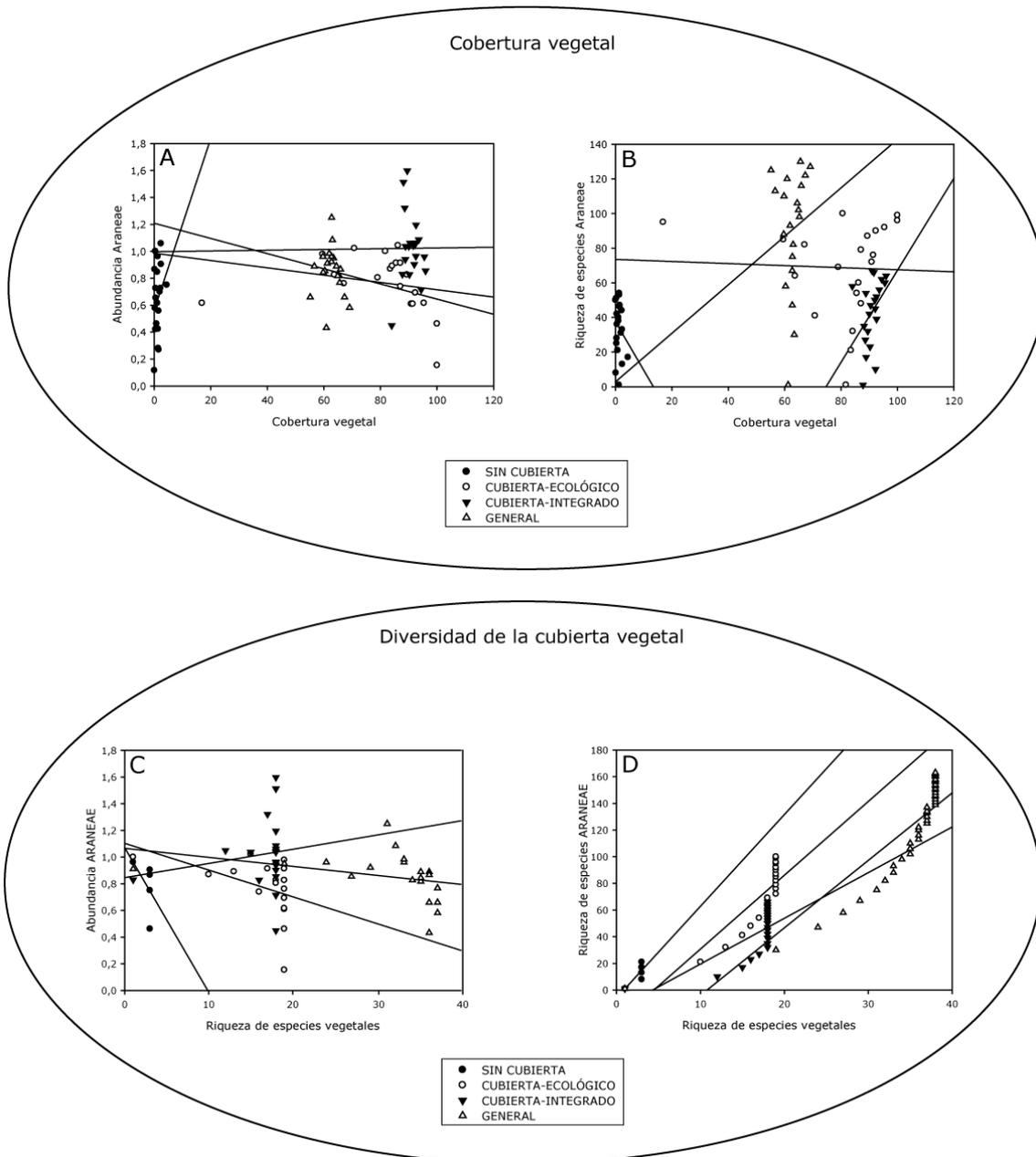


Figura 7.17.- Regresiones lineales que relacionan los datos obtenidos de la cobertura vegetal con los obtenidos del muestreo de las arañas. En la parte superior se expresa la relación entre la cantidad de cubierta vegetal, expresada en % de cobertura, y: A) la abundancia de arañas; B) Diversidad de arañas. En la parte inferior se considera la relación entre la diversidad de especies vegetales



integrantes de la cubierta vegetal en el olivar y C) la abundancia de arañas; D) la riqueza de especies de arañas.

Discusión

Efecto sobre la abundancia de arañas

Parece evidente que la abundancia de arañas se ve fomentada por la presencia de cubierta vegetal, algo que también ocurre en cultivos similares como la vid (Costello y Daane, 1998). Dicha cubierta puede ser monoespecífica, en el caso de la cubierta vegetal plantada en Linares y Torreperogil, o poliespecífica, en el caso de Albolote y Alcaudete. En ambos existieron diferencias significativas entre las zonas con vegetación entre las calles de los olivos, con la excepción del suelo en la zona de Albolote y Alcaudete, algo en lo que nos centraremos más adelante.

Los máximos de abundancia se suelen alcanzar en los dos tratamientos (con y sin cubierta vegetal) y en los diferentes estratos (copa, vegetación y suelo), fundamentalmente, en dos momentos del año, antes del verano y a finales del mismo y comienzos del otoño, coincidiendo con la fenología del cultivo (Figuras 5, 10 y 15).

El hecho de la ausencia de diferencias entre tratamientos en la zona de Fuerte del Rey podría deberse a que las zonas muestreadas, como se indicó, eran adyacentes con lo que se pudieron producir fenómenos de migración de individuos entre parcelas, algo muy probable en el caso de artrópodos como las arañas que tienen una gran capacidad de dispersión (Wise, 1993; Foelix, 1996), diluyendo así las diferencias entre manejos. Este hecho, como se ha mencionado, haría que los resultados obtenidos en el muestreo de los olivares de Fuerte del Rey no fueran tan representativos como los casos de Linares, Torreperogil, Albolote y Alcaudete. Esto pudo deberse a la estructura característica de esta zona; en la cual la parcela con cubierta vegetal plantada pudo servir de refugio de arañas y lugar desde el cual se produjesen movimientos de dispersión, primero a la zona con cubierta vegetal, pero también a la zona sin cubierta vegetal, cuando fuese más rentable, desde el punto de vista de obtención de alimento, colonizar una zona con menos competencia frente a quedarse en una zona con mayor competencia con otras arañas.

Además, la ausencia de diferencias entre la cantidad de arañas de suelo entre las zonas sin cubierta y con cubierta vegetal de malas hierbas parece seguir la tendencia de los taxones mayoritarios en suelo en esos lugares, como las familias Zodariidae y Gnaphosidae, que tampoco muestran diferencias; lo que podría deberse a que sus presas potenciales, entre ellas las más abundantes las hormigas, están profusamente representadas en todas las zonas de muestreo (Morris, 1997; Redolfi *et al.*, 1999; Redolfi *et al.*, 2005). Zodariidae es una familia especialista en capturar hormigas (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006) y el olivar no es una excepción, mientras que en Gnaphosidae existen numerosas especies de varios géneros que también han adquirido esa característica (*Callilepis*, *Micaria*, entre otros). Además, esta afirmación se ve fortalecida por el hecho de que la familia Zodariidae es la más abundante en suelo en los olivares de Albolote y Alcaudete, mientras que está



representada en una proporción muy inferior en los olivares de Linares, Torreperogil y Fuerte del Rey, que pudieron tener menos presas disponibles durante la época de estudio.

El hecho de que existan diferencias para las muestras de succión con mayor tasa de captura en la zona con manejo integrado se debe a la mayor diversidad de plantas en esa zona (Tabla 7.4). La presencia de diferentes especies vegetales en la cobertura vegetal permite aumentar el número a muchos invertebrados, entre ellos las arañas (Koricheva *et al.*, 2000).

Centrándonos, por tanto, como referencias más representativas en las dos zonas más profusamente estudiadas a lo largo del tiempo, parece que la cubierta vegetal fomenta la presencia de familias como Salticidae y Thomisidae en copa y de Lycosidae en suelo. Las arañas se disponen en un hábitat dado, incluidos los ambientes agrícolas (en nuestro caso el olivar), de acuerdo a la complejidad estructural que éste presenta (Dennis *et al.*, 2001; Bonn *et al.*, 2002; Asteraki *et al.*, 2004). Arañas como los saltícidos y tomísidos prefieren zonas de poca complejidad estructural, como zonas de copa en mayor medida que zonas de cubierta, mientras que otras como las arañas constructoras de telas prefieren zonas más complejas estructuralmente que les permiten colocarlas (Robinson, 1981). Siguiendo con este argumento, en el caso de las arañas de suelo como los licósidos y gnafósidos, se podría decir que la estructura de la vegetación provocaría significativos cambios microclimáticos y particularmente un cambio en la temperatura de la superficie del suelo (Perner y Malt, 2003) provocando diferencias de abundancia entre las zonas con y sin cubierta vegetal.

En cuanto a las especies sería posible mencionar varios casos. Empezando por la copa, un ejemplo que resulta manifiesto es el de araneidos como *Araneus* sp y *Araniella cucurbitina* y mitúrgidos como *Cheiracanthium* sp, para los que resulta más determinante el manejo agronómico en primer lugar y en segundo la presencia de cubierta vegetal. Esto se deduce del hecho de su ausencia, en un número importante, en las parcelas con manejo agronómico convencional, como fueron las de Linares, Torreperogil y Fuerte del Rey, mientras que sí se presentaron en zonas de manejo integrado y ecológico, en los olivares de Albolote y Alcaudete, donde su mayor número en las zonas coincide con zonas de cubierta vegetal y entre ellas en la de manejo ecológico (Figuras 7.13 y 7.14). Las especies de saltícidos y tomísidos, como *Salticus* sp y *Xysticus* sp, seguirían la norma general mostrada por su familia de mayor abundancia en zonas sin cubierta. Algo que se confirma con la aparición de más especies de estas dos familias en el estudio de los olivares de Albolote y Alcaudete que se ven beneficiadas por la presencia de cubierta vegetal. Por último mencionar el caso de especies de la familia Philodromidae, como *P. cespitum* y *Philodromus* sp, cuyo patrón de distribución parece verse afectado por el manejo agronómico convencional en mayor medida ya que no aparecen en un número significativo en las zonas de Linares y Torreperogil y sí lo hacen en Albolote y Alcaudete. Estas especies, al igual que las de Araneidae y Miturgidae citadas anteriormente parecen verse afectadas por el manejo agronómico (ver capítulo 6).

En suelo existe el caso de una de las especies de licósidos, *L. ambigua*, que fue significativamente más abundante en las zonas con cubierta vegetal frente a las carentes de cobertura, y dentro de las primeras son sensibles al manejo, ya que su mayor abundancia se obtiene en las zonas con cubierta vegetal de malas hierbas y manejo ecológico. Otras especies, sin embargo, parece que fueron más



sensibles a la mayor complejidad específica de la cubierta y se presentaron significativamente en mayor número bajo manejo integrado, siguiendo una tendencia aparentemente habitual para las arañas en el olivar.

En el estrato vegetal las diferencias encontradas en la mayor parte de los casos, tanto en familias como en especies, parecen indicar una predisposición de asentamiento de las arañas en la zona con cubierta vegetal de malas hierbas y manejo agronómico integrado. Como se dijo anteriormente una posible explicación sería la mayor diversidad de especies vegetales en la zona con manejo integrado que permite el asentamiento de un mayor número de especies.

En cuanto a los gremios, los resultados demuestran la clara especialización de estos depredadores a la hora de su distribución vertical. En la copa nos encontraríamos especies constructoras de telas (Araneidae, Theridiidae, Dictynidae, entre otras) y aquellas que cazan por sorpresa (Salticidae, Oxyopidae), bien por emboscada o acechando a su presa. En el suelo nos encontraríamos con un predominio casi absoluto de las especies corredoras de suelo que constituyen al menos 2/3 de todas las arañas de ese estrato (excepción hecha del caso particular comentado anteriormente de la zona de Fuerte del Rey). Mientras que en la vegetación existiría un reparto bastante homogéneo, con ninguno de los grupos funcionales dominante sobre otros (en ningún caso constituyen más de un tercio del total). Cabría comentar la restricción de las especies constructoras de telas a los lugares en los que disponen de las condiciones microclimáticas de mayor humedad (Lubin, 1978), en nuestro caso, la copa y la cubierta vegetal, además de explicar el patrón de distribución de las arañas en ese estrato vegetal en las calles de los olivos. En la época más seca la abundancia decae de forma acusada, volviendo a ascender cuando las condiciones de humedad permiten un mejor desarrollo de la vegetación, soporte para algunas especies de arañas.

A la vista de lo anterior, queda claro que una estructura tridimensional más compleja, proporcionada tanto por las características propias del cultivo (manejo agronómico) y del ambiente que lo rodea, provee de más nichos en los que encontrar presas, mayores oportunidades para evitar a otros depredadores y competidores, mayor facilidad para encontrar puntos de anclaje para las telas, y una mayor estabilidad en las condiciones de temperatura y humedad (Pearce *et al.*, 2004). Esto último es lo que aparece como justificación a los resultados de abundancia obtenidos en la parcela con manejo integrado y cubierta vegetal de malas hierbas (parcela B, Albolote), donde se pudo deber al efecto conjunto de presencia de la cubierta vegetal con una zona inmediatamente adyacente al olivar de bosque mediterráneo y que servía de refugio y de fuente de nuevos individuos al cultivo, ya que se ha demostrado que las comunidades de artrópodos son favorecidas en los casos en que existen zonas de vegetación adyacentes a la plantación que permitirían el incremento de las poblaciones de depredadores polífagos, porque proporcionan fuentes de alimento adicionales, refugio frente a las condiciones ambientales y frente a los productos químicos utilizados en la agricultura (Denys y Tschardtke, 2002; Asteraki *et al.*, 2004). Por tanto, sería recomendable el mantenimiento de setos o zonas no perturbadas adyacentes a los cultivos, en la medida de lo posible, como una parte importante de cualquier paisaje agrícola (Bell *et al.*, 2002).



Por último a la hora de evaluar el patrón general de disminución de la abundancia de arañas cuando aumenta la superficie ocupada por la vegetación, se deberían tener en cuenta dos factores, por una parte esto sólo se produciría cuando existe una vegetación de cierto porte, no a niveles bajos, y niveles muy altos de cobertura no habría efecto, salvo en el caso del manejo ecológico (Figura 7.17-A). Por otra parte, la diversidad de la vegetación (riqueza de especies) tendría el efecto de disminución de la abundancia de arañas (Figura 7.17-C). Esto podría ocurrir, entre otras causas, porque algunas de las especies de arañas que son muy abundantes en un estadio de sucesión vegetal muy temprano (pocas especies vegetales presentes), disminuirían su abundancia cuando el ambiente se hace más complejo (Duffey, 1978). Podría ser, por ejemplo, el caso de *Z. styliferum*, que fue más abundante en la zona sin cubierta vegetal que en las que presentan cubierta vegetal (Figura 7.13), ya que en las zonas sin cubierta, la menor diversidad vegetal permitiría una mayor actividad locomotora de esta especie de araña del suelo, por lo que sus capturas son más abundantes en las trampas de caída. Conviene recordar que este tipo de trampa refleja no sólo la abundancia de invertebrados sino su actividad locomotora (Koricheva *et al.*, 2000).

Efecto sobre la diversidad

Resulta obvio examinar el caso más representativo de todos los estudiados para evaluar el efecto de la cubierta vegetal sobre la diversidad de las arañas en el olivar y que no es otro que el caso de la presencia de una cubierta vegetal compuesta por varias especies, en nuestro caso por malas hierbas espontáneas, frente a una compuesta por una sola especie de cereal plantado, ya que según la hipótesis de heterogeneidad del hábitat, los hábitats más complejos presentan la mayor riqueza de especies. Recientemente se ha comprobado el efecto positivo de la vegetación de tipo herbáceo y arbustivo sobre la riqueza de especies de arañas en ambientes naturales (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007) y en las zonas cultivadas (Tillman *et al.*, 2004), donde los depredadores aumentan su densidad en zonas con diferentes cubiertas frente a las cubiertas de un solo tipo. Gracias a esto, a la hora de un potencial control biológico por depredadores polívoros, en un cultivo estarían presentes muchas especies de forma que se complementasen unas a otras en términos de segregación temporal y forma de buscar alimento (Bolduc *et al.*, 2005).

En el caso que nos ocupa, la estructura de la vegetación desencadena importantes alteraciones microclimáticas y específicamente una variación en la temperatura de la superficie del suelo (Perner y Malt, 2003), provocando diferencias entre las zonas con y sin cubierta vegetal, con descenso de la riqueza de especies causado por el incremento en la intensidad de manejo (de la cubierta) lo que alteraría la estructura del paisaje y tendría un efecto negativo sobre la diversidad de las arañas (Hendrickx *et al.*, 2007).

Como consecuencia más destacada del efecto de la abundancia y diversidad de especies vegetales sobre la diversidad de las poblaciones de arañas del olivar cabría explicar más detalladamente los resultados obtenidos en el caso de las regresiones.

A tenor de los mismos, una mayor cantidad de cobertura vegetal permite el desarrollo de un mayor número de especies de arañas, convirtiendo a esa comunidad en más diversa (Figura 7.17-B), salvo



en el caso de niveles bajos de cobertura, en los que aparte de ser poco importante el desarrollo de la cubierta, el número de especies que la componen es muy bajo (la zona sin cubierta apenas presenta especies vegetales y si existen lo hacen de forma residual).

Por otro lado, la diversidad de la vegetación está directamente relacionada con la diversidad de arañas en el olivar (Figura 7.17-D). Es decir, la diversidad de la vegetación (riqueza de especies) se confirmaría como uno de los factores que influyen de manera positiva sobre la diversidad de arañas, junto al tipo de hábitat (Jeanneret *et al.*, 2003). Lógicamente, una cubierta más compleja desde el punto de vista estructural, compuesta por diversas especies vegetales permite el asentamiento de diferentes especies de arañas adaptadas a los variados microhábitats que se crean gracias al aumento de esta complejidad estructural.

La persistencia de esta diversidad estructural en los paisajes agrícolas se convertiría en un prerrequisito para la conservación de una parte significativa de la biodiversidad en una zona como la nuestra (Bignal, 1998; Krebs *et al.*, 1999). En este sentido podríamos concluir, al igual que Bonte *et al.* 2004, que la riqueza de especies de arañas aumenta con una mayor productividad del ambiente (mayor disponibilidad de nutrientes gracias a la presencia de una cubierta vegetal más desarrollada) y una mayor heterogeneidad ambiental (mayor número de especies vegetales en esa cubierta vegetal). Es decir, las medidas que se deben tomar de cara a conservar la riqueza de especies de arañas en un agroecosistema deben tener en cuenta también factores a escala del paisaje agrícola. Al igual que lo comentado para el caso de la abundancia, un paisaje más complejo que incluya zonas perennes de hábitats no cultivados permitirían preservar y restaurar las poblaciones de arañas, manteniéndolas a niveles altos (Sunderland y Samu, 2000; Schmidt *et al.*, 2005).

A modo de corolario del estudio se podría apuntar que la no presencia de cubierta vegetal no resultaría beneficiosa para las arañas ni útil para el cultivo. En el caso de las arañas, niveles muy bajos de cobertura vegetal impiden la aparición de muchas especies en el agroecosistema del olivar, puntualizando también que una complejidad muy alta impide la presencia en un número suficientemente importante de algunas de las especies destacadas. Tanto en uno como en otro caso se lesiona la capacidad de control que tienen estos depredadores polífagos para mantener un agroecosistema con menor riesgo de aparición de plagas.

Conclusión

El mantenimiento de una cubierta vegetal con un cierto desarrollo ejerce un efecto positivo sobre la arcnofauna del olivar.

Resulta beneficioso para la arcnofauna, en términos de abundancia, la presencia de una cubierta vegetal frente a la ausencia de la misma. Dentro de las cubiertas, parece ser que las cubiertas naturales favorecen más la abundancia que las cubiertas plantadas.



Las zonas con cubierta vegetal plantada presentan una elevada abundancia de individuos de la familia Salticidae, Theridiidae y Linyphiidae en copa y Gnaphosidae, Lycosidae, Sicariidae y Agelenidae en suelo.

Las zonas con cubierta vegetal natural se caracterizan por la mayor abundancia de las familias Thomisidae, Philodromidae y Araneidae en copa, Gnaphosidae y Zodariidae en suelo y Linyphiidae, Oxyopidae y Thomisidae en la vegetación.

ANEXOS

En las siguientes páginas se muestran las tablas correspondientes a la sección de resultados.



Tabla 7.1.- Datos geográficos y agronómicos de las parcelas estudiadas.

Ref.	Provincia	Municipio	Nombre Propiedad	Manejo agronómico	Altitud (m)	Superficie (ha)	Marco plantación	Cubiertas (tipo)	Insecticidas	Herbicidas	Arado	Variiedad	Riego	Setos
A	Granada	Albolote	Arenales de San Pedro	Integrado	751	525	10x10 m	No	Sí	Sí	Sí	Pical	Inundación	No
AL	Jaén	Alcaudete	Dehesa del Tobazo	Ecológico	578	434.728	12x12 m	Sí (Malas hierbas)	No	Sí	No	Pical	Secano	No
B	Granada	Albolote	Cortijo Cajil	Integrado	700	325.134	10x10 m	Sí (Malas hierbas)	No	Sí	No	Pical	Goteo	Sí
FRC	Jaén	Fuente del Rey	Campo de Tiro 1	Convencional	360	1.909	10x10 m	Sí (Cereales Ray/Grass)	No	Sí	No	Pical	Secano	No
FRSC	Jaén	Fuente del Rey	Campo de Tiro 2	Convencional	355	1.909	10x10 m	No	No	Sí	Sí	Pical	Secano	No
LC	Jaén	Linares	Cortijo Valdecastro	Convencional	356	106.028	10x10 m	Sí (Cereales, Ray/Grass)	Sí	Sí	No	Pical	Goteo	No
LSC	Jaén	Linares	Maleza Castro	Convencional	343	106.281	10x10 m	No	Sí	Sí	No	Pical	Goteo	No
LSP	Jaén	Linares	Cortijo El Piélago	Convencional	324	83.22	10x10 m	No	Sí	Sí	Sí	Pical	Goteo	Sí
TC	Jaén	Torreperogil	Cortijo Huertas Blancas	Convencional	609	33.916	10x10 m	Sí (Cereales, Ray/Grass)	Sí	Sí	No	Pical	Goteo	Sí
TSC	Jaén	Torreperogil	Mina de la Higuera	Convencional	610	22.15	10x10 m	No	Sí	Sí	No	Pical	Goteo	Sí



Tabla 7.2.- Número medio de individuos correspondiente a los taxones capturados en los olivares de Granada y Jaén, según el manejo del suelo.

ESPECIE autor	FAMILIA	Sin cubierta	Cubierta Vegetal Plantada	Cubierta vegetal natural	Total
<i>Tegenaria feminea</i> Simon, 1870	AGELENIDAE	3.6	2	7.5	39
<i>Malthonica picta</i> (Simon, 1870)	AGELENIDAE	0.8	0	0.5	5
<i>Tegenaria</i> sp (Latreille, 1804)	AGELENIDAE	0.2	0.3	0.5	3
<i>Tegenaria</i> sp1	AGELENIDAE	0	0.7	0	2
<i>Textrix</i> sp	AGELENIDAE	0	0.3	0	1
<i>Anyphaena</i> sp	ANYPHAENIDAE	0.4	0	0	2
<i>Araneus</i> sp	ARANEIDAE	1	2.7	12	37
<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	ARANEIDAE	0.6	0.3	5	14
<i>Araniella</i> sp Chamberlin & Ivie, 1942	ARANEIDAE	1	0	3	11
<i>Araneidae</i> sp ind	ARANEIDAE	1	0.3	1	8
<i>Neoscona adianta</i> Simon, 1864	ARANEIDAE	0.4	0	1	4
<i>Nuctenea umbratica</i> (Clerck, 1757)	ARANEIDAE	0	0.3	0.5	2
<i>Aculepeira</i> sp Chamberlin & Ivie, 1942	ARANEIDAE	0.2	0	0	1
<i>Agalenatea redii</i> Archer, 1951	ARANEIDAE	0	0	0.5	1
<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)	ARANEIDAE	0.2	0	0	1
<i>Clubiona</i> sp	CLUBIONIDAE	0.2	0	2.5	6
<i>Clubiona brevipes</i> (Keyserling, 1891)	CLUBIONIDAE	0.2	0	0	1
<i>Liophrurillus flavitarsis</i> (Lucas, 1846)	CORINNIDAE	0	0	4	8
<i>Trachelas</i> sp ind	CORINNIDAE	1.2	0	0	6
<i>Trachelas</i> sp n	CORINNIDAE	0.4	0	1	4
<i>Phrurolithus minimus</i> C L Koch, 1839	CORINNIDAE	0.2	0	1	3
<i>Cyrttauchenius walckenaeri</i> (Lucas, 1846)	CYRTTAUCHENIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Archaeodictyna consecuta</i> (O P-Cambridge, 1872)	DICTYNIDAE	1.8	0.3	3.5	17
<i>Dictyna</i> sp	DICTYNIDAE	0.6	0.3	2.5	9
<i>Dictyna latens</i> (Fabricius, 1775)	DICTYNIDAE	0	0	0.5	1
<i>Dysdera crocata</i> C L Koch, 1838	DYSDERIDAE	0.4	0	0	2
<i>Harpactea</i> sp	DYSDERIDAE	0	0	0.5	1



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Nomisia</i> sp	GNAPHOSIDAE	3.2	1	61.5	142
<i>Zelotes</i> sp	GNAPHOSIDAE	3.4	1	56.5	133
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L Koch, 1866)	GNAPHOSIDAE	6.4	0	40	112
<i>Haplodrassus</i> sp	GNAPHOSIDAE	4.8	2.7	20	72
<i>Zelotes</i> sp4	GNAPHOSIDAE	1.2	0.7	19.5	47
<i>Nomisia celerrima</i> (Simon, 1914)	GNAPHOSIDAE	4.8	1.3	9	46
<i>Nomisia exornata</i> (C L Koch, 1839)	GNAPHOSIDAE	2.8	0	10	34
<i>Zelotes rusciniensis</i> Simon, 1914	GNAPHOSIDAE	1	2.7	9.5	32
<i>Setaphis carmeli</i> (O P-Cambridge, 1872)	GNAPHOSIDAE	0.6	0	10	23
Gnaphosidae sp ind	GNAPHOSIDAE	0.8	0.7	6	18
<i>Zelotes caucasius</i> (L Koch, 1866)	GNAPHOSIDAE	0.8	0	6.5	17
<i>Haplodrassus severus</i> (C L Koch, 1839)	GNAPHOSIDAE	1	1	1.5	11
<i>Micaria</i> sp	GNAPHOSIDAE	0.4	0	4.5	11
<i>Micaria coarctata</i> (Lucas, 1846)	GNAPHOSIDAE	0	0	5	10
<i>Zelotes thorelli</i> Simon, 1914	GNAPHOSIDAE	0.8	0.3	1	7
<i>Drassodes</i> sp	GNAPHOSIDAE	0.4	0	2	6
<i>Gnaphosa alacris</i> Simon, 1878	GNAPHOSIDAE	0.4	0.3	1.5	6
<i>Gnaphosa</i> sp	GNAPHOSIDAE	0.2	0	2.5	6
<i>Leptodrassus albidus</i> Simon, 1914	GNAPHOSIDAE	0.2	0.3	1.5	5
<i>Callilepis concolor</i> Simon, 1914	GNAPHOSIDAE	0.2	1	0	4
<i>Synaphosus sauvage</i> Ovtsharenko, Levy & Platnick, 1994	GNAPHOSIDAE	0.6	0	0.5	4
<i>Zelotes segrex</i> (Simon, 1878)	GNAPHOSIDAE	0	0	2	4
<i>Zelotes bernardi</i> Marinaro, 1967	GNAPHOSIDAE	0.2	0.7	0	3
<i>Zelotes nilicola</i> (O P-Cambridge, 1874)	GNAPHOSIDAE	0	0	1.5	3
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)	GNAPHOSIDAE	0	0	1	2
<i>Trachyzelotes holosericeus</i> (Simon, 1878)	GNAPHOSIDAE	0	0	1	2
<i>Zelotes</i> sp ind	GNAPHOSIDAE	0	0	1	2
<i>Zelotes</i> ZE03	GNAPHOSIDAE	0.2	0.3	0	2
<i>Drassodes lutescens</i> (C L Koch, 1839)	GNAPHOSIDAE	0	0	0.5	1
<i>Gnaphosa iberica</i> Simon, 1878	GNAPHOSIDAE	0	0	0.5	1
<i>Leptodrassus</i> sp ind	GNAPHOSIDAE	0	0	0.5	1
<i>Micaria ignea</i> (O P-Cambridge, 1872)	GNAPHOSIDAE	0.2	0	0	1
<i>Micaria pallipes</i> (Lucas, 1846)	GNAPHOSIDAE	0.2	0	0	1



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Pterotricha simoni</i> Dalmas, 1921	GNAPHOSIDAE	0	0.3	0	0	1
<i>Trachyzelotes bardiae</i> (Caporiacco, 1928)	GNAPHOSIDAE	0.2	0	0	0	1
<i>Trachyzelotes</i> sp	GNAPHOSIDAE	0	0	0	0.5	1
<i>Zelotes dentatidens</i> Simon, 1914	GNAPHOSIDAE	0.2	0	0	0	1
<i>Zelotes</i> sp3	GNAPHOSIDAE	0	0	0	0.5	1
<i>Zelotes</i> ZE43	GNAPHOSIDAE	0	0	0	0.5	1
<i>Hahnia candida</i> Simon, 1875	HAHNIIDAE	0	0.3	0	1.5	4
<i>Hahnia</i> sp C L Koch, 1841	HAHNIIDAE	0.2	0	0	0	1
<i>Linyphiidae</i> sp ind	LINYPHIIDAE	9.2	7.3	0	53	174
<i>Typhochrestus bogarti</i> Bosmans, 1990	LINYPHIIDAE	3.4	0	0	17	51
<i>Meioneta rurestris</i> (C L Koch, 1836)	LINYPHIIDAE	1.2	1	0	16.5	42
<i>Ouedia</i> sp	LINYPHIIDAE	2.2	0	0	5.5	22
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	9	19
<i>Microctenonyx subitaneus</i> (O P-Cambridge, 1875)	LINYPHIIDAE	0.6	0	0	6.5	16
<i>Micrargus</i> sp2	LINYPHIIDAE	0	0.3	0	5.5	12
<i>Lepthyphantes</i> sp	LINYPHIIDAE	0.2	0.3	0	2	6
<i>Bolyphantes luteolus</i> (Blackwall, 1833)	LINYPHIIDAE	0.2	0.3	0	1.5	5
<i>Mecophistes peusi</i> Wunderlich, 1972	LINYPHIIDAE	0	0	0	2.5	5
<i>Linyphia</i> sp	LINYPHIIDAE	0	0	0	2	4
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	LINYPHIIDAE	0.4	0	0	0.5	3
<i>Gonatium hilare</i> (Thorell, 1875)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1	3
<i>Pelecopis parallela</i> (Wider, 1834)	LINYPHIIDAE	0	0	0	1.5	3
<i>Silometopus ambiguus</i> (O P-Cambridge, 1905)	LINYPHIIDAE	0	0	0	1.5	3
<i>Ceratinella</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0	1	2
<i>Diplocephalus graecus</i> (O P-Cambridge, 1872)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	0.5	2
<i>Diplocephalus</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0	1	2
<i>Gonatium</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0	1	2
<i>Micrargus</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0	1	2
<i>Semijicola caliginosus</i> (Falconer, 1910)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	0.5	2
<i>Walckenaeria stylifrons</i> (O P-Cambridge, 1875)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	0.5	2
<i>Areoncus</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0	0.5	1
<i>Centromerus</i> sp1	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	0	1
<i>Ceratinella</i> sp2	LINYPHIIDAE	0	0	0	0.5	1



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Erigone</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Erigonidae</i> sp8	LINYPHIIDAE	0	0.3	0	1
<i>Frontinellina frutetorum</i> (C L Koch, 1834)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Gonatium</i> sp2	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Kaestneria</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Lepthyphantes</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Microneta</i> sp1	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Pelecopsis</i> sp	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Piniphantes pinicola</i> (Simon, 1884)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Primerigone vagans</i> (Audouin, 1826)	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Tiso vagans</i> (Blackwall, 1834)	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Trichoncus</i> sp1	LINYPHIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Typhochrestus</i> sp3	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Walckenaeria</i> sp3	LINYPHIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Apostenus fuscus</i> Westring, 1851	LIOCRANIDAE	0	0	2.5	5
<i>Agraeocina lineata</i> (Simon, 1878)	LIOCRANIDAE	0	0	1.5	3
<i>Agroeca</i> sp	LIOCRANIDAE	0.2	0	1	3
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	LIOCRANIDAE	0	0	0.5	1
<i>Liocranum</i> sp	LIOCRANIDAE	0	0	0.5	1
<i>Mesiotelus mauritanicus</i> Simon, 1909	LIOCRANIDAE	0.2	0	0	1
<i>Liocranidae</i> sp ind	LIOCRANIDAE	0.2	0	0	1
<i>Lycosa ambigua</i> Barrientos, 2004	LYCOSIDAE	2.2	5.7	26.5	81
<i>Hogna radiata</i> (Latreille, 1817)	LYCOSIDAE	1.6	0.7	13.5	37
<i>Trabaea cazorla</i> Snazell, 1983	LYCOSIDAE	0.8	1	10.5	28
<i>Alopecosa albofasciata</i> (Brullé, 1832)	LYCOSIDAE	0.6	0	11	25
<i>Pardosa</i> sp	LYCOSIDAE	0.2	0	2.5	6
<i>Arctosa perita</i> (Latreille, 1799)	LYCOSIDAE	0.6	0	0.5	4
<i>Pardosa proxima</i> (C L Koch, 1847)	LYCOSIDAE	0	0	1	2
<i>Lycosidae</i> sp ind	LYCOSIDAE	0	0	0.5	1
<i>Ero tuberculata</i> (De Geer, 1778)	MIMETIDAE	0	0.3	0	1
<i>Cheiracanthium</i> sp	MITURGIDAE	0.2	0.3	10	22
<i>Nemesia dubia</i> O P-Cambridge, 1874	NEMESIIDAE	0	0	1.5	3
<i>Oecobius cellariorum</i> (Dugès, 1836)	OECOBIIDAE	0	2	1	8



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Oecobius</i> sp	OECOBIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Oonops</i> sp	OONOPIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Oxyopes nigripalpis</i> Kulczyn'ski, 1891	OXYOPIIDAE	1.6	0	36	80
<i>Oxyopes</i> sp	OXYOPIIDAE	3.4	2.7	13.5	52
<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)	OXYOPIIDAE	0.6	0	20.5	44
<i>Peucetia viridis</i> (Blackwall, 1858)	OXYOPIIDAE	0	0	1	2
<i>Philodromus</i> sp	PHILODROMIDAE	2.4	3	35	91
<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer, 1802)	PHILODROMIDAE	0	0	8	16
<i>Thanatus</i> sp	PHILODROMIDAE	0	1	4.5	12
<i>Thanatus vulgaris</i> Simon, 1870	PHILODROMIDAE	0.4	0.3	1	5
<i>Philodromus longipalpis</i> Simon, 1870	PHILODROMIDAE	0	0	1.5	3
<i>Philodromus buxi</i> Simon, 1884	PHILODROMIDAE	0	0	0.5	1
<i>Holocnemus</i> sp	PHOLCIDAE	0	0	0.5	1
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	PISAUROIDAE	0	0.7	2.5	7
Salticidae sp ind	SALTICIDAE	4.2	5	16.5	69
<i>Thyene imperialis</i> (Rossi, 1846)	SALTICIDAE	2.6	10.3	3	50
<i>Salticus</i> sp	SALTICIDAE	0.8	5	7	33
<i>Icius hamatus</i> (C L Koch, 1846)	SALTICIDAE	0.8	0	10	24
<i>Salticus scenicus</i> (Clerck, 1757)	SALTICIDAE	1.6	1.7	1.5	16
<i>Euophrys</i> sp	SALTICIDAE	0.4	0.7	5.5	14
<i>Heliophanus</i> sp C L Koch, 1833	SALTICIDAE	0.2	0	6	13
<i>Pseudeuophrys</i> sp	SALTICIDAE	0	0	5	10
<i>Pseudeuophrys erratica</i> (Walckenaer, 1826)	SALTICIDAE	0.6	1.7	0	8
<i>Phlegra bresnieri</i> (Lucas, 1846)	SALTICIDAE	0.4	0	2	6
<i>Pseudeuophrys vafra</i> (Blackwall, 1867)	SALTICIDAE	0.4	0.7	1	6
<i>Phlegra</i> sp	SALTICIDAE	0	0.3	2	5
<i>Dendryphantès rudis</i> (Sundevall, 1833)	SALTICIDAE	0.4	0	0.5	3
<i>Icius</i> sp	SALTICIDAE	0.2	0	1	3
<i>Talavera petrensis</i> (C L Koch, 1837)	SALTICIDAE	0	0.3	1	3
<i>Leptochertes mutiloides</i> (Lucas, 1846)	SALTICIDAE	0	0	1	2
<i>Pelienes nigroclivatus</i> (Simon, 1875)	SALTICIDAE	0	0	1	2
<i>Euophrys acripes</i> (Simon, 1871)	SALTICIDAE	0	0	0.5	1
<i>Evarcha</i> sp	SALTICIDAE	0	0	0.5	1



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Heliophanus cupreus</i> (Walckenaer, 1802)	SALTICIDAE	0	0	0.5	1
<i>Salticus mutabilis</i> Lucas, 1846	SALTICIDAE	0	0	0.5	1
<i>Loxosceles rufescens</i> (Dufour, 1820)	SICARIIDAE	4.4	7.3	5	54
<i>Micrommata ligurina</i> (C L Koch, 1845)	SPARASSIDAE	0	0	0.5	1
<i>Synsphyris saphrynis</i> Lopardo, Hormiga & Melic, 2007	SYNAPHRIDAE	0	0.3	0	1
Theridiidae sp ind	THERIDIIDAE	7.6	6.7	13.5	85
<i>Theridion</i> sp	THERIDIIDAE	3.2	1	15.5	50
<i>Theridion impressum</i> L Koch, 1881	THERIDIIDAE	0.8	0.7	5	16
<i>Steatoda phalerata</i> (Panzer, 1801)	THERIDIIDAE	0.4	0	6.5	15
<i>Theridion mystaceum</i> L Koch, 1870	THERIDIIDAE	0.8	0.7	4	14
<i>Euryopis episinoides</i> (Walckenaer, 1847)	THERIDIIDAE	0	0	4	8
<i>Enoplognatha diversa</i> (Blackwall, 1859)	THERIDIIDAE	0.4	0	1.5	5
<i>Paidiscura pallens</i> (Blackwall, 1834)	THERIDIIDAE	0.2	0	1.5	4
<i>Theridion pictum</i> (Walckenaer, 1802)	THERIDIIDAE	0.4	0	1	4
<i>Kochiura aulica</i> (C L Koch, 1838)	THERIDIIDAE	0.2	0	1	3
<i>Phycosoma inornatum</i> (O P-Cambridge, 1861)	THERIDIIDAE	0.2	0.3	0	2
<i>Steatoda triangulosa</i> (Walckenaer, 1802)	THERIDIIDAE	0	0.7	0	2
<i>Dipoena</i> sp	THERIDIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Enoplognatha oelandica</i> (Thorell, 1875)	THERIDIIDAE	0	0.3	0	1
<i>Enoplognatha</i> sp	THERIDIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Robertus arundineti</i> (O P-Cambridge, 1871)	THERIDIIDAE	0.2	0	0	1
<i>Theridion familiare</i> O P-Cambridge, 1871	THERIDIIDAE	0	0	0.5	1
<i>Xysticus</i> sp	THOMISIDAE	3.8	6.3	60.5	159
<i>Runcinia grammica</i> (C L Koch, 1837)	THOMISIDAE	0	0	11	22
<i>Ozyptila</i> sp	THOMISIDAE	0.2	0	8.5	18
<i>Thomisus onustus</i> Walckenaer, 1805	THOMISIDAE	0.8	0	6	16
<i>Xysticus bliteus</i> (Simon, 1875)	THOMISIDAE	0	0	7	14
<i>Tmarus piger</i> (Walckenaer, 1802)	THOMISIDAE	0.4	1.7	2.5	12
<i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)	THOMISIDAE	0.2	0	5	11
<i>Xysticus nubilus</i> Simon, 1875	THOMISIDAE	0.2	0.3	2	6
<i>Xysticus bufo</i> (Dufour, 1820)	THOMISIDAE	0.6	0	2.5	5
<i>Thomisidae</i> sp ind	THOMISIDAE	0	0	2	4
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	THOMISIDAE	0	0	1	2



Tabla 7.2.- Continuación

<i>Titanoeca monticola</i> (Simon, 1870)	TITANOECIDAE	0	0	1	2
<i>Uloborus walckenaerius</i> Latreille, 1806	ULOBORIDAE	0.8	0	4	12
<i>Uloborus</i> sp	ULOBORIDAE	0.2	0	2	5
<i>Zodariion styliferum</i> (Simon, 1870)	ZODARIIDAE	54.4	0	165.5	603
<i>Zodariion</i> sp	ZODARIIDAE	1	0.7	0	7
<i>Zodariion segurense</i> Bosmans, 1994	ZODARIIDAE	0.4	1	0	5
<i>Zodariion rudyi</i> Bosmans, 1994	ZODARIIDAE	0.2	0.7	0	3
<i>Araneae.sp.ind</i>		0	0	0.5	1



Tabla 7.3.- Familias y especies que mostraron diferencias para la abundancia (significativas sólo en el estrato en que aparece el valor de P) entre tratamientos de la zona de Albolote y Alcaudete en la vegetación sólo dos tratamientos, las dos zonas con cubierta vegetal).

	COPA	SUELO	VEGETACIÓN
AGELENIDAE		0.024	
<i>Araneus</i> sp	1.59E-04		0.05
<i>Araniella cucurbitina</i>	0.019		
ARANEIDAE	0.031		
<i>Liophrurillus flavitarsis</i>		4.53E-04	
<i>Trachelas</i> sp ind		0.004	
<i>Dictyna</i> sp	0.001		
DICTYNIDAE	0.047		4.83E-07
<i>Gnaphosa</i> sp			0.016
<i>Micaria coarctata</i>		0.002	
<i>Nomisia celerrima</i>		0.001	
<i>Nomisia</i> sp		6.90E-11	3.69E-04
<i>Zelotes</i> sp4		0.022	
<i>Zelotes ruscinensis</i>		0.01	
<i>Zelotes</i> sp		6.01E-05	0.009
GNAPHOSIDAE		0.003	0.031
<i>Mecophistes peusi</i>		4.98E-07	0.05
<i>Micrargus</i> sp2		0.01	
<i>Ouedia</i> sp		0.033	0.05
<i>Tenuiphantes tenuis</i>			0.016
<i>Typhochrestus bogarti</i>			0.002
LINYPHIIDAE		0.006	
<i>Agraecina lineata</i>		0.007	
LIOCRANIDAE		0.011	
<i>Alopecosa albofasciata</i>		0.05	
<i>Lycosa ambigua</i>		9.83E-10	
<i>Pardosa próxima</i>		0.038	
<i>Trabaea Cazorla</i>		0.009	
LYCOSIDAE		7.21E-07	
<i>Cheiracanthium</i> sp	0.011		
MITURGIDAE	0.011		
<i>Oxyopes heterophthalmus</i>			0.01
OXYOPIIDAE	0.039		0.008
<i>Philodromus cespitum</i>	0.005		
<i>Philodromus</i> sp	4.73E-06		0.015
PHILODROMIDAE	9.95E-09		0.003
<i>Euophrys</i> sp	0.05		
<i>Icius hamatas</i>	0.016		
<i>Pellenes nigrociliatus</i>		0.038	
<i>Salticus</i> sp	1.17E-04		
Salticidae sp ind	0.003		
SALTICIDAE	3.20E-09		
<i>Synema globosum</i>	0.018		
<i>Tmarus piger</i>	0.05		
<i>Xysticus bliteus</i>		0.019	
<i>Xysticus</i> sp	0.003		
THOMISIDAE	1.15E-04	0.005	
ORDEN ARANEAE	9.70E-13		1.29E-04



Tabla 7.4.- Abundancia (Cobertura), desarrollo (altura) y diversidad de las especies vegetales presentes en la cubierta en los olivares estudiados.

	SIN CUBIERTA-INTEGRADO	CUBIERTA-ECOLÓGICO	CUBIERTA-INTEGRADO
Altura de la cubierta (cm)	0.99	29.8	12.2
Cobertura (%)	1.35	80.5	90.8
Nº especies	3	18	28
Fisher- α	0.4241	3.118	4.644
Especies dominantes	<i>Raphanus</i> sp Gramínea sp ind <i>Erodium</i> sp	<i>Sanguisorba</i> sp <i>Hordeum</i> sp Gramínea sp ind <i>Medicago arabica</i> <i>Plantago</i> sp <i>Erodium</i> sp <i>Lentodum</i> sp Gramínea tipo <i>Lentodum</i> Gramínea tipo Echinacea Gramínea tipo Bromus Gramínea sp2 <i>Geranium</i> sp <i>Coronilla scorpioides</i> <i>Anthemis</i> sp <i>Echium</i> sp Compuestas Crucíferas	<i>Medicago arabica</i> Gramínea sp1 <i>Plantago</i> Compuestas <i>Lentodum</i> sp <i>Hordeum</i> sp <i>Anagallis</i> sp <i>Trifolium</i> sp <i>Scorpiorus</i> sp Manzanilla Gramínea sp2 <i>Raphanus</i> sp <i>Geranium</i> sp <i>Euphorbia laxa</i> <i>Erodium</i> sp <i>Coronilla</i> sp <i>Calendula</i> sp



2. Conexiones entre arañas, plagas y cubiertas vegetales

Introducción

Las plagas de importancia en el olivar fundamentalmente son tres: la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), la polilla del olivo (*Prays oleae*), y la cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*; Planes y Carrero, 1989; Alvarado *et al.*, 1997). Aunque en determinadas zonas aparecen plagas secundarias como el escarabajo picudo (*Othyorrhincus cribricollis*), el barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*), Glyphodes (*Margaronia unionalis*), el abichado del olivo (*Euzophera pinguis*), arañuelo (*Liothrips oleae*), serpetta gruesa (*Cornuaspis beckii*), la cochinilla violeta (*Parlatoria oleae*) y el algodoncillo (*Euphyllura olivina*), que pueden ocasionar problemas (Alvarado *et al.*, 1998).

Los depredadores polívoros, como las arañas, aparecen en los campos cultivados en gran número, independientemente de las poblaciones de las presas, incrementando su tasa de captura en relación con la tasa de densidad de éstas y mostrando una agregación espacial hacia las zonas con mayor cantidad de alimento (Ekschmitt *et al.*, 1997).

Remontándonos en la historia, las arañas ya han sido empíricamente utilizadas en China para el control biológico durante 2000 años (Sparks *et al.*, 1982) y actualmente se ha confirmado que pueden mantener las poblaciones de sus presas en densidades bajas (Kajak, 1978; Post y Travis, 1979).

Como depredadores generalistas, difieren de los depredadores especialistas en su modo de actuar frente a las plagas. Mientras que los especialistas son más efectivos sobre unas pocas especies plaga por respuesta funcional (agregativa) y numérica (reproductiva), las arañas pueden actuar contra un amplio rango de tipos de presa, incluso cuando sus poblaciones son bajas (Sunderland y Samu, 2000). Su estrategia de actuación frente a plagas requiere de una presencia más o menos continua del depredador en el ambiente, combinada con un ataque adecuado sobre la plaga cuando esta reinvasa o comienza a aumentar en número (Ekschmitt *et al.*, 1997).

A veces asociaciones de especies son más importantes a la hora de limitar la densidad de las presas que una especie por sí sola. En parte, porque una especie de depredador generalista inhabilita los grandes aumentos en las poblaciones plaga de una forma densidad dependiente (se alimenta de la presa que tiene disponible en mayor número); lo que significa que en un cultivo debería favorecerse la presencia de especies depredadoras que se complementasen unas a otras en términos de, por ejemplo, segregación temporal y forma de buscar alimento (Bolduc *et al.*, 2005). Debe favorecerse la conservación de una fauna de arañas lo más diversa posible frente al mantenimiento de un solo grupo o una especie en particular, ya que la comunidad de arañas actuando en conjunto es la que puede ejercer un papel más efectivo en el control de plagas (Riechert y Lockley, 1984).



Existen evidencias experimentales en la literatura científica de los últimos 30 años que implican a las arañas en la supresión de insectos herbívoros en campos de cultivo (Young y Edwards, 1990; Marc *et al.*, 1999; Nyffeler y Sunderland, 2003) y también en cultivos de árboles en un área como la mediterránea (Mansour *et al.*, 1980; Mansour y Whitecomb, 1986). Igualmente llegan a ejercer un papel depredador en zonas cultivadas más sencillas estructuralmente como pueden ser invernaderos (Corrigan y Bennett, 1987).

El papel beneficioso que las arañas como enemigos naturales se va intensificando conforme aumenta la diversidad de la vegetación del agroecosistema, que afecta tanto a las plagas como a los depredadores (Hanna *et al.*, 2003). A estos últimos sirviendo como reservorio de individuos (Pons *et al.*, 2005). De esta forma se ha sugerido que conforme aumenta la diversificación estructural en un agroecosistema, aumentan las posibilidades de incremento en el número de enemigos naturales que permanecen más cerca de las plagas, por lo que pueden interactuar con ellas de forma más intensa (Samu, 2003).

De acuerdo con los resultados de la sección sobre incidencia de las cubiertas vegetales, se necesita comprobar si ese efecto positivo de las cubiertas sobre las arañas se traduce en un mejor estado sanitario de la parcelas de olivar, en términos de incidencia de plagas. Porque la estructura del hábitat influye sobre las arañas de varias formas (Uetz, 1991):

- La estructura de las plantas, en mayor medida que el microclima o la disponibilidad de presas, es la principal influencia a la hora de elección de un hábitat por parte de las arañas.
- La diversidad de las comunidades de arañas está relacionada con la estructura del hábitat, con más especies de arañas y mayor distribución entre los hábitats a mayor complejidad estructural.
- Las arañas utilizan estructuras en su medio ambiente como señales de la calidad del hábitat, para colocar sus telas, y como superficies conductoras de vibraciones que actúan en la comunicación y captura de presas.

El objetivo del estudio es averiguar si existe algún tipo de relación entre las poblaciones de arañas presentes en el cultivo y la incidencia de las plagas sobre el olivar. Ya que dentro de un programa de manejo integrado de plagas resulta esencial conocer estimaciones sobre la densidad de las principales plagas, citadas anteriormente, para la aplicación de las estrategias de control oportunas (Delrio, 1985), en las que las arañas junto con un manejo agronómico efectivo pudieran ser capaces de disminuir las poblaciones de insectos plaga por debajo del nivel de daño (Haddad *et al.*, 2004; Thorbek *et al.*, 2004).

Material y métodos

Zonas de estudio

El trabajo de campo se llevó a cabo entre los años 1999 y 2001 en varias parcelas de olivar de la provincia de Jaén con manejo agronómico convencional (Figura 7.18):



- 3 de ellas localizadas en el municipio de Linares, denominadas Cortijo Valdecastro (LC) con cubierta vegetal de veza plantada, Maleza Castro (LSC) y Cortijo El Piélago (LSP), ambas sin cubierta vegetal y con el suelo labrado. Fueron muestreadas durante entre los años 1999 (LC y LSC) y 2000 (todas).
- 2 en Torreperogil, una en el Cortijo Huertas Blancas (TC) con cubierta vegetal de veza plantada y otra denominada Mina de la Higuera (TSC) sin cubierta vegetal. Fueron muestreadas durante los años 1999 y 2000.
- 2 en Fuerte del Rey, en la zona del Campo de Tiro, una con cubierta vegetal (FRC) y otra sin cubierta vegetal (FRSC). Fueron muestreadas durante el año 2001.



Figura 7.18.- Distribución de las parcelas muestreadas en la Provincia de Jaén. Parcelas con cubierta vegetal \blacktriangle ; parcelas sin cubierta vegetal \circ .

Toma de muestras

Arañas

Las arañas fueron muestreadas una vez al mes en las épocas seleccionadas durante el estudio; la copa mediante el método de vareo y el suelo mediante trampas de caída. En el año 1999 se visitaron las parcelas de Linares (LC y LSC) y Torreperogil (TC y TSC) en cuatro ocasiones entre los meses de julio y octubre. En el año 2000 se muestrearon las parcelas de Linares (LC, LSC y LSP) y Torreperogil (TC y TSC) en ocho ocasiones entre los meses de abril y noviembre. En estas parcelas se seleccionaron 4 filas de 5 árboles cada una para un total de 20 árboles por parcela. Por último, en el año 2001 se muestrearon los olivares de Fuerte del Rey (FRC y FRSC) entre los



meses de mayo y julio (3 muestreos). En estas parcelas se seleccionaron 6 filas de 5 árboles para un total de 30 árboles por parcela.

Plagas

Se realizó una monitorización de las principales plagas que afectan al olivar, midiendo el grado de abundancia de las mismas (Los datos fueron cedidos por técnicos de las ATRIAS de la provincia de Jaén, siguiendo la metodología de muestreo estándar para cada plaga, por lo que nosotros sólo comentamos algunos detalles particulares de este muestreo):

- Polilla del olivo, *Prays oleae* (Bernard). Se siguieron, en el caso en que se pudo sus 3 generaciones, filófaga, antófaga y carpófaga que es la que más directamente afecta al producto del cultivo (Arias *et al.*, 1990). En el año 1999 se monitorizaron mensualmente en las parcelas de Linares (LC y LSC) y Torreperogil (TC y TSC), entre julio y octubre, las capturas de adultos (generación carpófaga) realizadas en polilleros Funnel colocando 2 por cada parcela. En el año 2000 se recogió la incidencia de la generación filófaga y antófaga (medidas en %) en las parcelas de Linares (LC, LSC y LSP) y Torreperogil (TC y TSC), la primera únicamente durante el mes de abril y la segunda en los meses de abril y mayo. Asimismo se registró el número de adultos (generación carpófaga) en polilleros Funnel (dos por parcela) entre los meses de abril y noviembre. En el año 2001 no se pudo realizar seguimiento alguno de la generación filófaga; la generación antófaga fue muestreada en dos ocasiones entre los meses de abril y mayo; y la generación carpófaga fue seguida entre los meses de mayo y julio en las parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin). Se registró el porcentaje de aceituna picada por este agente además del conteo de adultos en trampas cromotrópicas. En 1999 se observó el porcentaje de aceituna picada en cada parcela mensualmente, entre julio y octubre en las parcelas de Linares (LC y LSC) y Torreperogil (TC y TSC). Se colocaron 5 trampas cromotrópicas por parcela. En 2000 los muestreos se realizaron entre los meses de julio y noviembre en las parcelas de Linares (LC, LSC y LSP) y Torreperogil (TC y TSC). En 2001 únicamente se realizaron muestreos durante el mes de julio en las parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Abichado del olivo, *Euzophera pinguis* (Haworth). Fueron examinadas las pruebas de su presencia y creciente incidencia, como los excrementos de sus larvas en la inserción de las ramas, amarilleamiento de las ramas y defoliación de las mismas (en los casos de ataque más notable). Se muestrearon todas las parcelas en estudio: en 1999 las parcelas de Linares (LC y LSC) y Torreperogil (TC y TSC); en 2000 las parcelas de Linares (LC, LSC y LSP) y Torreperogil (TC y TSC); en 2001 las parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Escarabajo picudo, *Otiorrhynchus cribricollis* (Gyllenthal). Se anotó el porcentaje de brotes afectados por esta plaga. Para ello se observaron 8 brotes por árbol y en cada uno de ellos se examinaron los 3-4 primeros pisos de hojas a partir del ápice del mismo, siguiendo la siguiente escala a la hora de valorar los daños por este agente: 0 (sin daño), 1 (una hoja afectada), 2 (2-3 hojas afectadas), 3 (3 o más hojas afectadas). En el año 1999 se realizaron los muestreos entre julio y noviembre en las parcelas de Linares (LC y LSC) y Torreperogil



(TC y TSC); en 2000 entre abril y noviembre en las parcelas de Linares (LC, LSC y LSP) y Torreperogil (TC y TSC); en 2001 entre los meses de mayo y julio en las parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).

- Polilla vede del olivo, *Margaronia unionalis* (Hübner). Se contaron el número de brotes afectados por esta plaga. Únicamente se muestreó la parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Cochinilla negra, *Saissetia oleae* (Olivier). Se rastreó en busca de daños o presencia de esta plaga, como son los producidos por la succión de la savia que provoca el debilitamiento del árbol (en casos de ataque elevado), a los que se añaden los producidos por el desarrollo de un complejo de hongos que dificultan la fotosíntesis y la respiración del olivo. Únicamente se muestrearon las parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Arañuelo del olivo, *Liothrips oleae* (Costa). Al igual que en el caso anterior se buscaron signos de la presencia o daño causados por este agente, provocados por los estiletes bucales de las larvas, ninfas y adultos que originan deformaciones en las hojas, en los botones florales y en los frutos. Solamente se muestrearon la parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).
- Barrenillo del olivo, *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard). Se buscaron señales de su presencia y daño como las entradas de las galerías de puesta, serrín, etc. Únicamente se muestreó la parcelas de Fuerte del Rey (FRC y FRSC).

Análisis estadísticos

Para realizarlo se siguió un estudio de correlaciones entre las poblaciones de las diferentes plagas con las poblaciones de arañas. En concreto nos centramos en la correlación de Pearson. El coeficiente de correlación de Pearson se construye bajo el supuesto de que los datos siguen una distribución normal bivariada y la escala de medición es al menos de intervalo. Este coeficiente mide la relación lineal entre dos variables y se define como el cociente entre la covarianza y el producto de las desviaciones típicas de ambas variables. Entre las ventajas que posee para su cálculo están las siguientes:

- Es un coeficiente adimensional. Es decir, que es independiente de las unidades en que están expresadas las variables. Por ello sirve de valor de comparación aunque las variables vengan expresadas de diferente forma.
- Su valor está entre -1 y 1. Si es 1 o -1 la relación es funcional. Una variable depende matemáticamente de la otra. Si el valor está cercano a uno de esos valores (por encima de ± 0.8) la correlación es fuerte, mientras que si está próximo a 0 la correlación es más débil. Si el valor es >0 la correlación es directa (relación lineal positiva), mientras que si es <0 es inversa (relación lineal negativa). Cuando su valor es 0 no hay relación lineal.

Gráficamente su interpretación se basaría en los siguientes puntos:



- Si su valor es 1 los puntos forman en una línea ascendente.
- Si su valor es -1 los puntos formarían una línea descendente.
- Si es >0 los puntos forman una nube ascendente más cercana a una recta cuanto más cercano sea ese valor a 1.
- Si es <0 los puntos forman una nube descendente más cercana a una recta cuanto más cercano sea esa valor a -1.
- Si su valor es 0 la nube de puntos sigue una distribución totalmente aleatoria (circular).

A la hora de comparar los resultados obtenidos entre los grupos (con y sin cubierta vegetal) se recurrió a un análisis de la varianza, ANOVA, de tipo no paramétrico como es el que brinda el test estadístico de Kruskal-Wallis.

Resultados

Incidencia de plagas

Los resultados, suministrados por el ATRIAS del Servicio de Plagas de la provincia de Jaén, acerca de la incidencia de las plagas en las parcelas estudiadas se resumen en la tabla 7.5 y en la figura 7.19. De entre ellos cabe destacar las siguientes diferencias entre zonas porque entre manejos, con y sin cubierta vegetal, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$).

***Prays oleae* (polilla del olivo)**

De la relación de capturas producidas durante el año 1999 se deduce que el máximo se produjo en la parcela con laboreo tradicional, es decir, sin cubierta vegetal, tanto en los olivares de Linares como en los de Torreperogil.

En el año 2000 los resultados sobre la incidencia de su generación filófaga fueron similares entre las parcelas con y sin cubierta vegetal (excepto en LSP que fueron la mitad) oscilando la incidencia entre el 3-7.5%, con una repercusión mínima sobre el cultivo. Esto también sucedió con la generación antófaga. La incidencia fue prácticamente nula, al no encontrarse síntomas de ataque de esta plaga sobre el cultivo. La generación carpófaga actuó de manera similar en todas las parcelas, si bien, esta incidencia fue más escasa en la parcela de *El Piélagu* a lo largo de toda la campaña.

Durante 2001 la generación filófaga de este agente no fue registrada porque los muestreos comenzaron en el mes de abril. Sin embargo la generación antófaga alcanzó niveles de daño medio durante la campaña, siendo similar entre ambos tratamientos, oscilando entre el 30.5-41.5%, pero no se detectaron pérdidas en la producción. La generación carpófaga incidió de manera más acusada sobre la zona sin cubierta vegetal, pero por otro lado estas diferencias en las capturas de adultos no fueron significativas, siendo achacable este hecho a la diferencia en la colocación de las trampas sobre el terreno.

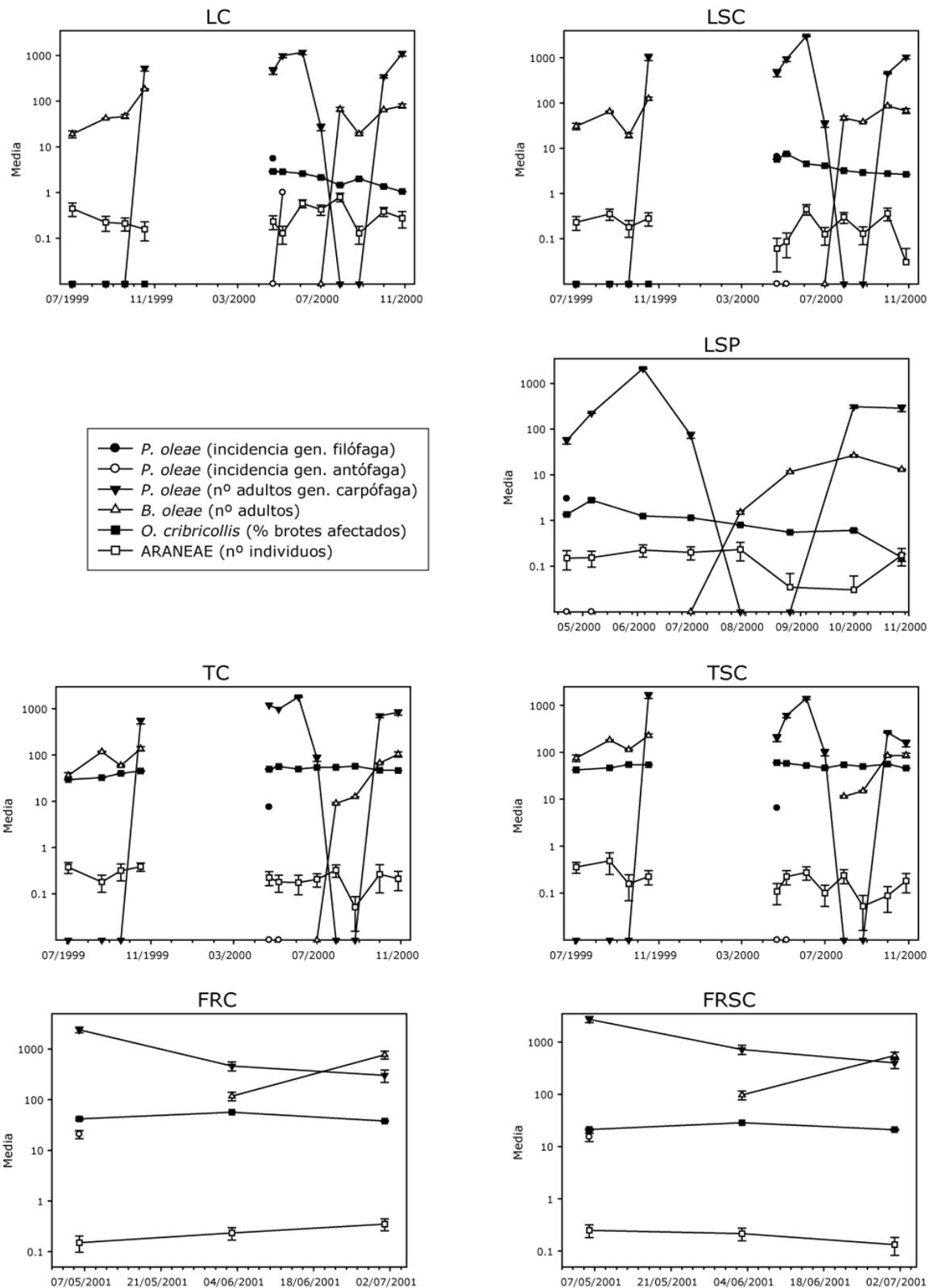


Figura 7.19.- Distribución de las plagas registradas en las parcelas en estudio y la abundancia de las arañas (FRC = Fuerte del Rey con cubierta; FRSC = Fuerte del Rey sin cubierta; LC = Cortijo Valdecastro; LSC = Maleza Castro; LSP = Cortijo El Piélago; TC = Cortijo Huertas Blancas; TSC = Mina de la Higuera).



Tabla 7.5.- Incidencia media y poblaciones adultas (valores medios) de las diferentes especies plaga registradas en los olivares (* datos no recogidos).

	FRC	FRSC	LC	LSC	LSP	TC	TSC
<i>P. oleae</i> , generación filófaga (% Incidencia)	*	*	5.5	6.5	3	7.5	6.5
<i>P. oleae</i> , generación antófaga (% Incidencia)	20.75	15.25	0.5	0	0	0	0
<i>P. oleae</i> , generación carpófaga (capturas/día)	62.33	75.84	195.96	301.42	191.47	233.28	214.08
<i>P. oleae</i> , generación carpófaga (capturas)	893.63	1059.81	391.92	602.84	381.69	486	428.16
<i>B. oleae</i> (% Picada)	10.61	7.11	0.34	0.34	0	0.39	0.79
<i>B. oleae</i> (capturas)	701.33	431.56	64.79	60.39	11.67	68.11	108.47
<i>E. pinguis</i> (Incidencia)	casi nula						
<i>O. cribricollis</i> (% de brotes afectados)	43.38	23.12	1.31	2.66	1.08	46.78	51.89
Palpita unionalis (Incidencia sobre el cultivo)	casi nula						
Saissetia oleae (Incidencia sobre el cultivo)	casi nula	casi nula	*	*	*	*	*
Liohipps oleae (Incidencia sobre el cultivo)	casi nula	casi nula	*	*	*	*	*
Phloeotribus scarabaeoides (Incidencia sobre el cultivo)	casi nula	casi nula	*	*	*	*	*



***Bactrocera oleae* (mosca del olivo)**

En el año 1999, la picada encontrada durante toda la campaña fue similar entre las parcelas con y sin cubierta vegetal, con un valor máximo del 2% del fruto con picada total en la zona de Linares y del 8% en la zona sin cubierta vegetal. Mientras que por lo que respecta a las capturas de las trampas cromotrópicas, se produjo el mayor número de capturas en la parcela con cubierta vegetal en la zona de Linares, tal vez favorecido por el hecho de que en esas zonas estuvieron durante toda la campaña con un riego más uniforme, mientras que en las zonas sin cubierta no se pudo regar apenas. Por otra parte, en Torreperogil el mayor número de capturas se produjo en la zona sin cubierta vegetal.

Durante el año 2000 la picada encontrada a lo largo de toda la campaña fue similar entre las zonas con y sin cubierta vegetal, llegando como máximo al 1% del fruto con picada total. La incidencia de este agente sobre el cultivo fue más baja aún que en la campaña anterior, en parte debido a las condiciones climáticas que se produjeron, ya que los frutos estuvieron menos accesibles para la actuación de esta plaga.

Durante 2001, la actuación de este agente se produjo en su 2ª generación, siendo por tanto la incidencia de la primera generación nula sobre el cultivo, motivado esto por las condiciones meteorológicas (elevadas temperaturas y escasa humedad ambiental por ausencia de precipitaciones; Figura 7.20). También en este año el número de capturas totales fue mayor en la parcela con cubierta que en la sin cubierta.

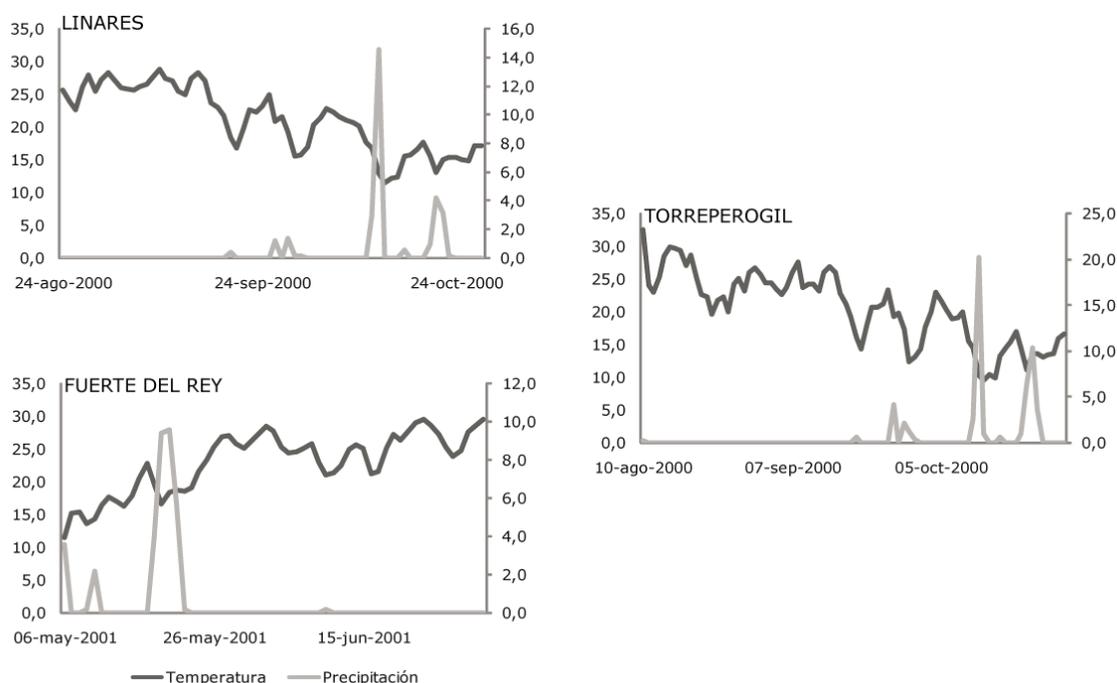


Figura 7.20.- Datos climáticos recogidos de las estaciones climatológicas de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía en las zonas de muestreo.



***Euzophera pinguis* (abichado del olivo)**

La incidencia de este agente sobre ambos tratamientos fue similar, encontrándose tan solo excrementos de sus larvas en la inserción de las ramas, síntomas claros de su presencia. Pero no se llegó a encontrar otros indicios más avanzados de su ataque, como amarilleamiento de las ramas y defoliación de las mismas.

Durante el año 2001 la incidencia de este agente sobre las zonas con y sin cubierta vegetal fue similar, prácticamente nula, encontrándose sólo, al igual que el año anterior, excrementos de sus larvas en la inserción de las ramas.

***Otiorrhynchus cribricollis* (escarabajo picudo)**

No suele ser normal la observación de este agente dentro de los muestreos que se realizan sobre el olivar, ya que es una plaga puntual en determinadas zonas geográficas muy concretas. En Linares su presencia se puede considerar como nula durante el año 1999. En Torreperogil llegó a valores del 59% de brotes afectados por esta plaga en las zonas sin cubierta vegetal, estando durante toda la campaña entre unos valores del 40-50%. En la zona con cubierta vegetal alcanza un 52% de máximo, variando durante toda la campaña entre unos valores del 28-43% de brotes afectados.

En el año 2000 la presencia fue de nuevo prácticamente nula en la zona de Linares, mientras que en Torreperogil llegó a alcanzar valores máximos del 63% de brotes afectados oscilando durante toda la campaña entre el 45-60%.

En 2001, durante todo el seguimiento se vio que la incidencia que tuvo este agente sobre los brotes estuvo bien diferenciada entre ambos tratamientos, ya que la zona con cubierta vegetal tuvo un 50% más de incidencia que la que no presentaba cubierta vegetal, aunque en ningún caso mermó el normal desarrollo del cultivo.

***Margaronia (Glyphodes) unionalis* (polilla verde del olivo)**

Los datos registrados en las parcelas muestreadas fueron insignificantes para el desarrollo normal del cultivo en todos los tratamientos y zonas estudiadas.

***Saissetia oleae* (cochinilla negra)**

La incidencia de este agente sobre el cultivo durante toda la experiencia fue nula, al no aparecer ni daños ni la presencia del adulto en los muestreos realizados en las parcelas.

***Liothrips oleae* (arañuelo del olivo)**

Igual que en el caso anterior, la incidencia de este agente sobre el cultivo fue nula durante toda la experiencia, al no encontrarse daños ni la existencia de adultos en los muestreos realizados en las parcelas.



***Phloeotribus scarabaeoides* (barrenillo del olivo)**

Tampoco en este caso se detectaron daños sobre el cultivo, posiblemente gracias a un buen manejo desde el punto de vista sanitario, por la eliminación de restos de poda en el olivar.

Presencia de Arañas

Se analizaron un total de 2.464 muestras provenientes del muestreo de Araneae. Los resultados acerca de la composición, abundancia y diversidad están contenidos en el apartado correspondiente de incidencia de las cubiertas vegetales sobre las arañas.

A lo largo del año la mayor abundancia de arañas se alcanza fundamentalmente en dos periodos, antes del verano (meses de mayo y junio) y a finales del mismo y comienzo del otoño (septiembre y octubre) en todas las zonas, con y sin cubierta (Figura 9.2).

Correlaciones

Inicialmente no se observó una relación demasiado clara entre las poblaciones de arañas y las diferentes plagas registradas en la zona durante el periodo de estudio (Figura 7.21). Únicamente se realizaron correlaciones entre tres de las plagas (*P. oleae*; *B. oleae* y *O. cribricollis*) con las diferentes agrupaciones de arañas porque fueron las únicas que alcanzaron un nivel de presencia suficiente para poder calcular correlaciones ya que el resto no incidieron de forma destacable en las parcelas examinadas.

En un principio se decidió efectuar las correlaciones al nivel taxonómico más bajo posible, esto es, entre las diferentes especies de arañas y las distintas plagas obteniéndose los resultados significativos que se muestran en la tabla 7.6. Entre ellos cabe destacar el grado de correlación existente entre dos de las plagas, *B. oleae* y *P. oleae* en su generación carpófaga, con una misma especie de araña, *S. scenicus* (Figura 7.21). En el resto de casos el grado de correlación especies/plaga es muy bajo.

A un nivel superior, familias y orden, las correlaciones significativas encontradas se resumen en la tabla 7.7. Entre ellas sobresale el caso de la correlación positiva encontrada entre la familia Linyphiidae en la zona sin cubierta vegetal en copa y la generación carpófaga de *P. oleae*.

Gráficamente los resultados para el caso general de las arañas como orden frente a las diferentes plagas se resumen en la figura 7.22. En ella destaca, salvo para el caso de *P. oleae* (generación filófaga), el papel de las arañas reduciendo la incidencia de las plagas al aumentar su abundancia.

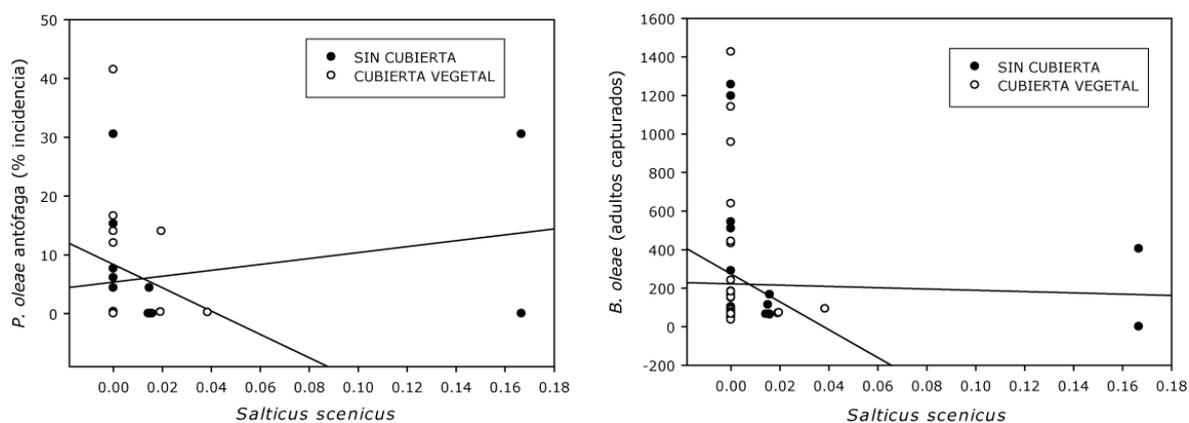


Figura 7.21.- Regresiones lineales significativas entre *S. scenicus* y las especies plaga *P. oleae* (superior) y *B. oleae* (inferior).

Tabla 7.6.- Correlaciones entre las plagas y las especies de arañas. Las correlaciones significativas van marcadas con *.

	Nivel	Especies	Correlación	<i>P. oleae</i> (filófaga)	<i>P. oleae</i> (antófaga)	<i>P. oleae</i> (carpófaga)	<i>B. oleae</i>	<i>O. cribricollis</i>
SIN	COPA	<i>Neoscona adianta</i>	Pearson (N)	.	0.335* (70)	0.018 (671)	. (414)	-0.005 (671)
			Significación	0.000	0.005	0.635	0.000	0.888
CUBIERTA		<i>Linyphiidae sp ind</i>	Pearson (N)	-0.256 (27)	. (70)	0.212* (671)	-0.014 (414)	-0.083* (671)
			Significación	0.198	0.000	<0.001	0.771	0.032
		<i>Euophrys sp</i>	Pearson (N)	. (27)	0.335* (70)	0.018 (671)	. (414)	-0.005 (671)
			Significación	0.000	0.005	0.635	0.000	0.888
		<i>Salticus scenicus</i>	Pearson (N)	. (27)	. (70)	0.012 (671)	0.153* (414)	0.034 (671)
			Significación	0.000	0.000	0.747	0.002	0.381
	<i>Thyene imperialis</i>	Pearson (N)	. (27)	-0.043 (70)	0.096* (671)	0.013 (414)	-0.061 (671)	
		Significación	0.000	0.722	0.013	0.785	0.113	
	SUELO	<i>Tegenaria feminea</i>	Pearson (N)	-0.260 (29)	0.149 (74)	0.119* (684)	0.046 (417)	-0.003 (684)
			Significación	0.172	0.205	0.002	0.350	0.943
		<i>Archaeodictyna consecuta</i>	Pearson (N)	. (29)	-0.041 (74)	-0.022 (684)	-0.040 (417)	0.092* (684)
			Significación	0.000	0.730	0.569	0.415	0.016
<i>Centromerus sp1</i>		Pearson (N)	. (29)	. (74)	0.104* (684)	. (417)	-0.028 (684)	
		Significación	0.000	0.000	0.006	0.000	0.463	
<i>Linyphiidae sp ind</i>	Pearson (N)	. (29)	-0.041 (74)	0.082* (684)	0.178* (417)	-0.010 (684)		
	Significación	0.000	0.730	0.033	<0.001	0.803		
<i>Loxosceles rufescens</i>	Pearson (N)	. (29)	. (74)	-0.067 (684)	-0.064 (417)	-0.136* (684)		
	Significación	0.000	0.000	0.080	0.193	<0.001		
CUBIERTA	COPA	<i>Salticus scenicus</i>	Pearson (N)	. (20)	0.330* (56)	-0.004 (546)	-0.014 (378)	0.052 (556)
			Significación	0.000	0.013	0.925	0.788	0.221
		<i>Thyene imperialis</i>	Pearson (N)	-0.229 (20)	-0.081 (56)	-0.018 (546)	0.029 (378)	-0.084* (556)
			Significación	0.331	0.551	0.669	0.576	0.049
		<i>Theridion sp</i>	Pearson (N)	. (20)	-0.068 (56)	0.146* (546)	. (378)	-0.030 (556)
			Significación	0.000	0.619	0.001	0.000	0.486
	SUELO	<i>Tegenaria feminea</i>	Pearson (N)	-0.229 (20)	. (55)	0.179* (543)	-0.015 (374)	0.031 (553)
			Significación	0.331	0.000	<0.001	0.776	0.467
		<i>Zelotes ruscinensis</i>	Pearson (N)	. (20)	. (55)	-0.069 (543)	-0.037 (374)	-0.099* (553)
			Significación	0.000	0.000	0.109	0.475	0.020
		<i>Oecobius cellariorum</i>	Pearson (N)	. (20)	. (55)	0.054 (543)	-0.001 (374)	-0.095* (553)
			Significación	0.000	0.000	0.208	0.991	0.026
<i>Zelotes ruscinensis</i>	Pearson (N)	. (20)	. (55)	-0.069 (543)	-0.037 (374)	-0.099* (553)		
	Significación	0.000	0.000	0.109	0.475	0.020		
<i>Loxosceles rufescens</i>	Pearson (N)	. (20)	. (55)	-0.071 (543)	-0.028 (374)	-0.113* (553)		
	Significación	0.000	0.000	0.097	0.595	0.008		



Tabla 7.7.- Correlaciones entre plagas y las diferentes familias de arañas así como el orden Araneae en los niveles muestreados (*correlaciones significativas)

Nivel	Taxón	Correlación	P. oleae (filófaga)		P. oleae (carpófaga)		B. oleae		O. cribricollis	
			Pearson (N)	Significación	Pearson (N)	Significación	Pearson (N)	Significación	Pearson (N)	Significación
SIN CUBIERTA	COPA	Linyphiidae	-0.256 (27)	0.000	0.202* (671)	0.000	-0.022 (454)	-0.075 (671)		
			0.198	0.000	0.000	0.051				
	SUELO	Agelenidae	-0.260 (29)	0.149 (74)	0.119* (684)	0.038 (457)	-0.003 (684)			
			0.172	0.205	0.002	0.423	0.943			
			.(29)	-0.041 (74)	-0.022 (684)	-0.018 (457)	0.092* (684)			
CUBIERTA	COPA	Salticidae	0.000	0.730	0.080* (684)	0.704	0.016			
			-0.260 (29)	-0.041 (74)	0.036	0.832	0.556			
	SUELO	Araneae	0.172	0.730	-0.067 (684)	-0.040 (457)	-0.136* (684)			
			.(29)	.(74)	0.080	0.390	0.000			
			0.000	0.127 (56)	-0.091* (548)	-0.011 (388)	-0.059 (556)			
SUELO	Agelenidae	0.331	0.350	0.034	0.831	0.167				
		0.000 (20)	-0.096 (56)	-0.097* (548)	-0.031 (388)	-0.076 (556)				
	Salticidae	1.000	0.482	0.023	0.537	0.074				
		0.000 (20)	-0.058 (53)	0.147* (543)	-0.020 (384)	0.034 (553)				
		1.000	0.673	0.001	0.699	0.420				
ARANEAE	.(20)	.(53)	-0.060 (543)	-0.021 (384)	-0.084* (553)					
	0.000	0.163	0.036 (384)	0.047	0.008					
	.(20)	.(53)	-0.071 (543)	-0.036 (384)	-0.113* (553)					
ARANEAE	0.000	0.000	0.097	0.477	0.008					
	0.115 (20)	-0.159 (53)	-0.039 (543)	-0.073 (384)	-0.088* (553)					
	0.628	0.245	0.360	0.153	0.038					

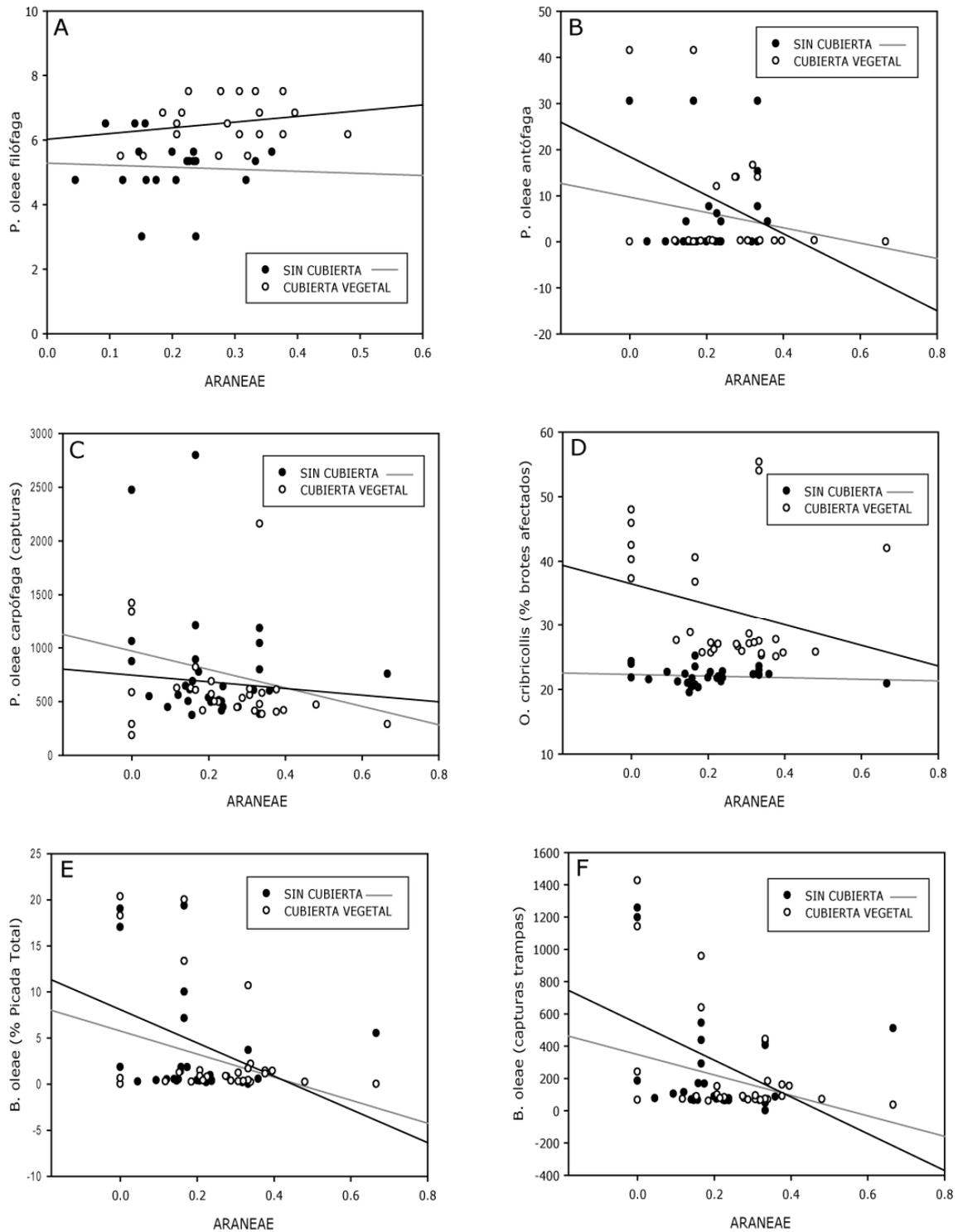


Figura 7.22.- Regresiones lineales que muestran la relación entre las diferentes plagas (*P. oleae* en sus tres generaciones, escarabajo picado, y *B. oleae*) con la abundancia de las arañas del olivar.



Tabla 7.8.- Correlaciones entre los grupos funcionales de arañas (gremios) y las diferentes plagas. Sólo son significativas las señaladas con *.

NIVEL	Gremios	Correlación	<i>P. oleae</i> (filófaga)	<i>P. oleae</i> (antófaga)	<i>P. oleae</i> (carpófaga)	<i>B. oleae</i>	<i>O. cribricallis</i>	
SIN CUBIERTA	COPA	Cons. telas enmarañadas	Pearson (N)	. (70)	0.202* (671)	-0.022 (454)	-0.075 (671)	
			Significación	0.000	0.000	0.641	0.051	
	SUELO	Corredoras de suelo	Pearson (N)	-0.174 (29)	0.080 (74)	-0.100* (684)	-0.055 (457)	-0.069 (684)
			Significación	0.366	0.500	0.009	0.241	0.071
		Cons. telas en láminas	Pearson (N)	-0.260 (29)	0.149 (74)	0.135* (684)	0.038 (457)	-0.013 (684)
	Significación	0.172	0.205	0.000	0.423	0.743		
	Cons. telas enmarañadas	Pearson (N)	-0.260 (29)	0.041 (74)	0.080* (684)	-0.010 (457)	-0.023 (684)	
		Significación	0.172	0.730	0.036	0.832	0.556	
CUBIERTA	COPA	Cazadoras por acecho	Pearson (N)	-0.229 (20)	0.127 (56)	-0.100* (546)	-0.017 (388)	-0.073 (556)
			Significación	0.331	0.350	0.019	0.742	0.084
	SUELO	Cazadoras por emboscada	Pearson (N)	. (20)	-0.081 (56)	-0.084* (546)	-0.011 (378)	-0.029 (556)
			Significación	0.000	0.551	0.049	0.836	0.495
		Cons. telas en láminas	Pearson (N)	0.000 (20)	-0.058 (55)	0.150* (543)	-0.007 (384)	0.039 (553)
		Significación	1.000	0.673	0.000	0.898	0.362	



A continuación, se comparó la conexión entre las diferentes plagas y los niveles encontrados de varios gremios (grupos funcionales) de arañas (Tabla 7.8). En la mayor parte de los casos el grado de correlación significativa hallado fue igual o superior al citado para las especies y familias.

En las gráficas siguientes (Figuras 7.23-7.26) se manifiestan algunas de las relaciones lineales, en general muy tenues (desde el punto de vista de su significación estadística), entre las plagas *P. oleae* y *O. cribricollis* con las distintas agrupaciones (familias y gremios) ya que con las especies las correlaciones resultaron, en general, despreciables, a los niveles de plagas aparecidos. Sobre *P. oleae* en su generación carpófaga existió correlación negativa con la familia Agelenidae en todos los casos y con Linyphiidae y Salticidae en las zonas con cubierta vegetal (Figura 7.23), algo que se repite con algunos gremios (Figura 7.24).

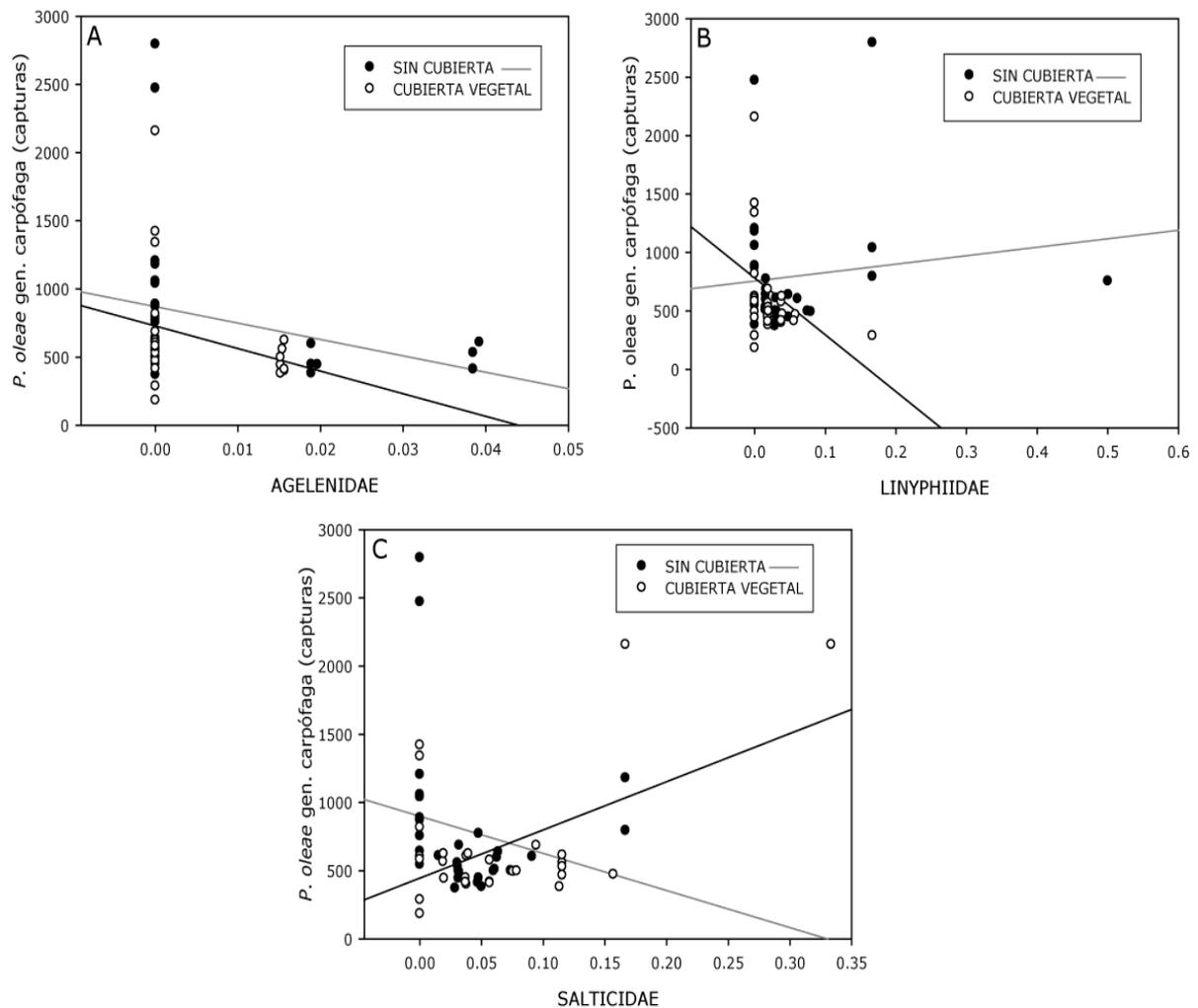


Figura 7.23.- Regresiones lineales significativas entre *P. oleae* y algunas familias de arañas.

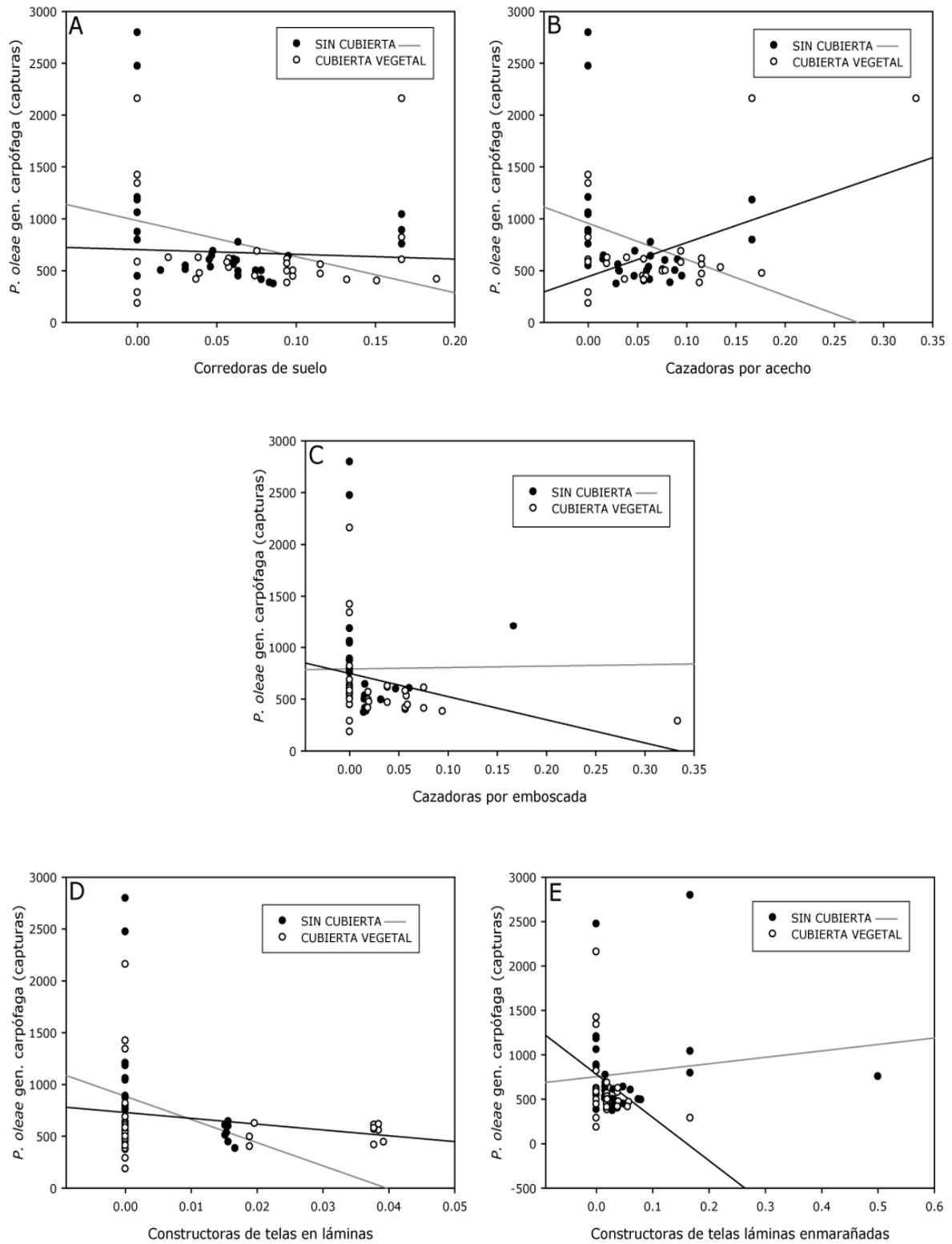


Figura 7.24.- Regresiones lineales significativas entre las *P. oleae* y los grupos funcionales (gremios) de arañas presentes en el olivar.

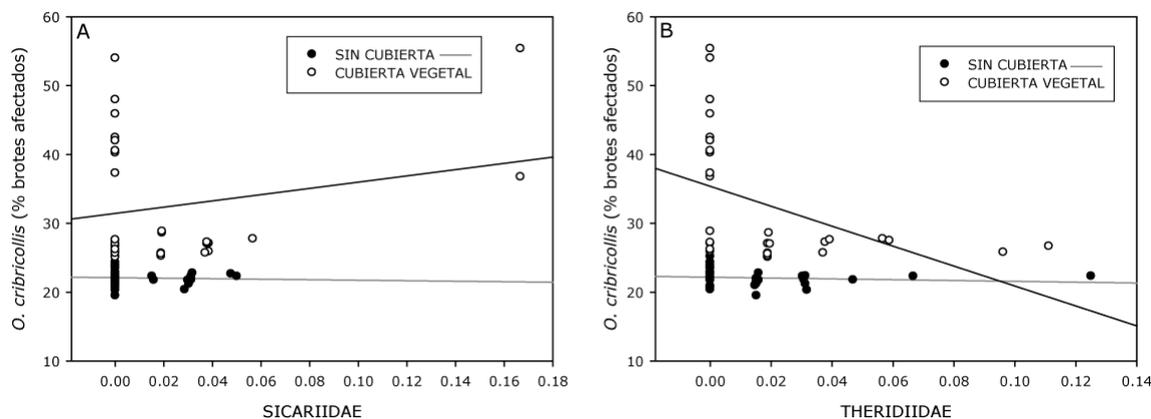


Figura 7.25.- Regresiones lineales significativas entre las *O. cribricollis* y algunas familias de arañas presentes en el olivar.

Por último se analizaron las diferencias entre parcelas para una plaga como *O. cribricollis* que desarrolla su ciclo de vida en diferentes niveles en el olivar (suelo, vegetación y árbol) por lo que se decidió analizar sin diferenciar entre niveles de muestreo. Se encontraron correlaciones significativas entre esta plaga con las familias Sicariidae (Pearson = -0.098; $P < 0.001$; $N = 1355$), Theridiidae (Pearson = 0.54; $P = 0.048$; $N = 1355$) y con las arañas constructoras de telas en hilos desordenados (Pearson = 0.058; $P = 0.034$; $N = 1355$) en las parcelas sin cubierta vegetal, mientras que en las parcelas con cubierta vegetal se encontraron correlaciones significativas para Sicariidae (Pearson = -0.08; $P = 0.007$; $N = 1109$) y para las arañas cazadoras por acecho (Pearson = -0.063; $P = 0.037$; $N = 1109$). La familia Sicariidae o no responde o presenta un leve aumento; Theridiidae provoca la disminución de la plaga en las zonas con cubierta vegetal, y prácticamente no responde en las zonas sin cubierta vegetal (Figura 7.25).

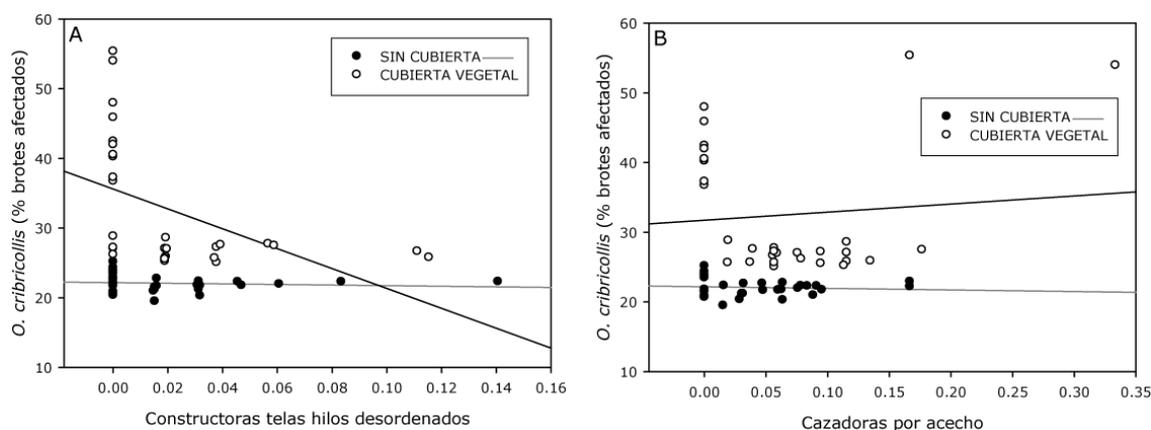


Figura 7.26.- Regresiones lineales significativas entre las *O. cribricollis* y algunos grupos funcionales (gremios) de arañas presentes en el olivar.

Entre los gremios las constructoras de telas en hilos desordenados responden de una forma similar a una de las familias que lo componen, como es Theridiidae, siendo la única respuesta significativa encontrada el mantenimiento de los niveles de abundancia de este grupo de arañas frente a los aumentos de esa plaga. Las cazadoras por acecho aumentan muy



ligeramente en esas mismas zonas al aumentar la incidencia de esta plaga (Figura 7.26), correspondiendo pues a dos estrategias ecológicas distintas.

Discusión

Como primer resultado a comentar surge el hecho de la correlación negativa en muchos casos, sea ésta significativa o no, entre la incidencia de las plagas y las poblaciones de arañas en el olivar. Esto podría indicar que las arañas tendrían la capacidad de desarrollar un valioso papel como depredadores en el olivar colaborando en el mantenimiento de un buen estado sanitario del mismo. Frente a las plagas las arañas responderían en dos fases, como se ha visto en los resultados. Por una parte los niveles bajos de plaga producen en algunos casos que aumentos de éstas conlleven un aumento en las poblaciones de los depredadores polífagos, algo que suele ocurrir al comenzar a establecerse una plaga. Mientras que en otros casos se observa que los niveles de plaga descienden conforme aumentan las densidades de arañas que efectuarían, al menos indirectamente, un cierto grado de control sobre ellas, haciéndolo cada una a un nivel diferente de acuerdo a su propia distribución vertical en el cultivo (Figura 7.27). En este sentido, las arañas, consideradas especie por especie, son depredadores especialistas en un cierto grado. Como vemos, no todas las especies proceden de la misma forma a la hora de reaccionar frente a las distintas plagas, y una gran diversidad de arañas aumenta las posibilidades de encontrar algunas especies que sean capaces de regular las plagas en un agroecosistema dado (Marc y Canard, 1997), porque pueden adoptar diferentes estrategias de caza, según construyan tela o no, según el tipo de tela y, en las cazadoras, según sus propias características morfológicas para capturar presas (Turnbull, 1973).

El hecho que el grado de correlación encontrado entre las plagas y las diferentes especies de arañas sea bajo, puede ser debido a que, como se ha indicado, las poblaciones de las diferentes plagas durante el periodo de estudio fueron bajas por lo que las arañas no pudieron desarrollar una respuesta específica ante unas presas (especies plaga), que no fueron especialmente más abundantes que otras fuentes de alimento. En los casos en que se encontraron mayores valores para las correlaciones especies/plagas, estas perdían significación al ser N bajo, por lo que no podían mostrar unas tendencias demasiado claras. Asimismo influirían otros factores como las relaciones de las plagas no sólo con las arañas sino con otras especies distintas (depredadores y fitófagos). Las bajas correlaciones (en la mayoría de los casos no significativas) podrían indicar también un muestreo insuficiente.

Un resultado que merece la pena comentar es la mayor correlación, en general, que se va encontrando al subir el nivel de asociación de las arañas. Es decir, como especies solitarias ejercerían una menor influencia sobre las plagas, mientras que como grupo, familias y sobre todo gremios, podrían empezar a ejecutarla de un modo más evidente. Podrían entrar en competencia entre especies, y estas interacciones en general causan un impacto negativo sobre las poblaciones de los depredadores disminuyendo su potencial (Reitz y Trumble, 2002). Sin embargo, en categorías taxonómicas elevadas, por ejemplo familia, no se han encontrado efectos negativos entre las comunidades de depredadores invertebrados como algunas



familias de arañas con carábidos, algo que sí ocurre en el caso de otros depredadores como coccinélidos, estafilínidos y larvas de neurópteros (Lang, 2002). Además, existe la posibilidad de una significativa interacción entre las arañas con otros grupos, como los carábidos, que sería un efecto sinérgico (no aditivo) de los depredadores de una comunidad, y que conjuntamente reducirían el impacto de plagas.

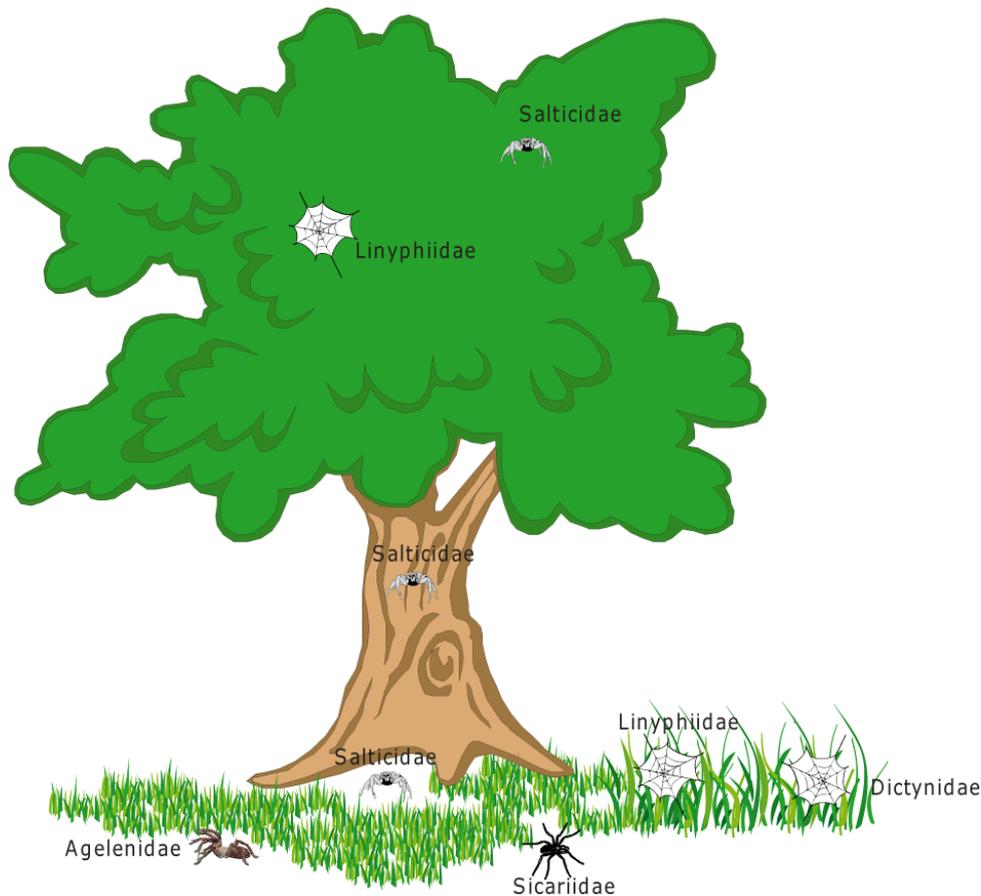


Figura 7.27.- Distribución vertical en el olivar de aquellas familias de arañas que mostraron correlación con alguna de las plagas.

Otra posible interpretación de los resultados sería que las arañas también pudieron contribuir a reducir el efecto nocivo de las especies plaga de una forma indirecta, porque modificarían el comportamiento de las especies plaga, que tendrían más dificultad a la hora de acceder a su alimento debido a la presencia de los depredadores (Hlivko y Rypstra, 2003).

Conclusión

A pesar de no encontrarse diferencias significativas entre las zonas con y sin cubierta vegetal, para conocer el efecto de las arañas sobre las plagas y tampoco haber correlaciones muy fuertes entre la incidencia de las plagas y las poblaciones de arañas en el olivar, merece la pena destacar su papel de dos formas:



1. El hecho de la ausencia de diferencias pudo deberse al escaso nivel de incidencia que alcanzaron las plagas registradas en la zona durante el periodo de estudio, que en la mayor parte de los casos no provocaron una respuesta directa significativa por parte de las arañas.
2. En general el efecto de las arañas sobre las distintas plagas fue beneficioso por reducción directa de su número o por aumento numérico frente a esas plagas y poder dar de esta forma una respuesta útil para el mejor desarrollo del cultivo.

En los casos en que aparecieron diferencias entre zonas para el estado sanitario del cultivo este siempre fue mejor en las zonas con cubierta vegetal (en términos de incidencia de plaga y abundancia de arañas). Por otra parte las arañas respondieron de dos formas al aumento en la incidencia de las plagas: aumentando su número, como respuesta al incremento de presas potenciales o porque hubo disminución de otros depredadores que compiten con ellas; y provocando con esto en otros casos un descenso en la incidencia de las plagas gracias al mayor número de depredadores.



3. Bibliografía

- Altieri, M.A. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. New York.
- Alvarado, M.; Civantos, M.; Durán, J.M. 1997. Plagas. En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández-Escobar, D., Rallo, L. (Eds.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 401-459.
- Alvarado, M.; Serrano, A.; Durán, J.M.; González, M.I.; De la Rosa, A. 1998. Contribución al conocimiento y control de *Otiorrhynchus cribricollis* Gyll. (Coleoptera: *Curculionidae*) plaga del olivo. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. 24, 715-726.
- Arias, A.; Nieto, J.; Bueno, M. 1990. Daños y lucha contra la generación carpófaga del “Prays del Olivo” (*Prays oleae* Bern.) en “Tierra de Barros” (Badajoz). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. 16, 269-284.
- Asteraki, E.J., Hart, B.J., Ings, T.C., Manley, W.J. 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 102, 219-231.
- Bell, J.R., Wheeler, C.P., Cullen, W.R. 2001. The implications of grassland and heathland management for the conservation of spider communities: a review. *Journal of Zoology*. 255, 377-387.
- Bell, J.R., Johnson, P.J., Hambler, C., Houghton, A.J., Smith, H., Feber, R.E., Tattersall, F.H., Hart, B.H., Manley, W., Macdonald, D.W. 2002. Manipulating the abundance of *Lepthyphantes tenuis* (Araneae: Linyphiidae) by field margin management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93, 295-304.
- Bianchi, F.J.J.A.; Booij, C.J.H.; Tschamntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society Series B Biological Sciences*. 273 (1595), 1715-1727.
- Bignal, E.M. 1998. Using an ecological understanding of farmland to reconcile nature conservation requirements, EU agricultural policy and world trade agreements. *Journal of Applied Ecology*. 35, 949-954.
- Bolduc, E., Buddle, C.M., Bostanian, N.J., Vincent, C. 2005. Ground-Dwelling Spider Fauna (Araneae) of Two Vineyards in Southern Quebec. *Environmental Entomology*. 34 (3), 635-645.
- Bonn, A., Hagen, K., Wohlgemuth-Von Reiche, D. 2002. The significance of flood regimes for carabid beetle and spider communities in riparian habitats- a comparison of three major rivers in Germany. *River Research and Applications*. 18, 43-64.
- Bonte, D., Criel, P., Vanhoutte, L., Van Thournout, I., Maelfait, J.P. 2004. The importance of habitat productivity, stability and heterogeneity for spider species richness in coastal grey dunes along the North Sea and its implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 13, 2119-2134.
- Bultman, T.L., Uetz, G.W. 1982. Abundance and Community Structure of Forest Floor Spiders Following Litter Manipulation. *Oecologia*. 55, 34-45.



- Cárdenas, M., Castro, J., Campos, M. 2006a. Respuesta a corto plazo de las arañas del suelo a la eliminación de la cubierta vegetal en un olivar ecológico. I Jornadas del Grupo de Olivicultura de la SECH. Córdoba.
- Cattin, M.F., Blandenier, G., Banasek-Richter, C., Bersier, L.F. 2003. The impact of mowing as a management strategy for wet meadows on spider (Araneae) communities. *Biological Conservation*. 113, 179-188.
- Corrigan, J.E.; Bennett, G. 1987. Predation by *Cheirachanthium mildei* (Araneae, Clubionidae) on larval *Phyllonorycter blancardella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in a greenhouse. *Journal of Arachnology*. 15, 134.
- Costello, M.J., Daane, K. 1998. Influence of ground cover on spider populations in a table grape vineyard. *Ecological Entomology*. 23, 33-40.
- Costello, M.J., Daane, K. 2003. Spider and Leafhopper (*Erythroneura spp.*) Response to Vineyard Ground Cover. *Environmental Entomology*. 32 (5), 1085-1098.
- Cunningham, R.B.; Lindenmayer, D.B. 1999. Modeling count data of rare species: some statistical issues. *Ecology*. 86 (5), 1135-1142.
- Ekschmitt, K.; Volkmar, W.; Webber, M. 1997. Spiders, Carabids, and Staphylinids: The Ecological Potential of Predatory Macroarthropods. En: *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes and agricultural production*. Benckiser, G. (Ed.). Marcel Dekker. New York. 307-362.
- Delrio, G. 1985. Integrated control in olive groves. *Ecologia. Atti 2o congress Societa Italiana di Ecologia*. Padova. Tomo 2, 829-833.
- Dennis, P., Young, M.R., Bentley, C. 2001. The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 86, 39-57.
- Denys, C., Tschardtke, T. 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*. 130 (2), 315-324.
- Duffey, E. 1975. Habitat selection by spiders in man-made environments. *Proceedings 6th International Arachnology Congress*. 53-67.
- Duffey, E. 1978. Ecological Strategies in Spiders Including some Characteristics of Species in Pioneer and Mature Habitats. *Symposia of the Zoological Society of London*. 42, 109-123.
- Foelix, R.F. 1996. *Biology of Spiders*. Oxford University Press. New York. 330 pp.
- Haddad, C.R.; Louw, S.vdM.; Dippenaar-Schoeman, A.S. 2004. An assessment of the biological control potential of *Heliophanus pistaciae* (Araneae: Salticidae) on *Nysius natalensis* (Hemiptera: Lygaeidae), a pest of pistachio nuts. *Biological Control*. 31, 83-90.
- Hanna, R., Zalom, F.G., Roltsch, W.J. 2003. Relative impact of spider predation and cover crop on population dynamics of *Erythroneura variabilis* in raisin grape vineyard. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 107, 177-191.
- Hendrickx, F., Maelfait, J.P., Van Wingerden, W., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S., Augenstein, I., Billeter, R., Bailey, D., Bukacek, R., Burel, F., Diekötter, T., Dirksen, J., Herzog, F., Liira, J., Roubalova, M., Vandomme, V., Bugter, R. 2007. How landscape



- structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*. 44, 340-351.
- Hlivko, J.T.; Rypstra, A.L. 2003. Spiders reduce herbivory: Nonlethal effects of spiders on the consumption of soybean leaves by beetle pests. *Annals of the Entomological Society of America* 96 (6), 914-919.
 - Holland, J.M.; Winder, L.; Perry, J.N. 2000. The impact of dimethoate on the spatial distribution of beneficial arthropods in winter wheat. *Annals of Applied Biology*. 136 (2), 93-105.
 - Hummel, R.L., Walgenbach, J.F., Hoyt, G.D., Kennedy, G.G. 2002. Effects of vegetable production system on epigeal arthropod populations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93, 177-188.
 - Jeanneret, P., Schüpbach, B., Luka, H. 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98, 311-320.
 - Jiménez-Valverde, A.; Lobo, J.M. 2007. Determinants of local spider (Araneidae and Thomisidae) species richness on a regional scale: Climate and altitude vs. habitat structure. *Ecological Entomology*. 32 (1), 113-122.
 - Jocqué, R., Dippenaar-Schoeman, A.S. 2006. Spider families of the World. Royal Museum for Central Africa. Tervuren. Belgium. 336 pp.
 - Kajak, A. 1978. Invertebrate predator subsystem. En: *Grassland systems and man*. Brey Meyer, A.J.; van Dyne, G.M. (Eds). Cambridge University Press. London. pp. 539-589.
 - Koricheva, J., Mulder, C.P.H., Schmid, B., Joshi, J., Huss-Danell, K. 2000. Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia*. 125, 272-282.
 - Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B., Siriwardena, G.M. 1999. The second silent spring? *Nature*. 400, 611-612.
 - Lang, A. 2002. Intraguild interference and biocontrol effects of generalist predators in a winter wheat field. *Oecologia*. 134, 144-153.
 - Lubin, Y.D. 1978. Seasonal abundance and diversity of web-building spiders in relation to habitat structure on Barro Colorado island, Panamá. *Journal of Arachnology*. 6, 31-51.
 - Mansour, F.; Rosen, D.; Shulov, A.; Plaut, H.N. 1980. Evaluation of spiders as biological control agents of *Spodoptera littoralis* larvae on apple in Israel. *Acta Oecologica*. 1 (3), 225-232.
 - Mansour, F.; Whitecomb, W.H. 1986. The spiders of a citrus grove in Israel and their role as biocontrol agents of *Ceroplastes floridensis* (Homoptera: Coccidae). *Entomophaga* 31 (3), 269-276.
 - Marc, P.; Canard, A. 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 62, 229-235.
 - Marc, P.; Canard, A., Ysnel, F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74, 229-273.
 - McCullagh, P., & Nelder, J. A. 1983. Generalized linear models. Chapman and Hall, London.



- Moretti, M., Conedera, M., Duelli, P., Edwards, P.J. 2002. The effects of wildfire on ground-active spiders in deciduous forests on the Swiss southern slope of the Alps. *Journal of Applied Ecology*. 39, 321-336.
- Morris, T.I. 1997. Interrelaciones entre olivos, plagas y depredadores. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 260 pp.
- Nyffeler, M. 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as insect predators in agroecosystems (abandoned grassland, meadows and cereal fields). Tesis dissertation. Swiss Federal Institute of Technology. 174 pp.
- Nyffeler, M.; Sunderland, K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: A comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 95, 579-612.
- Planes, S.; Carrero, J.M. 1989. Plagas y enfermedades del olivo. En: *Plagas del campo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 161-173.
- Pearce, J.L., Venier, L.A., Eccles, G., Pedlar, J., McKenney, D. 2004. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. *Biodiversity and Conservation*. 13, 1305-1344.
- Pekár, S. 2005. Horizontal and vertical distribution of spiders (Araneae) in sunflowers. *Journal of Arachnology*. 32 (2), 197-204.
- Perner, J., Malt, S. 2003. Assessment of changing agricultural land use: response of vegetation, ground-dwelling spiders and beetles to the conversion of arable land into grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98, 169-181.
- Pons, X., Núñez, E., Lumbierres, B., Albajes, R. 2005. Epigeal aphidophagous predators and the role of alfalfa as a reservoir of aphid predators for arable crops. *European Journal of Entomology*. 102 (3), 519-525.
- Post, W.M.; Travis, C.C. 1979. Qualitative stability in models of ecological communities. *Journal of Theoretical Biology*. 79, 547-553.
- Redolfi, I., Ruano, F., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2005. Ant nests spatial distribution and temporary permanence in olive orchards at Granada, Spain. *Ecología Aplicada*. 4 (1-2), 71-76.
- Redolfi, I., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 1999. Qualitative aspects of myrmecocenosis (Hym. Formicidae) in olive orchard with different agricultural management in Spain. *Journal of Applied Entomology*. 123, 621-627.
- Reitz, S.T.; Trumble, J.T. 2002. Competitive displacement among insects and arachnids. *Annual Review of Entomology*. 47, 435-465.
- Reeves, D.W. 1994. Cover crops and rotations. In: Hatfield, J.L., Stewart, B.A. (eds.) *Crops residue management. Advances in soil science*. Lewis Publishers. Boca Ratón, Florida.
- Riechert, S.E.; Lockley, T. 1984. Spiders as biological control agents. *Annual Review of Entomology*. 29, 299-320.
- Robinson, J.V. 1981. The effect of architectural variation in habitat on a spider community: an experimental field study. *Ecology*. 62 (1), 73-80.

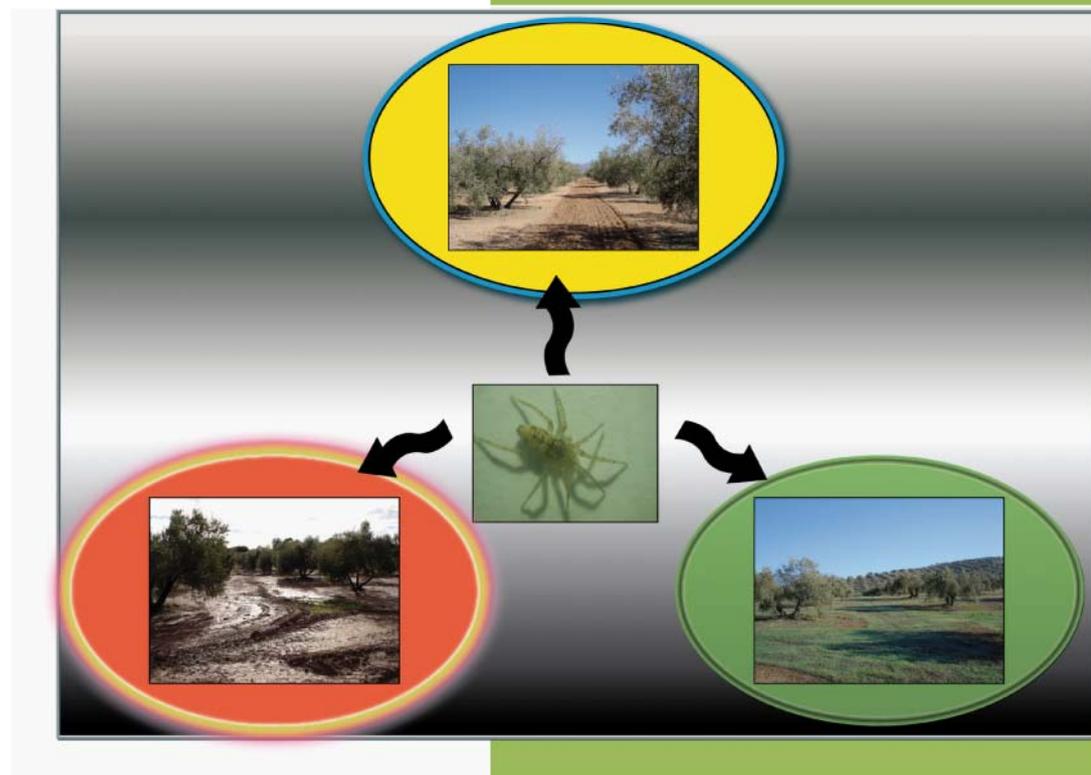


- Rypstra, A.L., Carter, P.E., Balfour, R.A., Marshall, S.D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology*. 27 (1), 371-377.
- Saavedra, M.M., de Luna, E., Castro, J. 2003. *Cómo Manejar el Suelo en el Olivar*. Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Samu, F. 2003. Can field-scale habitat diversification enhance the biocontrol potential of spiders? *Pest Management Science*. 59, 437-442.
- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tschardtke, T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology*. 42, 281-287.
- Schwab, A., Dubois, D., Fried, P.M., Edwards, P.J. 2002. Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93, 197-209.
- Shaw, E.M.; Waddicor, M.; Langan, A.M. 2006. Impact of cypermethrin on feeding behavior and mortality of the spider *Pardosa amentata* in arenas with artificial vegetation. *Pest Management Science*. 62 (1), 64-68.
- Shochat, E., Stefanov, W.L., Whitehouse, M.E.A., Faeth, S.H. 2004. Urbanization and spider diversity: influences on human modification of habitat structure and productivity. *Ecological Applications*. 14 (1), 268-280.
- Sparcks, A.N.; Ables, J.R.; Jones, R.L. 1982. Notes on biological control of stern bores in corn, sugarcane and rice in the People's Republic of China. In: *Biological control of pest in China*. Washington D.C., US Department of Agriculture. pp 193-215.
- Sunderland, K., Samu, F. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 95, 1-13.
- Thorbek, P.; Sunderland, K.D.; Topping, C.J. 2004. Reproductive biology of agrobiont linyphiid spiders in relation to habitat, season and biocontrol potential. *Biological Control*. 30, 193-202.
- Tillman, G., Schomberg, H., Phatak, S., Mullinix, B., Lachnicht, S., Timper, P., Olson, D. 2004. Influence of Cover Crops on Insect Pests and Predators in Conservation Tillage Cotton. *Journal of Economic Entomology*. 97 (4), 1217-1232.
- Turnbull, A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology*. 18, 305-348.
- Uetz, G.W. 1991. Habitat structure and spider foraging. En: *Habitat structure: The physical arrangement of objects in space*. Bell, S.S.; McCoy, E.D.; Mushinsky, H. R. (Eds.). Chapman and Hall. London. pp. 325-348.
- Wise, D.H. 1993. *Spiders in ecological webs*. Cambridge University Press. Cambridge. 328 pp.
- Woinarski, J.C.Z, Andersen, A.N., Churchill, T.B., Ash, A.J. 2002. Response of ant and terrestrial spider assemblages to pastoral and military land use, and to landscape position, in a tropical savanna woodland in northern Australia. *Austral Ecology*. 27, 324-333.



- Wyckhuys, K.; O’Neil, R. 2007. Influence of extra-field characteristics to abundance of key natural enemies of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in subsistence maize production. *International Journal of Pest Management*. 53 (2), 89-99.
- Yardim, E.N.; Edwards, C.A. 2002. Effects of weed control practices on surface-dwelling arthropod predators in tomato agroecosystems. *Phytoparasitica*. 30 (4), 379-386.
- Young, O.P.; Edwards, G.B. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *Journal of Arachnology*. 18, 1-27.

8.-Evaluación del papel de las arañas (Araneae) como bioindicadores en el olivar (*Olea europaea* L.)



1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusión
6. Bibliografía



1. Introducción

Aunque no es nuevo, el uso de bioindicadores se constituye en una aproximación muy de actualidad para conocer el impacto de diversos tipos de estreses ambientales como son la polución, el empleo excesivo de químicos en agricultura, manejo inapropiado de agua, contaminación, etc. (Paoletti, 1999).

En primer lugar, conviene definir el concepto de bioindicador (McGeoch, 1998): *Una especie o grupo de especies que refleja de forma real el estado biótico o abiótico de un ambiente; representando el impacto de los cambios ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema; o que es indicativo de la diversidad de un conjunto de taxones, o de la diversidad de todo un conjunto, dentro de un área determinada.*

Los bioindicadores se incluirían entre los diversos tipos de especies indicadoras, por lo que a modo de resumen se pueden recordar los definidos por Lindenmayer *et al.* (2000):

1. Especies cuya presencia indica la existencia de otro grupo de especies.
2. Especies *llave*, cuya adición o pérdida de un ecosistema provoca grandes cambios en el mismo.
3. Especies cuya presencia indica condiciones abióticas creadas por el hombre como la polución del agua o el aire.
4. Especies dominantes que proporcionan la mayor parte de la biomasa o número de individuos en un área determinada.
5. Especies que indican unas particulares condiciones ambientales como son ciertos tipos de suelo o rocas.
6. Especies que son sensibles a los cambios ambientales.
7. Especies indicadoras del manejo, que reflejan el efecto de un régimen de perturbaciones o la eficacia de los esfuerzos particulares para mitigar la perturbación.

Estos tipos de especies indicadoras se pueden, a su vez, clasificar en tres clases de bioindicadores en los que, según el factor a examinar, pueden ser incluidas las arañas (Pearce y Venier, 2006):

1. De biodiversidad, que indican la presencia de un grupo de especies.
2. Ambientales, que describen cambios en el estado abiótico de un ambiente determinado. En el caso de las arañas se ha comprobado que las telas de algunas especies son buenos indicadores de los cambios químicos por polución provocados por los vehículos a motor (Hose *et al.*, 2002).
3. Ecológicos, que se diferencian de los anteriores en que indican los cambios funcionales en los sistemas. Deben cumplir varios criterios: ser factible y sencillo su muestreo, que su identificación resulte sencilla y que respondan al factor que se quiera evaluar de una manera consistente.



El papel de las arañas como bioindicadores ha sido ampliamente documentado en la literatura científica (Marc *et al.*, 1999), tanto en cultivos convencionales como en los transgénicos (Volkmar *et al.*, 2003) aunque en otros sistemas se ha descartado ese papel (New, 2007). Entre las características que las colocan como potenciales bioindicadores se encuentran algunas de las siguientes (New, 1999):

- a. Son abundantes y diversas en la mayor parte de los sistemas terrestres; taxonómicamente es un grupo rico en especies (40.000 aprox.), géneros (más de 3.500) y familias (más de 100; Platnick, 2007).
- b. Tienen una considerable variedad de estilos de vida y especializaciones ecológicas.
- c. Muchas especies pueden ser observadas y recolectadas de forma sencilla.
- d. Algunas tienen un valor añadido como depredadores en el contexto de manejo de plagas.

Además, las arañas de suelo responden a los cambios microclimáticos y en la estructura del suelo más rápidamente que otros organismos con capacidad bioindicadora como las plantas (Perner y Malt, 2003). Se ha demostrado que están relacionadas y reflejan la estructura del hábitat y la abundancia de presas y pueden actuar como indicadores de la restauración de hábitats perturbados, ya que su diversidad disminuye con el aumento de perturbaciones y con la disminución de la cubierta vegetal (Willet, 2001).

A la hora de evaluar este destacado papel una de las herramientas que justifica su empleo, como se ha dicho, es el hecho de ser un grupo muy diverso, como otros artrópodos de suelo, en muchos ecosistemas (van Straalen, 1997). Para analizar esta diversidad, el número de especies ha pasado a ser un parámetro empleado en la comparación de localidades diferentes (Gotelli y Colwell, 2001). En este sentido, las curvas de acumulación de especies son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado, como en parte es nuestro caso. Su uso es recomendable en aracnología debido a las particularidades en el muestreo de este grupo taxonómico y al elevado porcentaje de especies raras que presenta (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Estos valores y estimaciones de la riqueza de especies se pueden relacionar con las características agronómicas del olivar, ya que se ha comprobado que la riqueza de especies de arañas en zonas de cultivo está relacionada con la complejidad ambiental, mientras que la densidad responde a las prácticas locales de manejo (Schmidt *et al.*, 2005). Aparte que en otros artrópodos de suelo, como carábidos y hormigas, se ha acreditado que mientras otros estimadores de diversidad (diversos índices de diversidad) y la abundancia no presentan diferencias significativas en caso de perturbación ambiental, sí que aparecen estas diferencias al evaluar la riqueza de especies (Oliver *et al.*, 2000; Venn *et al.*, 2003).

Otro factor muy utilizado en los estudios de diversidad es el número de especies raras, en bajo número o presentes en pocas muestras que, en el caso concreto de las arañas, suelen aparecer en elevada cantidad (New, 1999).



El objetivo del presente capítulo sería confirmar los resultados ya expuestos en los capítulos sobre el impacto del manejo agronómico y de las cubiertas vegetales, y ver si las diferentes prácticas agronómicas que integran un manejo permiten realizar una ordenación lógica en cuanto a la presencia de arañas en las mismas, así como comprobar el grado de influencia en la presencia de las arañas como grupo y en sus diferentes taxones de los principales prácticas culturales realizadas en el olivar.

De forma ideal, la utilidad de las arañas sería informar del peso que tienen diversos factores ambientales (prácticas agronómicas) sobre el cultivo, cuando ya no se pueden medir de otra manera porque ha pasado el tiempo. Para ello se deberían seguir una serie de pasos (en el presente trabajo nos centraremos sobre todo en la consecución de los primeros) para examinar su papel como bioindicador, enumerados por van Straalen (1997):

- Una comunidad que contenga un suficiente número de especies que difieran en su respuesta frente a alguno de los factores a estudiar. Esto es algo que las arañas cumplen, porque como hemos visto en el olivar de Andalucía oriental hay más de 200 especies diferentes que responden de formas muy diversas al manejo agronómico y a la presencia de cubierta vegetal.
- La respuesta de cada especie al factor objeto de interés es estimada en nuestro caso a nivel de campo mediante la graduación en las diversas prácticas agronómicas realizadas en los diferentes olivares a lo largo de los años.
- Las respuestas de las especies deben ser resumidas dando unas medias de tolerancias o bien con un rango entre especies, agrupando aquellas que presenten una respuesta similar.
- Basándonos en el punto anterior, se debería desarrollar un índice que combinase la presencia de aquellos grupos con las tolerancias al factor.
- El índice será calibrado utilizando inventarios de campo en los que la composición de especies esté medida en conjunto con el factor objeto de interés.
- Utilizando el índice, las estimas cuantitativas del factor de interés serán hechas desde el conjunto de especies que componen la comunidad.

Así pues se evaluarán aquellos factores provocados por el ser humano con la creación y manejo de estas explotaciones olivareras y que son los que afectan en primer lugar, aunque habría otros impactos sobre las poblaciones de arañas, que serían los mismos que afectan en otros ecosistemas, entre los que estaría por ejemplo la competencia y depredación por parte de otras especies (arañas y otros depredadores) y que influirían de forma significativa sobre su distribución y abundancia (Wise y Chen, 1999).

Por tanto, se determinará el papel de las arañas como bioindicadores del manejo realizado en el olivar, porque hay pocas evidencias de que su papel refleje los patrones de población de otras especies, siendo más efectivos en la indicación de cambios a pequeña escala espacial (Pearce y Venier, 2006).



2. Material y métodos

Las muestras fueron recogidas, como se ha indicado en el capítulo de metodología general de diferentes parcelas de olivar de las provincias de Córdoba, Granada y Jaén, entre los años 1999 y 2005, siguiendo diferentes técnicas; en la copa de los olivos, mediante el método de vareo, en el suelo, mediante trampas de caída y en la cubierta vegetal, mediante aspiración mecánica del estrato vegetal.

Se evaluó el estudio siguiendo estos tres métodos para intentar evitar, en la medida de lo posible, los errores debidos a la metodología de muestreo utilizada (Uetz y Unzicker, 1976; Topping y Sunderland, 1992; New, 1999; Norris, 1999).

Análisis estadístico de los resultados

Diversidad

Para estudiarla se recurrió al análisis de la riqueza de especies, del número de especies registradas en los diferentes olivares durante los periodos de estudio y se analizaron varios parámetros relacionados con la presencia de especies, como son los siguientes:

- *Singletons*. Especies representadas únicamente por un individuo en la parcela estudiada.
- *Doubletons*. Especies representadas por sólo dos individuos en la zona de muestreo. Junto con el anterior parámetro se constituyen en factores necesarios para calcular los estimadores de riqueza de especies de tipo no paramétrico (Colwell y Coddington, 1994).
- *Únicas*. Especies que aparecen sólo en una muestra entre todas las muestras recogidas de la parcela.
- *Duplicadas*. Especies que aparecen en dos muestras entre el total de las recogidas en una zona.
- *Chao 1*. Estimador de la riqueza de especies de tipo no paramétrico que se utiliza cuando la población que se quiere estudiar sostiene un número de especies indeterminado y cuando la mayor parte de la información está concentrada en las especies representadas por pocos individuos (Chao, 1984).
- *Chao 2*. Se define como un estimador de la riqueza de especies en asociación con el intervalo de confianza para el tamaño de muestra de una población en modelos que incorporan una probabilidad de captura heterogénea (Chao, 1987).
- *Jack1*. Se define como un estimador de la riqueza de especies de tipo *Jackknife*. Se utiliza para estudios de recaptura sobre poblaciones cerradas que permite probabilidades de captura de individuos variables. Asume que la probabilidad de captura de cada individuo es constante a lo largo del tiempo (Burnham y Overton, 1979).
- *Jack2*. Se utiliza para reducir el riesgo de subestimar el número actual de especies cuando hay un gran número de especies raras y el tamaño de las zonas de muestreo no es muy grande (Smith y van Belle, 1984).



Se decidió definir como unidad de muestra el número de muestreos. Es decir, el conjunto constituido por el número total de muestras recogidas de cada uno de los olivares muestreados cada vez que se fue a recoger individuos. Este parámetro es en este caso el adecuado al objetivo de homogeneizar para poder comparar los datos de todas las parcelas muestreadas a lo largo de todo el periodo de investigación.

Análisis multivariante

Como paso previo para afrontar de la forma más adecuada la realización de estos análisis se ejecutó una transformación de los datos, consistente en la recodificación de las variables, teniendo en cuenta la presencia o no de los diferentes taxones de arañas en las localidades muestreadas a la hora de construir una matriz de datos con la que implementar el análisis. Se recodifican las variables hacia variables indicadoras que pueden estar asociadas con cada elemento señal (diferentes factores a analizar), tomando valores de 1 si el elemento está presente o 0 cuando no lo está (Equihua, 1990). Los estudios basados en la presencia/ausencia de diversas especies permiten advertir las asociaciones entre especies en un hábitat de forma más clara permitiendo predecir la distribución de especies a lo largo del paisaje (Pearce *et al.*, 2004).

Con esto completaríamos una de las dos clases de variables que se deben definir antes de realizar cualquier estudio multivariante, las otras son las definidas por los factores del suelo, en nuestro caso las prácticas agronómicas que afectan al cultivo (van Straalen, 1997), como el empleo de pesticidas (insecticidas, herbicidas y fertilizantes químicos), presencia de cubierta vegetal, existencia de zonas no perturbadas adyacentes al cultivo (setos marginales), manejo del suelo (arado, laboreo y manejo del agua).

Se realizaron dos aproximaciones para la también llamada reducción de datos, ya que se parte de muchas variables a analizar, con el objetivo de poder representarlas de forma gráfica sobre dos ejes. Esto se realizó mediante dos tipos de análisis: el de componentes principales (ACP o PCA) y el de correspondencia canónica (ACC o CCA).

Cuando se recoge información de una muestra de datos, lo más frecuente es tomar el mayor número posible de variables (en nuestro caso asociadas a las diferentes prácticas culturales y características de las zonas muestreadas). Sin embargo, si tomamos demasiadas variables sobre un conjunto de objetos se deben considerar un mayor número de posibles coeficientes de correlación, con lo que cada vez es más difícil visualizar las relaciones entre las variables.

Otro problema que se deriva es la fuerte correlación que muchas veces se presenta entre las variables: si tomamos demasiadas variables (cosa que sucede cuando se tiene un ánimo exploratorio, como fue nuestro caso), lo normal es que estén relacionadas o que midan lo mismo bajo diferentes puntos de vista.

Se hace necesario, pues, reducir el número de variables. Es importante resaltar el hecho de que el concepto de mayor información se relaciona con el de mayor variabilidad o varianza.



Cuanto mayor sea la variabilidad de los datos (varianza) se considera que existe mayor información, lo que está relacionado con el concepto de entropía.

El análisis de componentes principales (PCA, en sus siglas en inglés) fueron un conjunto de técnicas desarrolladas por Pearson a finales del siglo XIX y posteriormente estudiadas por Hotelling en los años 30 del siglo XX aunque se han comenzado a popularizar con la aparición de los ordenadores.

Para estudiar las relaciones que se presentan entre p variables correlacionadas (que miden información común) se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables incorreladas entre sí (que no tengan repetición o redundancia en la información) llamado conjunto de componentes principales.

Las nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. De modo ideal, se buscan $m < p$ variables que sean combinaciones lineales de las p originales y que estén no correlacionadas, recogiendo la mayor parte de la información o variabilidad de los datos.

Si las variables originales no están correlacionadas de partida, entonces no tiene sentido realizar un análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales es una técnica matemática que no requiere la suposición de normalidad multivariante de los datos, aunque si esto último se cumple se puede dar una interpretación más profunda de dichos componentes.

Por otra parte, el análisis de correspondencia canónica (CCA, siglas en inglés) es una técnica de estadística multivariante aplicada en la ecología para relacionar la composición de una comunidad con las variaciones ambientales conocidas en un hábitat determinado. Su denominación atiende al hecho de que mediante el análisis se eligen los ejes de acuerdo a las diferentes variables ambientales seleccionadas. La técnica es una extensión del análisis de correspondencia, una técnica que extrae ejes continuos de la variación en la aparición de diversos taxones o de su abundancia. Es una técnica muy eficiente a la hora de ordenar cuando las especies presentan curvas de tipo normal con respecto a los diferentes gradientes ambientales a evaluar (Ter Braak, 1986).

En este análisis la parcela es la unidad básica de muestreo, separada en el espacio de las otras unidades, olivares en nuestro caso. Las especies y las parcelas son representados por puntos mientras que las variables ambientales (diferentes prácticas culturales y características del olivar en cuestión) son representadas por flechas.

Partiendo de la existencia de varias parcelas, en cada una se le asigna el valor a la presencia del taxón correspondiente y otro a su ausencia. Algo que se repite con cada una de las variables ambientales que se quieren evaluar.



Posteriormente se calcula un modelo con varios ejes siendo los dos que presenten una cantidad más elevada en el llamado valor propio (*eigenvalue* = valor propio: medida de la varianza explicada por cada dimensión; los autovalores mayores indican dimensiones de mayor importancia en la solución general). Es la raíz característica, el valor propio de una matriz cuadrada, los que se deben representar a la hora de dibujar los puntos, localidades de muestreo y taxones, y los vectores, factores ambientales.

Tanto el PCA como los diversos CCA realizados se ejecutaron con la ayuda del software informático SPSS ver. 14 para Windows (SPSS Inc., 2005) y PAST ver. 1.70 (Hammer y Harper, 2001 y 2007).

3. Resultados

Estudio de la diversidad

Gráficamente los resultados se pueden observar para el caso general del olivar en la figura 8.1. En ella se nos muestra una riqueza de especies que todavía no ha alcanzado su máximo, algo que confirman también las gráficas de los diferentes estimadores.

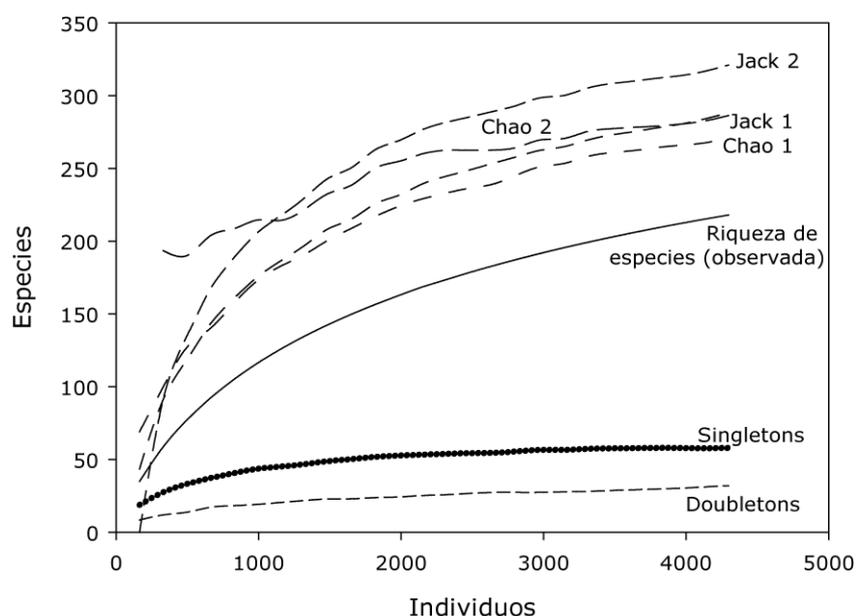


Figura 8.1.- Riqueza de especies observada y estimaciones en los olivares muestreados durante todo el estudio, así como la proporción de singletons (especies representadas por un solo individuo) y doubletons (especies representadas por dos individuos).

El primer dato que destaca es que el mayor número de especies se concentra en las parcelas que fueron muestreadas en mayor número de ocasiones (Cortijo Cajil, B; Arenales de San Pedro, A y Dehesa del Tobazo, AL; Tabla 1).



En todos los casos hay un alto porcentaje de especies representadas por uno o dos individuos (singletons y doubletons) entre el 49 y el 87%. También cabe destacar el elevado número de especies presentes en una o dos muestras (únicas y duplicadas) que es tanto mayor cuanto menor es el número de especies registrado en una parcela y el número de muestreos que se realizaron en la parcela correspondiente con valores que oscilan entre el 100% de las especies, en las parcelas muestreadas en sólo dos ocasiones, hasta menos del 70%, en el caso de las tres parcelas estudiadas con mayor profusión.

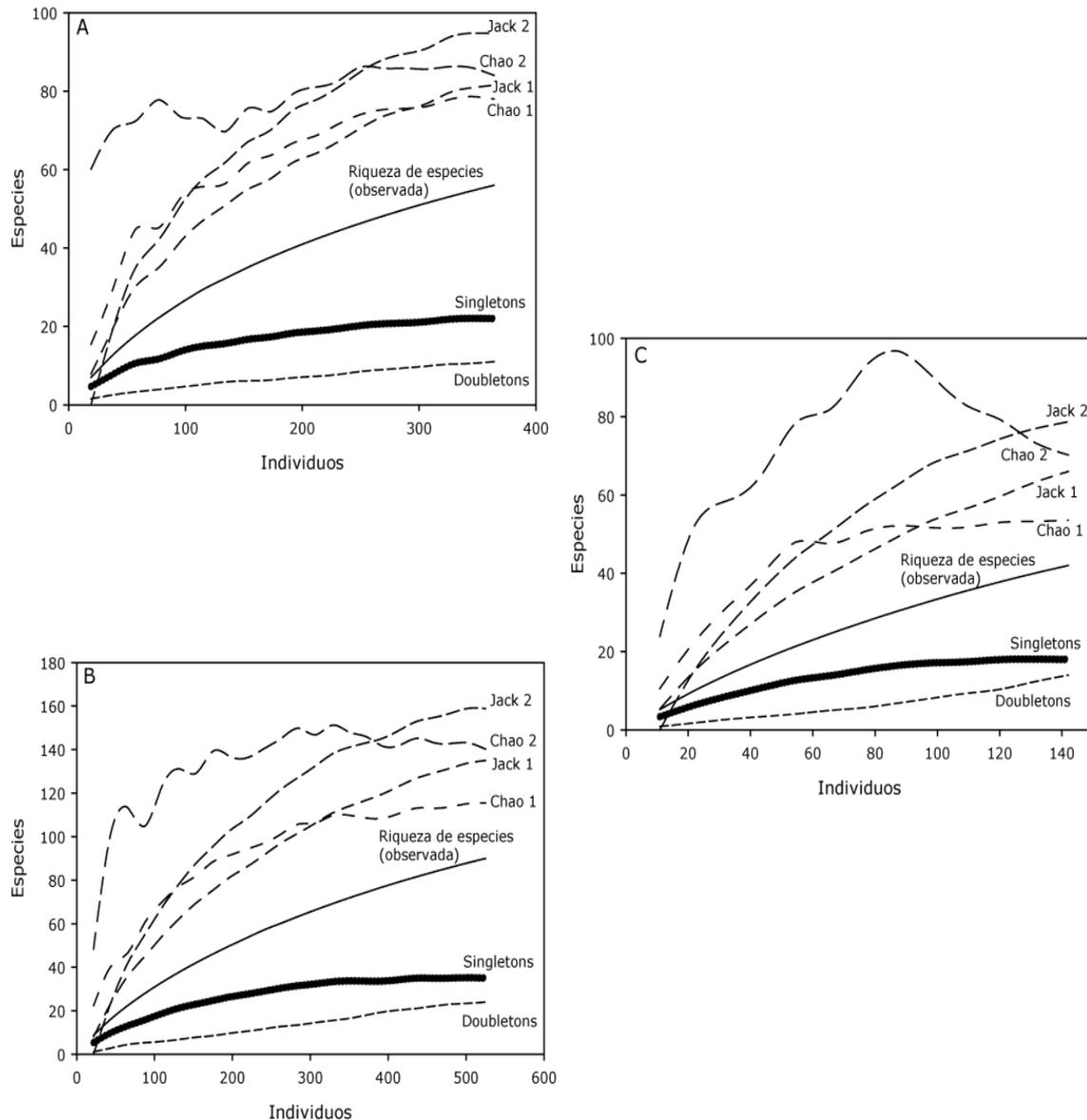


Figura 8.2.- Riqueza de especies observada y estimada en los olivares ecológicos diferenciándose entre los distintos estratos muestreados: A) Copa; B) Suelo; C) Vegetación.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el estudio se estima el número de especies presentes en el olivar entre 270 y 322 (Tabla 8.1).



Tabla 8.1.- Estimaciones sobre diversidad en las diferentes localidades muestreadas. Como unidad de muestra (nº de muestreos) se tomaron las diferentes fechas de recolección de ejemplares. Los colores de relleno corresponden al manejo agronómico de cada una de las parcelas muestreadas (blanco = ecológico; gris = integrado; negro = convencional). Las localidades se ordenan según las provincias más profusamente estudiadas (Granada: A-DT; Jaén: AL-TSC y Córdoba: P1-P9).

Localidades	Nº muestreos	Especies	Singltons (%)	Doubletons (%)	Únicas (%)	Duplicadas (%)	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2
A	26	88	32 (36.4)	17 (19.3)	40 (45.5)	17 (19.3)	115.11	132.05	123.46	145.32
B	31	140	46 (32.9)	23 (16.4)	57 (40.7)	22 (15.7)	186	213.84	195.16	228.58
C	9	26	12 (46.2)	8 (30.8)	19 (73.1)	7 (26.9)	33.33	45	42.88	52.9
DC	2	16	10 (62.5)	4 (25)	14 (87.5)	2 (12.5)	28.43	64.32	23	23
DE	2	15	7 (46.7)	7 (46.7)	13 (86.7)	2 (13.3)	18.5	57.25	21.5	21.5
DJ	2	23	13 (56.5)	4 (17.4)	19 (82.6)	4 (17.4)	44.12	68.12	32.5	32.5
DM	2	15	7 (46.7)	3 (20)	12 (80)	3 (20)	23.16	39	21	21
DN	2	38	25 (65.8)	5 (13.2)	33 (86.8)	5 (13.2)	100.5	146.9	54.5	54.5
DT	2	14	8 (57.1)	3 (21.4)	13 (92.9)	1 (7.1)	24.66	98.5	20.5	20.5
AL	20	100	35 (35)	20 (20)	47 (47)	20 (20)	130.62	155.22	144.65	169.89
FRC	3	22	13 (59.1)	3 (13.6)	17 (77.3)	5 (22.7)	41.5	37.11	33.33	38.16
FRSC	3	18	11 (61.1)	1 (5.6)	12 (66.7)	5 (27.8)	45.5	25.33	26	29.16
LC	12	43	17 (39.5)	9 (20.9)	21 (48.8)	10 (23.3)	59.05	65.05	62.25	72.17
LSC	12	33	16 (48.5)	4 (12.1)	17 (51.5)	6 (18.1)	65	57.08	48.58	58.2
LSP	8	17	9 (69.2)	3 (17.6)	11 (64.7)	5 (29.4)	30.5	29.1	26.62	31.66
TC	12	37	16 (43.2)	8 (21.6)	23 (62.2)	5 (13.5)	53	89.9	58.08	73.46
TSC	12	45	26 (57.8)	11 (24.4)	31 (68.9)	10 (22.2)	75.72	93.05	73.41	91.67
P1	2	18	8 (44.4)	4 (22.2)	16 (88.8)	2 (11.2)	26	82	26	26
P2	2	31	19 (61.3)	4 (12.9)	31 (100)	0	76.12	263.5	46.5	46.5
P3	2	20	13 (65)	4 (20)	17 (85)	3 (15)	41.12	68.16	28.5	28.5
P4	2	27	14 (51.9)	6 (22.2)	24 (88.8)	3 (11.2)	43.33	123	39	39
P5	2	24	13 (54.2)	3 (12.5)	21 (87.5)	3 (12.5)	52.16	97.5	34.5	34.5
P6	2	30	16 (53.3)	8 (26.7)	25 (83.3)	5 (16.7)	46	92.5	42.5	42.5
P7	2	27	16 (59.3)	3 (11.1)	27 (100)	0	69.66	202.5	40.5	40.5
P8	2	28	17 (60.7)	3 (10.7)	26 (92.9)	2 (7.1)	76.18	197	41	41
P9	2	19	10 (52.6)	6 (31.6)	18 (94.7)	1 (5.3)	27.33	181	28	28
OLIVAR	53	218	58 (26.6)	32 (14.7)	71 (32.6)	36 (16.5)	270.56	288.01	287.66	322

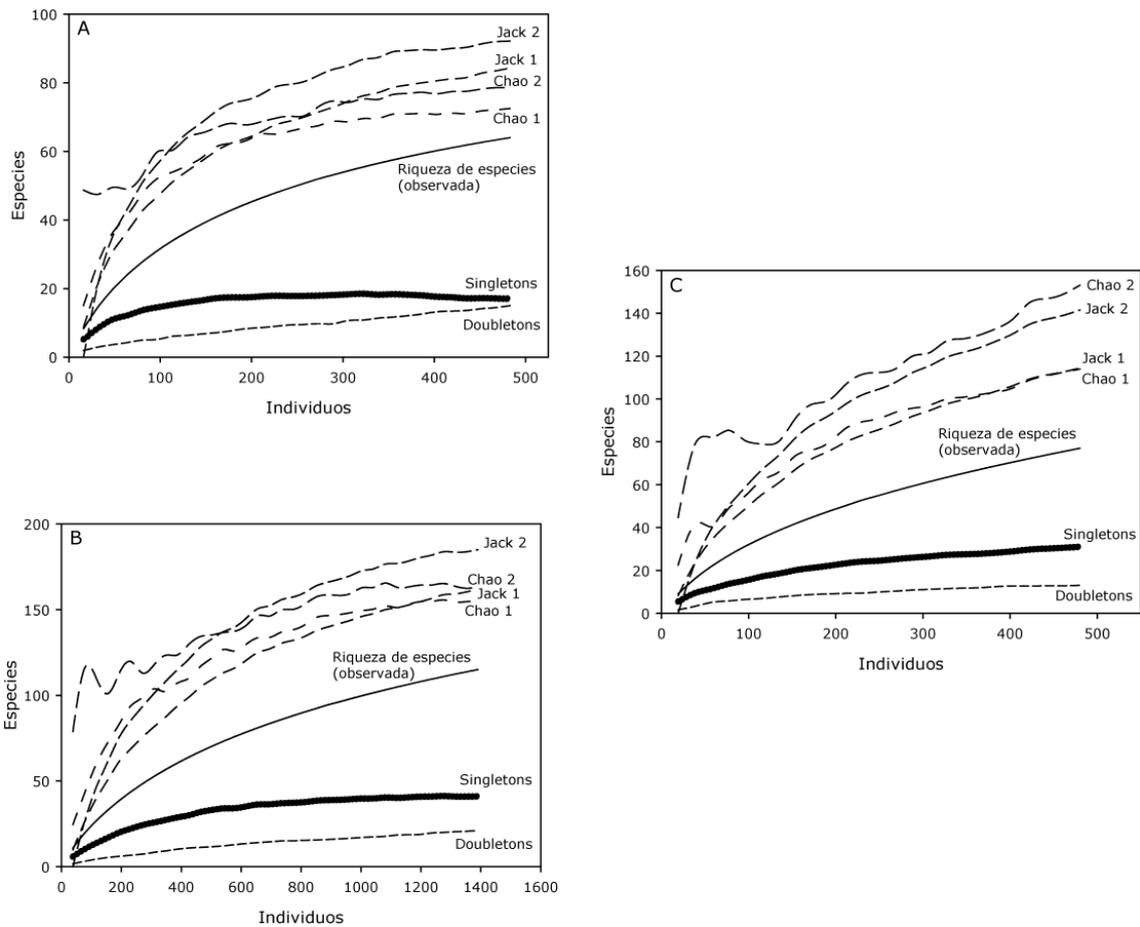


Figura 8.3.- Riqueza de especies observada y estimada en los olivares de manejo integrado diferenciándose entre los distintos estratos muestreados: A) Copa; B) Suelo; C) Vegetación.

Se repitió el procedimiento para cada uno de los manejos y zonas muestreadas (copa, vegetación y suelo). En el caso del manejo ecológico, los estratos de copa y vegetación ofrecen una riqueza de especies similar e inferior al suelo (Figura 8.2). En el integrado es el suelo también el que presenta mayor riqueza de especies seguido por la vegetación y la copa (Figura 8.3). Igualmente, bajo manejo convencional la mayor riqueza de especies se registró en suelo (Figura 8.4).

Entre manejos las diferencias muestran una mayor riqueza de especies de arañas de copa en los olivares convencionales, ecológicos e integrados, por este orden (Figura 8.5-A). En las otras dos zonas muestreadas (suelo y vegetación) la mayor riqueza de especies se encontró bajo manejo integrado, seguido por el ecológico (Figura 8.5-B, 8.5-C). Aunque las diferencias señaladas en las gráficas no fueron en ningún caso significativas.

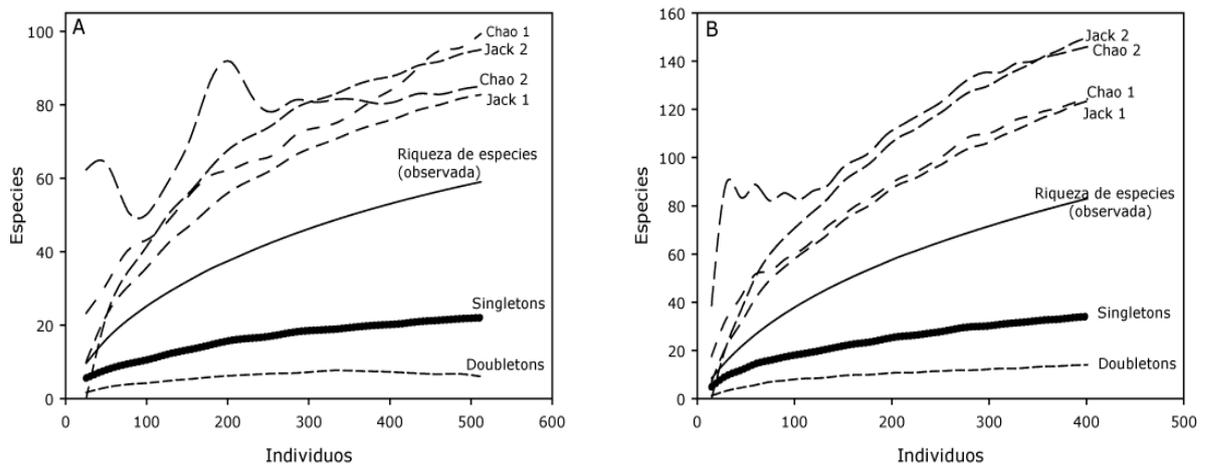


Figura 8.4.- Riqueza de especies observada y estimada en los olivares convencionales diferenciándose entre los distintos estratos muestreados: A) Copa; B) Suelo. En el manejo convencional no existe una cobertura vegetal de suficiente porte por lo que no se recogieron arañas de ese estrato.

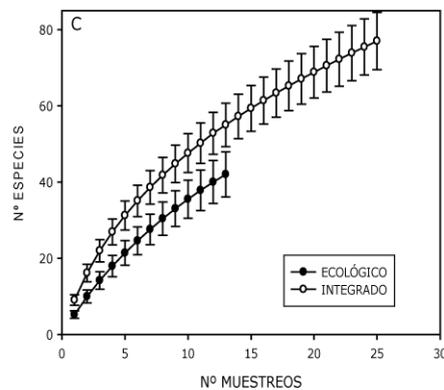
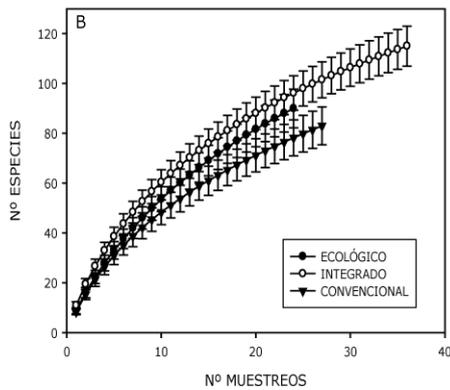
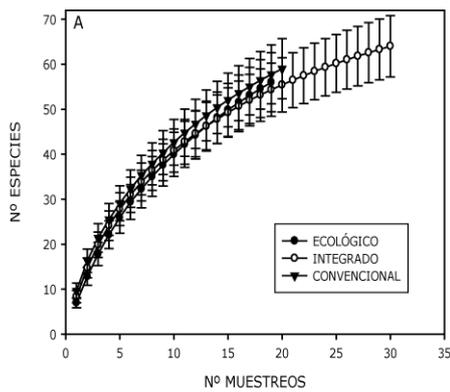


Figura 8.5.- Riqueza de especies entre manejos en A) copa, B) suelo y C) cubierta vegetal (no aparece el convencional porque carecen de cobertura). Las barras de error corresponden a la desviación típica.



Análisis multivariante

En un primer análisis PCA se demuestra una patente ordenación de las parcelas bajo manejo ecológico según la aparición de arañas en las mismas, respondiendo a las diferentes técnicas agronómicas de manejo (Figura 8.6). En los otros dos casos el análisis no demuestra diferencias entre manejos, lo que no permite agrupar los manejos integrado y convencional por la existencia de varias parcelas que tras el análisis ofrecen características similares, en lo que hace referencia a presencia de arañas, aún siendo asignadas a diferentes manejos agronómicos.

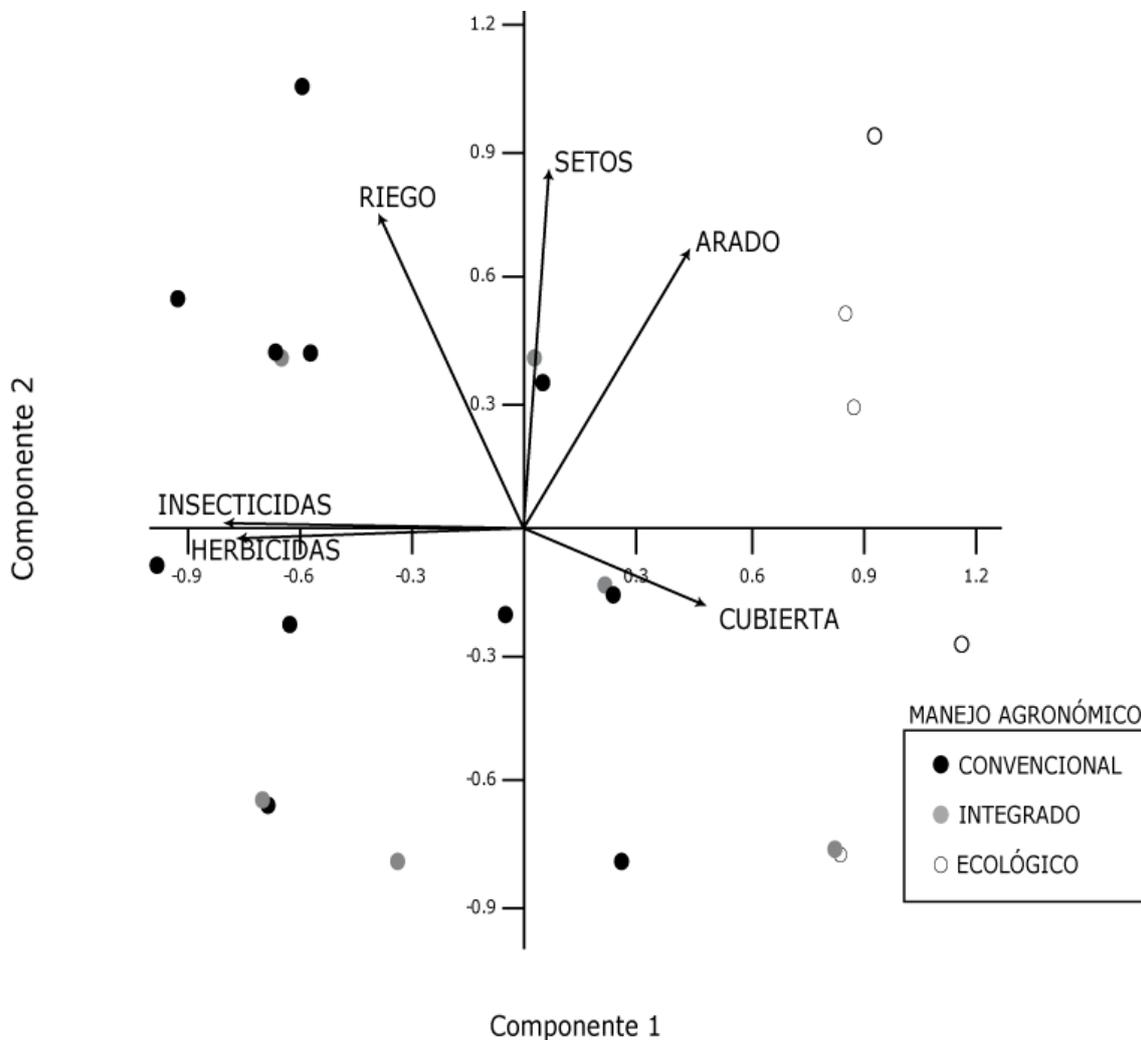


Figura 8.6.- Análisis de componentes principales (PCA) que muestra la relación de la presencia de arañas en los diferentes olivares muestreados con las características ambientales propias de cada parcela. Manejo convencional = ● ; manejo integrado = ● ; manejo ecológico = ○ .



Según estos resultados que nos revela la presencia de arañas, el manejo integrado se graduaría desde casos de parcelas con características agronómicas muy semejantes al manejo convencional hasta otros que estarían más cercanos al manejo agronómico ecológico. En cuanto a los factores más importantes que condicionan esta distribución de arañas en las parcelas estarían, en el caso del manejo ecológico la no utilización de productos pesticidas (insecticidas y herbicidas) así como la presencia de setos en los márgenes del cultivo. Existirían por otra parte factores intermedios que condicionarían esta agrupación, como son la presencia o no de cubierta vegetal, muy ligada con el manejo del suelo (forma de laboreo del mismo), sobre todo en el caso de las parcelas con manejo integrado.

En un primer CCA se evaluó el impacto que las diferentes prácticas agronómicas tuvieron sobre las familias de arañas encontradas en el olivar (Figura 8.7). El primer resultado que se puede destacar es que la presencia de las familias se encuentra condicionada por los siguientes factores, en orden de importancia: manejo del agua, manejo del suelo, empleo de pesticidas, presencia de setos marginales en el cultivo y mantenimiento de una cubierta vegetal en las calles del olivar.

No se observó una agrupación clara de las parcelas según manejos, con muchos casos coincidentes. Las familias de arañas se ven afectadas de diferente manera por las prácticas agronómicas. Sin embargo, algunas de las familias más abundantes en olivar (Gnaphosidae, Zodariidae, Salticidae, Theridiidae, Thomisidae, Philodromidae) y otras (Sicariidae, y Oonopidae) se sitúan en la misma región de la gráfica, y no parecen afectadas de forma significativa por ninguna de las variables estudiadas, ya que se sitúan en una región próxima al origen de los ejes. Otras dos familias muy importantes desde el punto de vista de su abundancia como son Araneidae y Oxyopidae se ven beneficiadas por la presencia de un suelo desnudo en olivares con riego. Por último varias familias demuestran unas tendencias muy claras viéndose fomentada su presencia por la concurrencia de varios de los factores analizados. Sería el caso de familias como Cyrtoucheniidae, Anyphaenidae, Dictynidae, Lycosidae, Liocranidae y Corinnidae que aparecen en condiciones de régimen de riego y suelo desnudo. Para otras es más importante a la hora de explicar su presencia la existencia de riego en el olivar con la presencia de setos marginales en el cultivo. Sería el caso de familias como Agelenidae, Dysderidae, Uloboridae, Oecobiidae y Titanoecidae. En el caso de familias como Hahniidae, Pisauridae serían factores como el uso de pesticidas (insecticidas y herbicidas) así como la presencia de cubierta vegetal la que explicaría su aparición en los olivares estudiados. Por último mencionar el caso de algunas familias como Miturgidae, Mimetidae y Pholcidae para las que su presencia se ajustaría a unas condiciones de secano. Evidentemente, no aparece ninguna familia que se aproveche de forma única y clara del empleo de pesticidas. Aunque, como veremos seguidamente en cada una de estas familias (mayoritarias en cuanto a su abundancia) puede haber casos particulares de especies con otras tendencias. En los análisis se calcularon también los valores propios (*eigenvalues*) que indicaron cómo quedaba expresada la variabilidad de forma principal entre los diferentes ejes calculados para el análisis (Tabla 8.2).

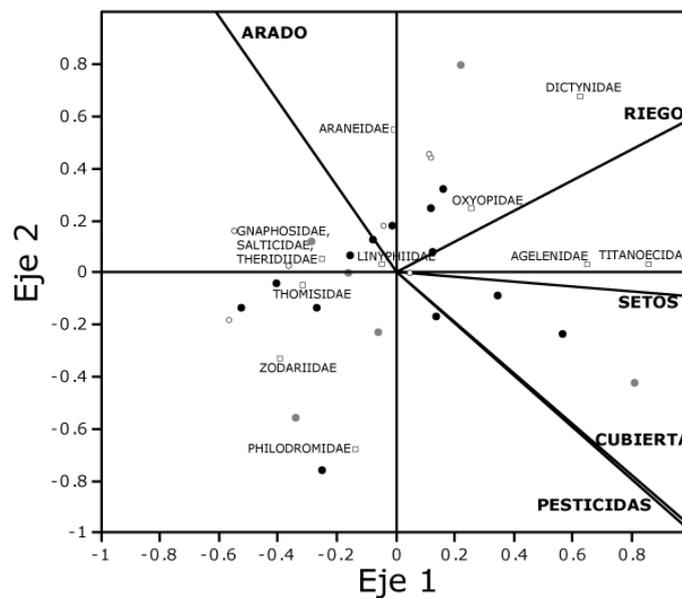
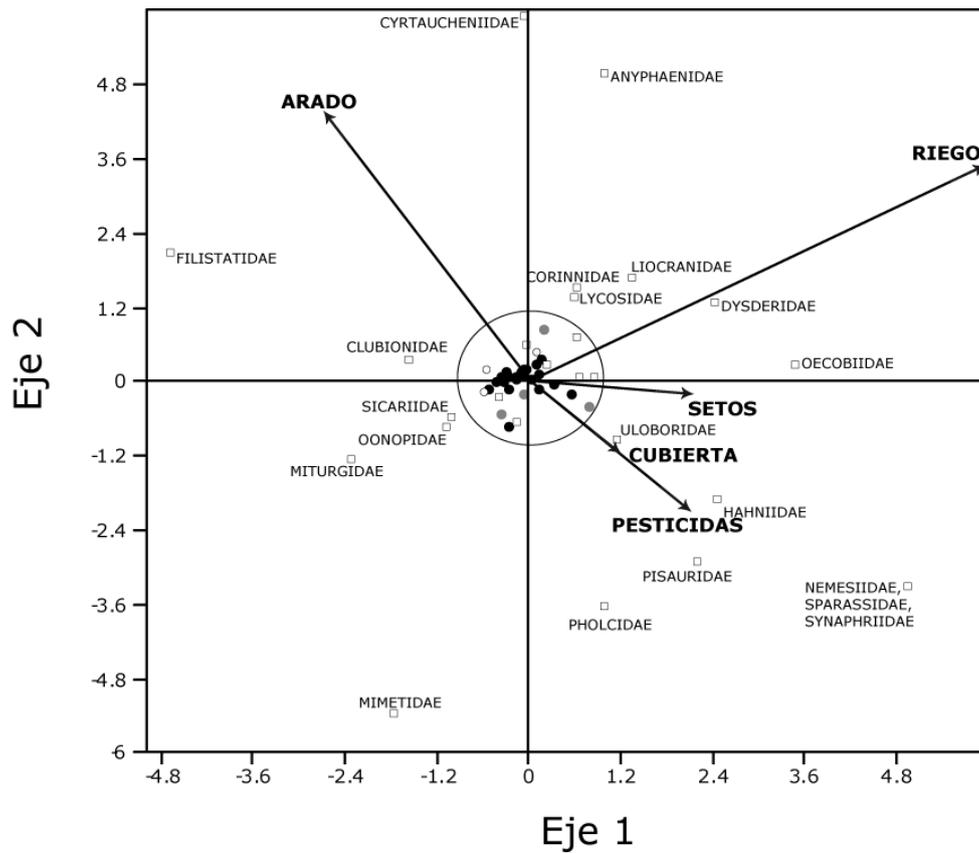


Figura 8.7.- Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para las familias encontradas en el olivar: General (superior) y origen de los ejes (inferior). Muestra el impacto de las diferentes prácticas agronómicas (vectores) de acuerdo al manejo agronómico empleado: Ecológico (○); Integrado (●) y Convencional (●).



Tabla 8.2.- Valores propios (*eigenvalues*) de los ejes según los diferentes análisis de correspondencia canónica (CCA) realizados.

Eje CCA	Valor propio-familias	Valor propio-copa	Valor propio-suelo	Valor propio-cubierta
1	0.0884	0.0817	0.1194	0.0843
2	0.0829	0.0305	0.0807	0.0481
3	0.0331	0.0240	0.0427	0.0334
4	0.0297	0.0196	0.0346	0.0206

Los resultados del CCA de especies de copa se muestran en la figura 8.8 y la tabla 8.2. Estos resultados nos indican la existencia de especies representativas en el olivar con capacidad de aparecer en condiciones de manejo más cercano a lo que se define como convencional (uso de fertilizantes, presencia de suelo desnudo, uso de herbicidas, no laboreo, uso de insecticidas,...) como *Thyene imperialis* (Rossi). También se destaca el hecho que miembros de una misma familia respondan de manera muy diferente a estos factores, como en el caso de algunos saltícidos: *S. scenicus* (Clerck), *Salticus* sp, *Salticidae* sp ind, y oxiópidos como *Oxyopes* sp, *O. nigripalpis* Kulczyn'ski. La especie más abundante en copa, *Xysticus* sp, responde de una manera muy clara a una práctica agronómica como el arado. Otras especies parecen verse favorecidas en diverso grado por condiciones de utilización de insecticidas en ambiente de seco como *P. cespitum* (Walckenaer), *Philodromus* sp, *Salticidae* sp ind y *Theridion* sp. Finalmente, también nos encontramos con especies que requieren unas condiciones de manejo de productos fitosanitarios menos agresivas (no uso de insecticidas, herbicidas) sería el caso de *S. scenicus*. La especie más favorecida por la presencia de un factor como la presencia de cubierta vegetal sería un terídido (*Theridiidae* sp ind).

En copa los factores que más condicionan la presencia de estas especies de arañas serían el manejo del agua, el uso de herbicidas, fertilizantes e insecticidas, la práctica de arado y por último la presencia de setos marginales en el cultivo y la existencia de cubierta vegetal.

En la cubierta vegetal (Figura 8.9) nos encontramos con varias especies entre las que volvemos a destacar una de ellas, *Oxyopes* sp, que parece verse amparada en las condiciones de manejo con insecticidas, aunque otros miembros de su familia muestren una tendencia contraria, algo que se intentará posteriormente. Este mismo resultado nos muestran otras especies como *Linyphiidae* sp ind y *Xysticus* sp. Por el contrario, aparecen otras especies como *O. heterophthalmus*, *O. nigripalpis* y *T. tenuis* (Blackwall, 1852) cuya presencia se ve favorecida por la no utilización de insecticidas ni fertilizantes así como por la presencia de setos marginales en el cultivo.

Entre los factores que condicionan la aparición de esas especies los más importantes fueron, lógicamente, la existencia de cubierta vegetal y el uso de herbicidas, seguido por el empleo de fertilizantes, el arado, la utilización de insecticidas y en menor medida la existencia de setos marginales y el manejo del agua.

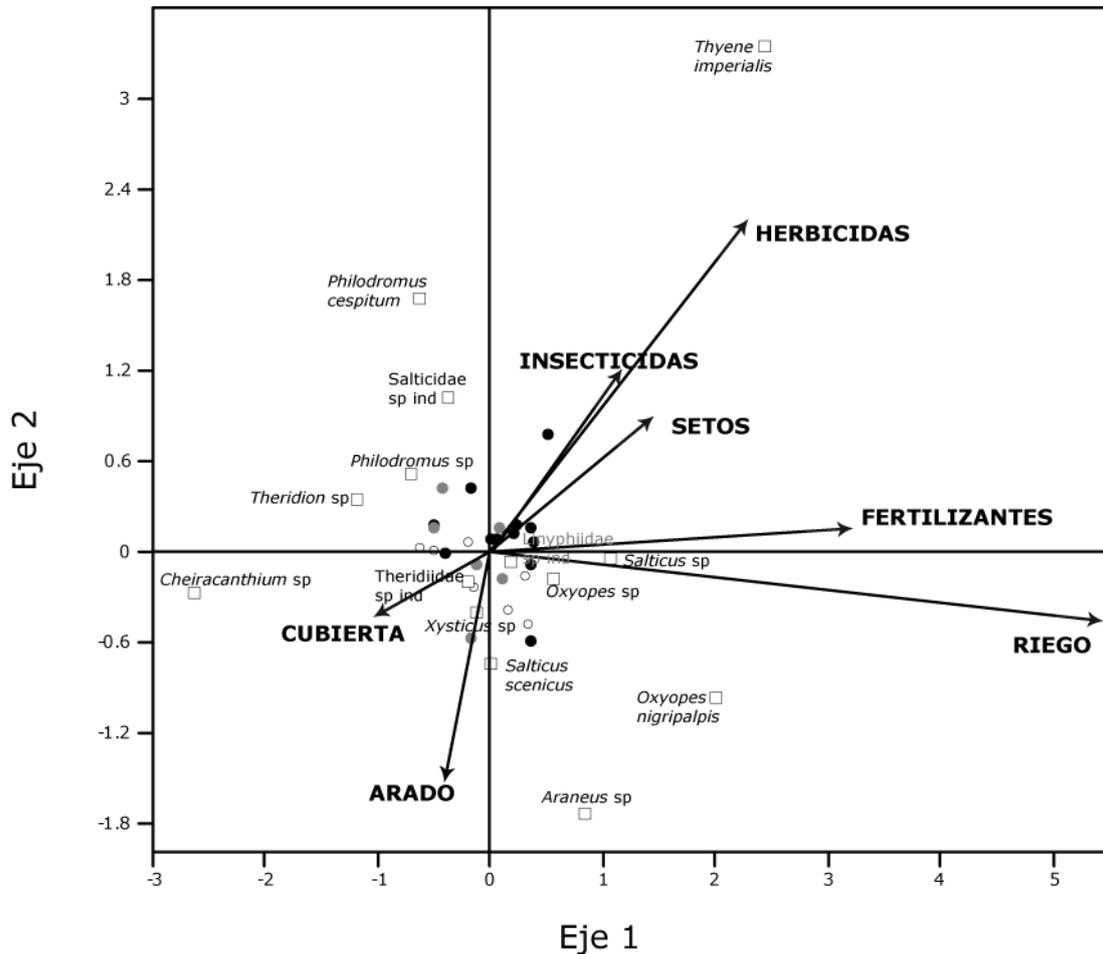


Figura 8.8.- Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para las principales especies encontradas en copa en las parcelas de olivar donde se recolectaron especímenes mediante el método de vareo: Ecológicos (○); Integrados (●) y Convencionales (●).

Por último en suelo (Figura 8.10) encontramos una de las especies, *Nomisia sp*, para la que parece que la presencia de un suelo desnudo se constituye en principal factor a la hora de explicar su aparición en el olivar, algo que también ocurrió al analizar los datos aplicados a las especies mayoritarias de la cubierta vegetal y en condiciones de empleo de productos químicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas). Cabría mencionar aquí los resultados encontrados para la especie más abundante en el olivar, *Z. styliferum* (Simon), y que demuestran una capacidad de adaptación al cultivo, pero sobre todo al ambiente mediterráneo en general porque aparece en condiciones de secano, empleo de fertilizantes, arado y no presencia de setos marginales en el cultivo. Eso sí, emergen varias especies que se ven favorecidas por la concurrencia de diversos factores (presencia de setos marginales, no laboreo, no uso de insecticidas), como: *N. celerrima* (Simon), *Haplodrassus sp*, *Zelotes sp4*, *H. dalmatensis* (L. Koch), *Hogna radiata* (Latreille) y *Z. ruscinensis* Simon.

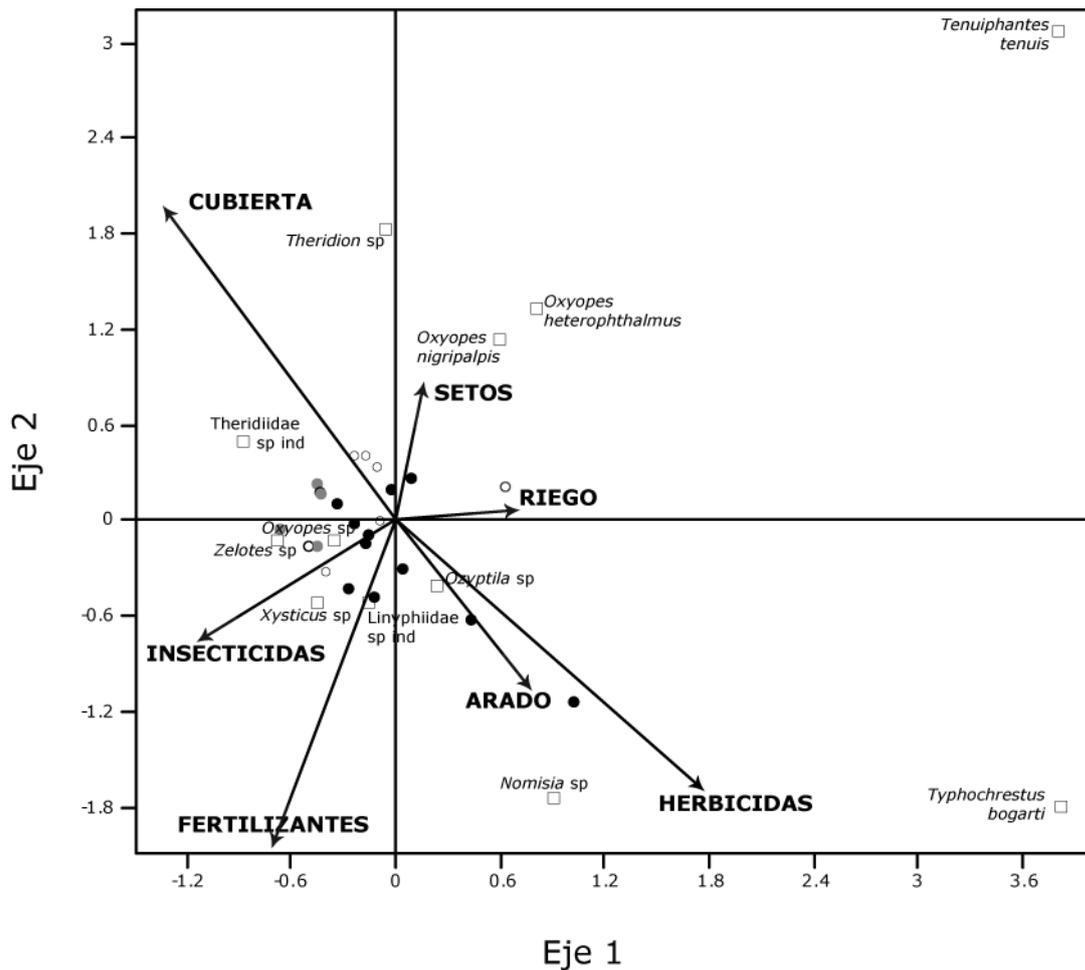


Figura 8.9.- Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para las principales especies encontradas en la vegetación entre las calles de los olivos (□) en los diferentes olivares: Ecológicos (○); Integrados (●) y Convencionales (●).

En este caso la mayor parte de la variación encontrada se explica con el primero de los ejes, como muestra la tabla 8.2. Las variables que más afectan la presencia de especies en el suelo serían, por orden de importancia: manejo del agua, el uso de herbicidas, la existencia de cubierta vegetal, la práctica cultural del arado, el empleo de insecticidas y fertilizantes y por último la aparición de setos marginales en el cultivo.

4. Discusión

Diversidad

Conforme aumenta la intensidad de muestreo aumenta la diversidad aracnológica, aunque existen casos en que el mayor número de especies parece registrarse en las zonas que presentan más heterogeneidad ambiental; bien por la presencia de parches de vegetación



adyacente no perturbada, bien por la presencia de cubierta vegetal, bien por la aparición de perturbaciones cada cierto tiempo (arado), etc. Es decir, que una gran parte de la diversidad de arañas en el olivar procedería de la heterogeneidad del paisaje agrario, derivada de la acción humana y de la existencia de zonas naturales no perturbadas. Hecho ya comprobado por otros autores en zonas agrícolas cultivadas y abandonadas (Duelli *et al.*, 1999).

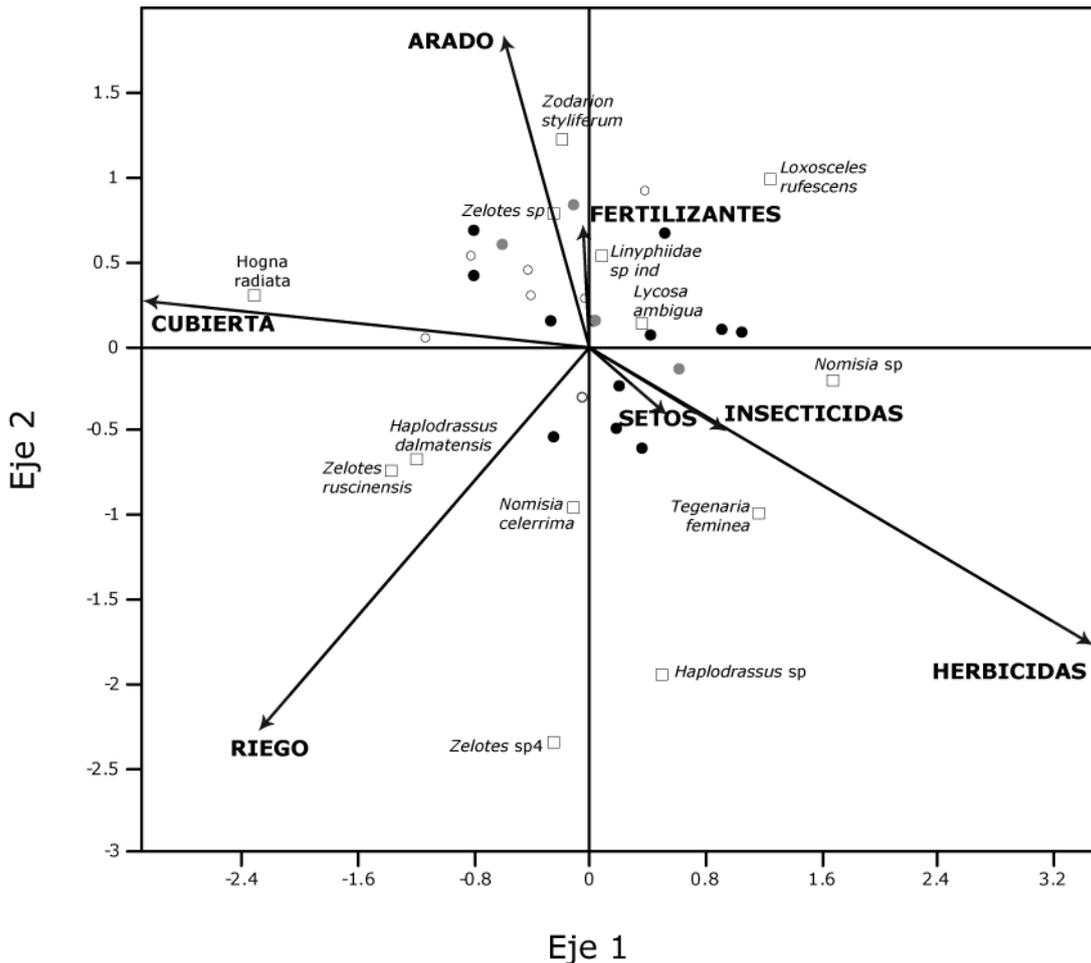


Figura 8.10.- Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para las especies recogidas en el suelo mediante trampas de caída en los distintos olivares: Ecológicos (○); Integrados (●) y Convencionales (●).

Existe una gran cantidad de especies que aparecen en el olivar representadas por uno o dos individuos. Una posible explicación provendría de la propia naturaleza de la comunidad de arañas en las zonas cultivadas (Büchs *et al.*, 2003). La comunidad de arañas está, a priori, dominada por las llamadas especies pioneras, debido a las diferentes perturbaciones creadas por el sistema que periódicamente reajustan la sucesión del agroecosistema a cero en algunos casos.



No existieron diferencias significativas para la riqueza de especies entre los diferentes manejos agronómicos, algo que está de acuerdo con resultados previos en otros estudios similares (Weibull *et al.*, 2003). Las pequeñas diferencias encontradas entre los diversos casos, se pudieron deber a los cambios en la heterogeneidad ambiental a nivel de cada una de las parcelas muestreadas en cada manejo. La diversidad de las arañas del olivar parece estar influenciada, a semejanza de otros agroecosistemas (Clough *et al.*, 2005) por las diferencias en la escala ambiental (complejidad del hábitat), pero no por otras como el manejo agronómico, resaltando la importancia del análisis sobre distintas escalas espaciales para una adecuada explicación de los patrones de biodiversidad. Los resultados obtenidos insinúan que promoviendo la heterogeneidad en el uso del suelo y a escala de paisaje agrario se favorece la diversidad de las arañas en un agroecosistema como el olivar.

Análisis multivariante (PCA, CCA)

Los resultados encontrados tras el PCA nos sugieren una ordenación de las parcelas según la presencia de arañas, realizada por manejos agronómicos, lo que estaría conforme con algunas de las prácticas culturales del olivar. En el caso del manejo ecológico se podría considerar, de acuerdo a la presencia de arañas, un rango de factores agronómicos entre los que estarían la existencia de la cubierta vegetal y setos marginales, la no utilización de productos herbicidas ni insecticidas sintéticos como los componentes de mayor influencia a la hora de definir el olivar ecológico. Uno de estos factores, la presencia y diversidad de vegetación en ciertas épocas del año, se ha comprobado que puede estar correlacionada con la presencia y diversidad de las arañas (Haskins y Shaddy, 1986).

Esto nos indicaría que la presencia de arañas en los olivares ecológicos sigue un patrón característico, propio y diferenciador con respecto al resto de manejos agronómicos del olivar. A este nivel los resultados encontrados permitirían la comparación con otras comunidades ya que al trabajar a niveles de comunidad aumenta, en ocasiones, la calidad de la capacidad bioindicadora sobre el nivel de especie, aparte de permitir una reducción en el tamaño de muestra a tomar, manteniéndose esa capacidad (Perner, 2003). Se reafirmaría que para las arañas existirían factores como el tipo de hábitat (directamente influenciado por las prácticas agronómicas) así como el manejo del suelo y la existencia de zonas adyacentes no perturbadas, constituyendo factores muy importantes a la hora de explicar la aparición de especies y la estructura de una comunidad de arañas en el agroecosistema (Jeanneret *et al.*, 2003).

No existirían diferencias de agrupación según los diferentes factores estudiados para los otros dos tipos de manejo, lo que apunta o bien que se deberían definir los mismos más claramente o se deberían unir a la hora de afrontar futuros análisis.

Cuando se intentaron aproximar estos análisis para niveles taxonómicos más bajos (familias y especies) se decidió realizar un análisis de correspondencia canónica para obtener resultados más representativos, es decir, sólo en aquellos casos de arañas especialmente importantes desde el punto de vista de su abundancia. También se determinó evaluar el efecto de los



diferentes manejos sobre los tres niveles muestreados, copa, suelo y cubierta vegetal, ya que el impacto de cada factor a evaluar será diferente entre estos estratos (Pearce y Venier, 2006). Algo que, como se ha comprobado, ocurre en esta situación, donde la incidencia de los factores estudiados, fue diferente en los tres estratos que se muestrearon en el olivar.

Una vez vistos los resultados de las diferentes familias de arañas se valora la posibilidad de afrontar el análisis de las principales especies (aquellas que representaron al menos el 10% de las capturas en cada una de las zonas muestreadas) y ver su comportamiento ante los diferentes factores a analizar. Estas especies, agrobiontes o agrófilas, se caracterizaron por presentar, en general, muy poca variación en su distribución entre parcelas, encontrarse entre las especies dominantes y cuyo ciclo de vida parece estar sincronizado con la fenología del cultivo principal (Samu y Szinetár, 2002). Esto último es algo que las arañas cumplen, como se pudo comprobar en los capítulos sobre control biológico e incidencia de las cubiertas vegetales en el que se mostraba que su fenología se ajusta a la del olivar teniendo sus máximos de población en dos momentos importantes del cultivo, durante la época de floración (final de la primavera) y durante el periodo de crecimiento del fruto (después del verano).

En suelo, especies como *Xysticus* sp y *Zelotes* sp se han revelado como potenciales bioindicadores del buen estado del suelo de zonas arboladas (Willet, 2001) y en nuestro caso se ven favorecidos por la presencia de cubierta vegetal. La estructura de la vegetación determina tanto la composición de especies de arañas como su abundancia en ciertos agroecosistemas (Dennis *et al.*, 2001) y por otra parte, la reducción de esta cubierta vegetal, debido al empleo de herbicidas, provoca la reducción en la calidad del hábitat para las arañas que consecuentemente se ven afectadas de forma negativa (Bell *et al.*, 2002).

El caso de *Oxyopes* sp se podría explicar porque en un primer momento, estadíos juveniles, o bien no se verían afectados por el empleo de productos pesticidas o puede ser que sus presas potenciales no se vean contaminadas por estos agentes y no causaran efectos perniciosos sobre ellas. Se ha comprobado en algunos casos que muchos insecticidas son relativamente poco tóxicos para las arañas en campo (Reisig *et al.*, 1982). Posteriormente conforme aumenta su desarrollo sí se podrían ver afectadas por el empleo de productos químicos que influirían su presencia y abundancia. Y es por lo que especies como *O. heterophthalmus* y *O. nigripalpis* se ven más afectadas por la aplicación de productos químicos en otros estratos; copa y, sobre todo, vegetación (Figuras 8.8 y 8.9).

Z. styliferum, la especie más abundante en el suelo del olivar oriental andaluz (ver capítulo faunística) presenta una respuesta que refleja más su adaptación a nuestra particularidad climática que a las prácticas culturales vigentes. Esta especie es la claramente dominante entre las de su familia en las zonas de clima mediterráneo de la Península Ibérica (Pekár, comunicación personal).



5. Conclusión

Las arañas en el olivar presentan una diversidad que no varía en una escala según manejos, pero que sí lo hace según la escala marcada por las particularidades propias de cada olivar. La presencia y riqueza de especies se vería favorecida en condiciones de heterogeneidad ambiental, brindada por la presencia de vegetación (setos y cubierta vegetal en el mismo). Variando el manejo de las zonas con cubierta vegetal, dentro del cultivo, o manteniendo las adyacentes se conserva una variabilidad estructural que sustenta un mosaico espacial, favoreciendo el óptimo de fauna aracnológica.

El PCA nos permite definir de una manera clara el manejo agronómico ecológico, según la presencia de arañas, por las siguientes prácticas culturales: la presencia de la cubierta vegetal, la no utilización de productos herbicidas ni insecticidas sintéticos y la presencia de setos marginales en el olivar y en condiciones de manejo del agua que pueden ir desde el secano al riego.

El CCA refleja una ligera influencia de algunas prácticas agronómicas sobre las familias más abundantes, aunque dentro de las mismas existen especies con respuestas muy diversas frente a esos mismos agentes.

Los factores más importantes que influyen más sobre la presencia de arañas en copa son el manejo del agua, el uso de herbicidas y fertilizantes. En la vegetación los más significativos son el manejo del suelo, el uso de herbicidas y de fertilizantes. Por último, en el suelo los factores que explican esa presencia son el manejo del agua, el empleo de herbicidas, y el manejo del suelo.



6. Bibliografía

- Bell, J.R., Houghton, A.J., Boatman, N.D., Wilcox, A. 2002. Do incremental increases of the herbicide glyphosate have indirect consequences for spider communities? *Journal of Arachnology*. 30, 288-297.
- Büchs, W., Harenberg, A., Zimmermann, J., Weiß, B. 2003. Biodiversity, the ultimate agri-environmental indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98, 99-123.
- Burnham, K.P., Overton, W.S. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*. 60 (5), 927-936.
- Chao, A. 1984. Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics*. 11, 265-270.
- Chao, A. 1987. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. *Biometrics*. 43, 783-791.
- Clough, Y., Kruess, A., Kleijin, D., Tscharncke, T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *Journal of Biogeography*. 32, 2007-2014.
- Colwell, R.K., Coddington J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*. 345, 101-118.
- Dennis, P., Young, M.P., Bentley, C. 2001. The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 86, 39-57.
- Duelli, P., Obrist, M.K., Schmatz, D.R. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74, 33-64.
- Equihua, M. 1990. Fuzzy clustering of ecological data. *Journal of Ecology*. 78, 519-534.
- Gotelli, N.J.; Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4, 379-391.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*. 4 (1), 9.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. 2007. PAST version 1.70. On line at: <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Haskins, M.F., Shaddy, J.H. 1986. The ecological effects of burning, mowing, and plowing on ground-inhabiting spiders (Araneae) in an old-field ecosystem. *Journal of Arachnology*. 14, 1-15.
- Hose, G.C., James, J.M., Gray, M.R. 2002. Spider webs as environmental indicators. *Environmental Pollution*. 120, 725-733.
- Jeanneret, P., Schüpbach, B., Pfiffner, L., Herzog, F., Walter, T. 2003. The Swiss agri-environmental programme and its effects on selected biodiversity indicators. *Journal for Nature Conservation*. 11, 213-220.

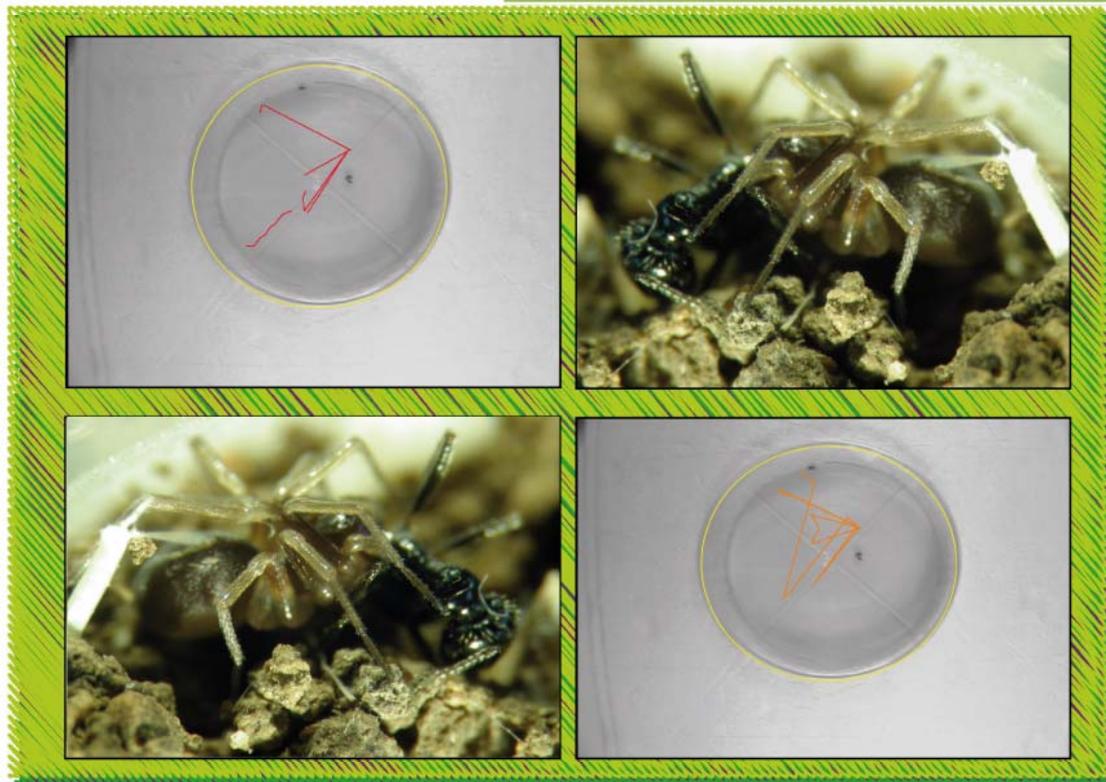


- Jiménez-Valverde, A.; Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8, 151-161.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Botkin, D.B. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*. 14, 941-950.
- Marc, P., Canard, A., Ysnel, F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74 (1-3), 229-273.
- McGeoch, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*. 73, 181-201.
- New, T.R. 1999. Untagging the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. *Journal of Insect Conservation*. 3, 251-256.
- New, T.R. 2007. Are predatory arthropods useful indicators in Australian agroecosystems? *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 47 (4), 450-454.
- Norris, K.C. 1999. Quantifying change through time in spider assemblages: sampling methods, indices and sources of error. *Journal of Insect Conservation*. 3, 309-325.
- Oliver, I., Mac Nally, R., York, A. 2000. Identifying performance indicators of the effects of forest management on ground-active arthropod biodiversity using hierarchical partitioning and partial canonical correspondence analysis. *Forest Ecology and Management*. 139, 21-40.
- Paoletti, M.G. 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74, 1-18.
- Pearce, J.L., Venier, L.A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: a review. *Ecological Indicators*. 6, 780-793.
- Pearce, J.L., Venier, L.A., Eccles, G., Pedlar, J., McKenney, D. 2004. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. *Biodiversity and Conservation*. 13, 1305-1334.
- Perner, J., Malt, S. 2003. Assessment of changing agricultural land use: response of vegetation, ground-dwelling spiders and beetles to the conversion of arable land into grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98, 169-181.
- Platnick, N. I. 2007. The world spider catalog, version 8.0. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Reising, W.H., Heinrichs, E.A., Valencia, S.L. 1982. Effects of insecticides on *Niloparvata lugens* and its predators: Spiders, *Microvelia atrolineata*, and *Cyrtorhinus lividipennis*. *Environmental Entomology*. 11 (1), 193-199.
- Samu, F., Szinetár, C. 2002. On the nature of agrobiont spiders. *Journal of Arachnology*. 30, 389-402.
- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tschardtke, T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology*. 42, 281-287.



- Smith, E.P., van Belle, G. 1984. Nonparametric Estimation of Species Richness. *Biometrics*. 40, 119-129.
- SPSS Inc. 2005. SPSS para Windows Versión 14.0.1.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*. 62 (5), 1167-1179.
- Topping, C.J., Sunderland, K.D. 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology*. 29, 485-491.
- Uetz, G.W., Unzicker, J.D. 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology*. 3, 101-111.
- van Straalen, N.M. 1997. Community Structure of Soil Arthropods as Bioindicator of Soil Health. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.R. (eds.). CAB International. pp 235- 264.
- Venn, S.J., Kotze, D.J., Niemela, J. 2003. Urbanization effects on carabid diversity in boreal forests. *European Journal of Entomology*. 100, 73-80.
- Volkmar, C., Lübke-Al Hussein, M., Jany, D., Hunold, I., Richter, L., Kreuter, T., Wetzel, T. 2003. Ecological studies on epigeous arthropod populations of transgenic sugar beet at Friemar (Thuringia, Germany). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 95, 37-47.
- Weibull, A., Östman, O., Granqvist, A. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation*. 12, 1335-1355.
- Willet, T.R. 2001. Spiders and Other Arthropods as Indicators in Old-Growth Versus Logged Redwood Stands. *Restoration Ecology*. 9 (4), 410-420.
- Wise, D.H., Chen, B. 2002. Impact of intraguild predators on survival of a forest-floor wolf spider. *Oecologia*. 121, 129-137.

9.- Selección de presa y comportamiento depredador en la araña mirmecófaga *Zodarion styliferum* (Simon)



1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusión
6. Bibliografía



1. Introducción

Las arañas han sido normalmente catalogadas como depredadores generalistas dado que la mayor parte de sus presas son de igual valor para el depredador y pueden ser sustituidas por otras en su dieta (Slansky y Scriber, 1985; Waldbauer y Friedman 1991; Wise, 1993).

Sin embargo, hay excepciones a esta regla. Por ejemplo, varias especies de arañas de las familias Thomisidae, Theridiidae, Salticidae, Clubionidae, Gnaphosidae, Oecobiidae y Zodariidae, están especializadas en la depredación de hormigas (Glatz, 1967; Porter y Eastmond, 1981; Nentwig, 1986; Gastreich, 1999). También es el caso de los mimétidos (familia Mimetidae) que están especializados en la depredación sobre arañas de la familia Araneidae (Foelix, 1996); y la subfamilia de araneidos Mastophorine, que son especialistas en lepidópteros (Haynes, *et al.*, 2002).

Dentro de los taxones adaptados a la captura de un tipo de presa, la mirmecofagia evolucionó de manera independiente en varios grupos de arañas: Clubionidae (Fowler, 1984), Gnaphosidae (Heller, 1976; Saber y Wunderlich, 1991), subfamilia Hadrotarsine (familia Theridiidae) (Carico, 1978; Gastreich, 1999), Salticidae (Edwards *et al.*, 1974; Cutler 1980; Jackson y van Olphen, 1991, 1992; Li *et al.*, 1996; Jackson *et al.*, 1998; Li *et al.*, 1999) y Zodariidae (Jocqué, 1991), entre otros.

Entre los linajes anteriormente citados hay algunos mirmecófagos dentro de un gran linaje de depredadores generalistas. Es el caso de gnafósidos, clubiónidos, terídidos y saltícidos.

Zodáridos y Hadrotarsine son por completo linajes de especialistas en hormigas. En los zodáridos algunos estudios recientes demuestran su elevado grado de especialización en ciertas especies de hormigas (Pekár, 2004a; Pekár *et al.*, 2005a; Pekár *et al.*, 2005b). Estos estudios demostraron que las arañas del género *Zodarion* tienen preferencia a la hora de seleccionar una presa por individuos de los géneros: *Messor*, *Tapinoma*, *Lassius* y *Formica*.

La selección de presa es el consumo de una presa con relación a la composición del conjunto de las disponibles en un microhábitat dado (Toft, 1999). La información sobre cómo actúa la selección de presa es un requisito previo a cualquier ensayo para el posible empleo de las arañas como agentes de control biológico en cualquier agroecosistema (Nyffeler, 1999).

Mediante el presente estudio se quiere comprobar el comportamiento en la selección de presa en laboratorio de arañas *Zodarion styliferum* sobre tres especies diferentes de hormigas. De acuerdo con la literatura anteriormente citada esta especie tendría una mayor preferencia por hormigas de la subfamilia Myrmicinae frente a las de la subfamilia Formicinae. La araña mostraría una mayor preferencia por una especie de hormiga que sobre otras y la respuesta del depredador sería más rápida ante estas especies.

La selección de esta especie de araña respondió a que los zodáridos constituyen la familia de arañas más abundante en el suelo de los olivares estudiados de las provincias de Córdoba,



Granada y Jaén. En otros estudios de la fauna de arañas de suelo en olivar (Cárdenas *et al.*, 2006) se observó la presencia de individuos de esa familia de arañas en trampas de caída junto a diferentes especies de hormigas, existiendo además una relación entre el número de ejemplares de hormigas muestreadas y el número de *Z. styliferum* recogidos en las trampas de caída en el olivar. Estos datos motivaron a observar el comportamiento de estas arañas en el campo.

En primer lugar se observó que esta araña fue la principal especie de esa familia presente en el olivar (ver capítulo 5) y fue siempre encontrada asociada a varias especies de hormigas en el campo. En dichos estudios se constató la presencia en trampas de caída de individuos de *Zodarion styliferum* junto a las siguientes especies de hormigas: *Aphaenogaster senilis* Mayr, *Cataglyphis velox* Santschi, *Messor barbarus* (Linnaeus), *Tapinoma nigerrimum* (Nylander) y *Tetramorium* sp. Posteriormente, durante octubre de 2005, se determinó la presencia de arañas de esta especie sólo en las cercanías de los nidos de las hormigas y/o de las pistas de alimentación de tres de las especies anteriormente citadas: *Aphaenogaster senilis*, *Cataglyphis velox* y *Messor barbarus*, pertenecientes a dos subfamilias: Myrmicinae y (*Messor barbarus* y *Aphaenogaster senilis*) y Formicinae (*Cataglyphis velox*).

Estas tres especies de hormigas se encuentran entre las más abundantes de los olivares estudiados (Redolfi *et al.*, 2005). Por los motivos anteriormente mencionados se escogieron estas especies para efectuar un experimento de selección de presa y comportamiento depredador en la araña *Zodarion styliferum* que ayude a comprender las relaciones interespecíficas de la red trófica de suelo, dentro del agroecosistema del olivar. Especies como ésta atacan presas individualmente y que son de tamaño similar al suyo (Moya-Laraño y Wise, 2007).

2. Material y métodos

Las observaciones de campo y los especímenes utilizados en los ensayos de laboratorio fueron recogidos entre los meses de octubre de 2005 y junio de 2006 en la finca Cortijo Cajil de 350 ha, situada a 740 m sobre el nivel del mar, a 20 km al norte de la provincia de Granada y con coordenadas geodésicas 37° 18' 28" N 3° 39' 24" W.

Experimentos de comportamiento en laboratorio

A la vista de los resultados obtenidos durante el estudio faunístico del olivar, se muestrearon algunas arañas y hormigas que fueron llevadas al laboratorio para comprobar las condiciones de mantenimiento in vivo de los ejemplares. Las hormigas fueron alojadas en un contenedor de plástico acondicionado para la ocasión (Figura 9.1) con un sustrato de tierra. Fueron alimentadas con levadura de cerveza (como fuente de proteínas), carbohidratos y agua. Cada araña fue dejada en un tubo de ensayo de 10 mm de diámetro y 60 mm de altura con un



sustrato también de tierra, hidratado cada 3 días; fueron alimentadas con hormigas *Messor barbarus* cada 5 días, siguiendo la recomendaciones dadas por Pekár (2004b). El fotoperiodo fue de 12:12 (luz:oscuridad) y la temperatura del laboratorio fue mantenida a 21 +/- 2 °C.



Figura 9.1.- Contenedor en el que se colocaron las hormigas recogidas en campo para su mantenimiento en laboratorio.

Durante Mayo de 2006 se comenzaron los ensayos de laboratorio. Para ello se recogieron ejemplares de arañas (30, 25 para los ensayos y 5 en previsión de posibles pérdidas) y de hormigas *Messor barbarus* (40, 25 para los ensayos y el resto en previsión de pérdidas y para la alimentación de las arañas en laboratorio). Fueron mantenidos en sus recintos correspondientes con las condiciones anteriormente dispuestas. Se observó el comportamiento de *Z. styliferum* sobre las hormigas recogidas, porque en principio fueron las hormigas que más rápidamente se adaptaron a las condiciones de laboratorio.

En cada uno de estos experimentos de laboratorio, la araña fue colocada en una placa de Petri de 90 mm de diámetro con un sustrato artificial, junto con la hormiga (Figura 9.2). Los diferentes comportamientos observados fueron anotados y cuantificada su duración de la siguiente manera: primer encuentro araña-hormiga, inoculación del veneno, comienzo del



consumo, duración del transporte (en el caso de producirse), duración total del consumo y abandono de la presa. Se realizaron un total de 25 interacciones como la anteriormente descrita. En todos los casos se realizaron los experimentos con hormigas obreras adultas un 50% mayor en tamaño que la araña (todos los individuos de tamaño similar). El objetivo de estas experiencias fue diseñar un experimento de selección de presa lo más adecuado posible.



Figura 9.2.- *Zodarion styliferum* macho depredando sobre una hormiga *Messor barbarus* en una placa de petri con sustrato artificial.

Experimentos de comportamiento depredador (análisis de movimiento)

Tras esto se comenzó con la realización de los experimentos de selección de presa. Para ello se ensayó el comportamiento de la araña *Z. styliferum* sobre tres especies de hormigas: *Messor barbarus*, *Cataglyphis velox* y *Aphaenogaster senilis*.

Las arañas y las hormigas fueron recogidas en campo en los días previos al experimento en laboratorio durante las últimas horas de la tarde y las primeras de la noche mediante la captura directa con aspirador bucal y eléctrico. Se recogieron las hormigas necesarias para realizar los experimentos (25-30) de cada especie en previsión de posibles pérdidas de ejemplares vivos durante el transporte y mantenimiento en laboratorio. Asimismo se recogieron un total de 75 arañas adultas con la misma previsión (1/3 para ensayar con cada una de las especies). De éstas hormigas y arañas se utilizaron las siguientes: 20 hormigas *M.*



barbarus, 20 hormigas *A. senilis* y 20 *C. velox* y 60 arañas *Z. styliferum*. Los ejemplares fueron llevados al laboratorio y mantenidos en las condiciones previamente establecidas. Posteriormente a la finalización de los experimentos, tanto las arañas como las hormigas supervivientes fueron liberadas de nuevo en campo.

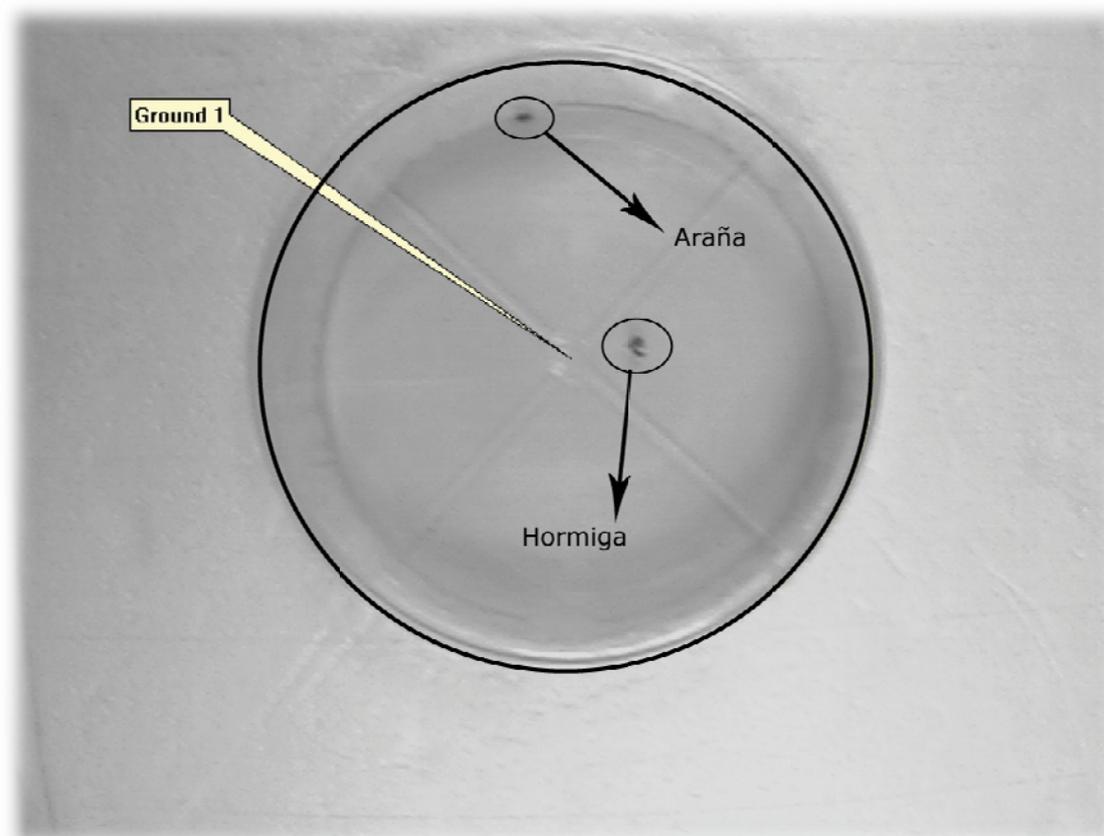


Figura 9.3.- Recinto experimental para el análisis del comportamiento depredador de *Zodarion styliferum*.

En una placa de Petri de 90 mm de diámetro fueron colocados a la vez un ejemplar de araña y otro de una de las especies de hormigas ensayadas (Figura 9.3). Posteriormente se colocó la tapa de la placa y en ese momento se inició la grabación con la videocámara. La duración de la pista fue establecida en 50', de acuerdo a los resultados previos obtenidos en laboratorio. En el caso que durante el tiempo de grabación fijado no se hubiera producido consumo se observó si éste se producía o no después de la finalización de la pista. Esto se realizó hasta pasados 130' de la finalización de la pista de grabación, en los casos que así lo exigieron (para un total de observación de 180'). Se realizaron un total de 60 pistas de grabación de 50' cada una, 20 con cada una de las especies de hormigas que interactuaron con *Z. styliferum*. Evidentemente para cada uno de los ensayos se utilizó un individuo diferente de hormiga y otro de araña. Al igual que para los anteriores experimentos se utilizaron hormigas obreras (50% mayores que las arañas) y arañas adultas todas aproximadamente del mismo tamaño. Las arañas fueron recogidas en el campo al menos 5 días antes de cada experiencia en el



laboratorio y mantenidas con vida de acuerdo a lo enunciado anteriormente. Cada araña seleccionada para el experimento fue dejada en ayuno durante los 5 días previos al ensayo.

Para la grabación se utilizó una videocámara Panasonic CCTV Camera mod. WV BP330/GE y las imágenes fueron observadas en un monitor Panasonic video monitor WV-BM1410/G. Las pistas fueron grabadas en un ordenador Dell E733c con el software para el análisis preinstalado y que también fue utilizado para realizar el posterior análisis de los resultados obtenidos, con la versión 3.1.16 del programa EthoVision (Noldus Information Technology, 2005). EthoVision es un sistema integrado para la detección, grabación y análisis automático del movimiento y el comportamiento que se puede utilizar para detectar el tamaño y la posición de objetos móviles grabados con una videocámara. Una vez los datos son registrados, se pueden calcular una serie de parámetros que describan exactamente cómo se mueven los objetos y cómo interactúan entre ellos. La metodología utilizada fue diseñada de acuerdo a los requerimientos del software y las técnicas de detección (Noldus *et al.*, 2001 y 2002).

Con el software EthoVision se midieron los siguientes parámetros en el depredador (araña) y en la presa (las diferentes especies de hormigas):

- Velocidad del objeto (Velocity), es decir, la distancia recorrida por unidad de tiempo, medida en mm/s.
- Distancia al borde de la placa, medida en mm.
- Ángulo de giro. El cambio de dirección del movimiento entre las dos muestras, medido en grados/s.
- Meander (movimiento no-rectilíneo, movimiento en zig-zag). Es el cambio en la dirección del movimiento de un objeto relativo a la distancia que se ha movido. Está medido en grados/mm. En nuestro caso mediría en la hormiga los movimientos de escape de la araña.
- Distancia recorrida por el centro de gravedad del objeto entre dos muestras, medida en mm.
- Heading. Movimiento en relación a una dirección de referencia, a un ángulo de referencia. Se fijó como referencia la posición de los iluminadores que rodeaban el recinto experimental para producir la luz necesaria para registrar las imágenes con la suficiente calidad para que el software las analizase. Se midió en grados.
- Velocidad angular. Cambio en la dirección del movimiento de un objeto por unidad de tiempo. Está medida en grados/s.
- Duración del movimiento, medida en segundos.
- Distancia entre araña y hormiga. La distancia entre el centro de gravedad de los dos objetos, medida en mm. El primer objeto es el actor y el segundo es definido como el receptor del comportamiento (ambos son determinados previamente al ensayo). En nuestro caso el actor es la araña y el receptor fue la hormiga.
- Velocidad de movimiento entre depredador y presa. Se define como la distancia recorrida por unidad de tiempo de un objeto en relación a otro, pudiendo ser hacia el



objeto o alejándose de él. En el caso de la velocidad de movimiento de alejamiento del depredador (relación entre la distancia y la velocidad de la hormiga con respecto a la araña), los objetos cercanos tienen un mayor peso, mientras que los movimientos de alejamiento entre objetos tienen una velocidad de movimiento menor. La velocidad de movimiento desde un objeto es calculada sólo en el caso en el que el movimiento relativo sea igual al movimiento de alejamiento del objeto (del depredador en este caso). Cuantifica la intensidad del movimiento y el movimiento de alejamiento del depredador (intento de eludir la depredación). Las variables calculadas para los movimientos relativos netos fueron las siguientes:

- Movimiento hacia el depredador. Los estados en los que la hormiga muestra un desplazamiento relativo hacia la araña
 - Movimiento de alejamiento del depredador. El estado en el que la hormiga muestra un movimiento relativo de alejamiento de la araña.
 - Ausencia de movimiento relativo. El estado en el que cuando el objeto no muestra desplazamiento relativo en relación al depredador.
 - Ausencia de interacción. El estado en el que los dos objetos están por encima de la distancia máxima de interacción entre ellos.
- Movimiento relativo. La distancia recorrida en relación a la distancia que hay entre los dos objetos; medido en mm. El movimiento relativo es mayor cuando los objetos son cercanos que cuando son lejanos. Los objetos cercanos tienen un mayor movimiento relativo que los objetos lejanos.
 - Proximidad. El tiempo en que el centro de gravedad del depredador está cercano a la presa. Se midió en mm.
 - Frecuencia de exploración (Rearing frequency). El estado en el que el cuerpo del objeto está erecto. Es un parámetro útil para comprobar un comportamiento exploratorio. Solamente se calculó para *Z. styliferum* y se midió en segundos.

Todos estos parámetros obtenidos fueron estadísticamente analizados con tests no paramétricos Kruskal-Wallis, ANOVA, porque los datos presentaban varianzas distintas. Para ello se utilizó el programa SPSS para Windows versión 14 (SPSS Inc., 2005).

3. Resultados

Experimento comportamiento en laboratorio

Antes de hacer la grabación del comportamiento depredador se observaron 25 interacciones depredadoras completas araña/hormiga. En todos los experimentos la araña mató a la hormiga. El comportamiento general no cambió de las fases mostradas en la tabla 9.1.



Tabla 9.1.- Tiempo empleado en las diferentes fases del comportamiento depredador de *Zodarium styliferum* sobre hormigas *Messor barbarus*. Las diferentes cantidades están expresadas en minutos (S.D.=Desviación estándar).

	Mínimo	Máximo	Media	S.D.	Varianza
Primer encuentro	0	13	2.27	2.93	8.6
Inoculación de veneno	1	128	16.96	26.13	682.54
Comienzo del consumo	2	133	21.96	27.32	746.62
Transporte (duración)	1	9	4.2	2.81	7.89
Duración del consumo	15	117	46.96	22.76	518.12
Abandono de la presa	34	190	76.16	34.95	1221.47

- Primer encuentro. En los primeros segundos después de la introducción en el recinto experimental la araña y la hormiga realizaron rápidos movimientos para reconocer el entorno. La araña utiliza la visión para encontrar a su presa. Cuando la localiza se sitúa cerca de ella y la reconoce con su primer par de patas. Con este comportamiento comprueba el estado de la hormiga.
- Inoculación de veneno. La araña intenta morder a la presa cuando le es posible. En algunos casos utiliza su primer par de patas a modo de antenas para palpar a la hormiga de nuevo y realizarle un masaje relajante, aprovechando la morfología similar entre su primer par de patas y la antenas de las hormigas (Pekár y Král, 2001) (Figura 9.4), en las que las setas de la parte inferior de los últimos artejos de las arañas se asemejan a las setas de las antenas en las hormigas. En otros casos el tiempo antes de que la hormiga fuera paralizada la araña permaneció en una posición cercana, a unos 20mm aproximadamente, hasta que la hormiga disminuye su agitación. En algunos casos la araña debe inocular veneno una segunda vez cuando la presa no está totalmente paralizada.
- Inicio del consumo. Cuando la hormiga está paralizada el consumo comienza, siempre por el tórax y finaliza por las patas (Figura 9.2).
- Transporte. La araña transporta su presa durante cierto tiempo en algunos casos. Este comportamiento se asemejaría al observado en el campo y que utilizaran para encontrar un lugar seguro donde devorar a sus presas. Suelen ser zonas oscuras lejanas a los nidos de las hormigas y a sus pistas de alimentación. Se observó transporte en el 60% de las ocasiones. En estos casos la duración depende de la relación entre el tamaño de la presa (siempre hormigas obreras) y la araña (adultos de diferentes estadios).
- Duración del consumo. Al igual que la duración del transporte también se encontró relación con el tamaño relativo entre depredador y presa.
- Abandono de la presa. Finalmente, la presa fue abandonada después que la araña terminase el consumo por las patas de araña. Hay que aclarar que debido a la frágil estructura de los quelíceros de la araña, para introducir el veneno y para consumir a la



presa siempre utiliza zonas de la presa con cutícula fina (membranas intersegmentales).

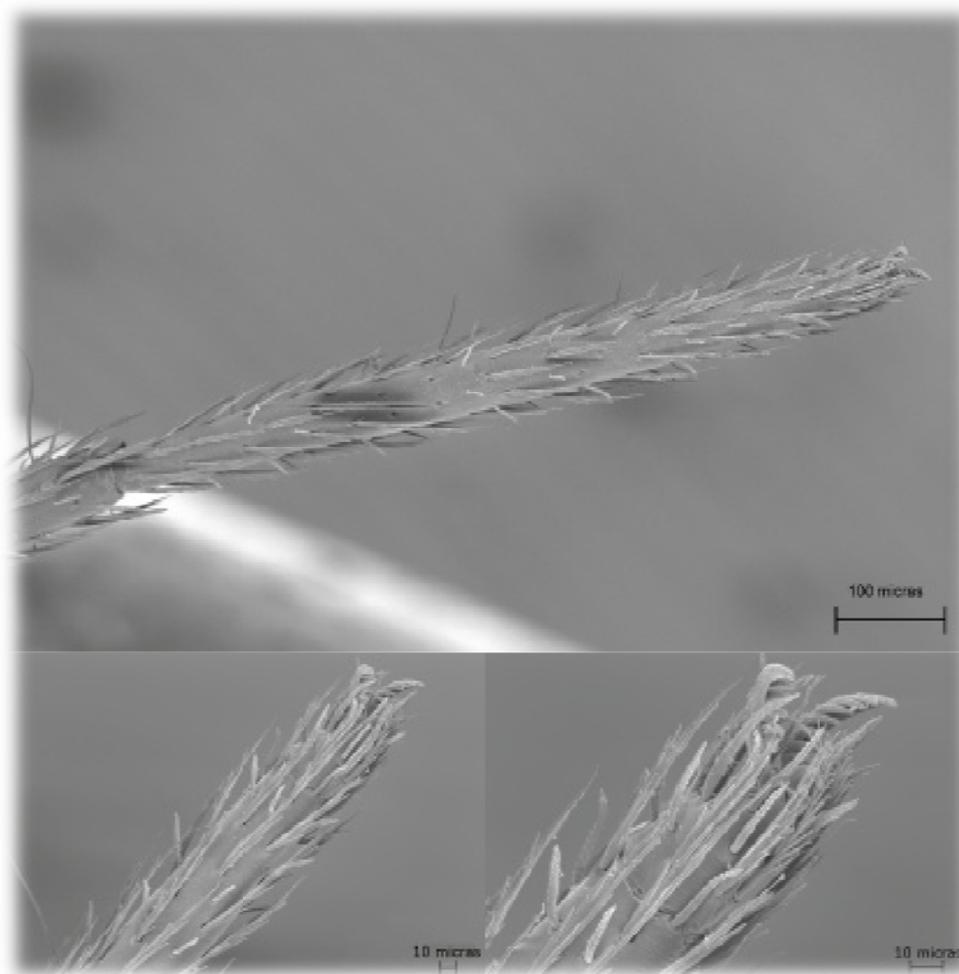


Figura 9.4.- Imágenes de microscopio electrónico de barrido mostrando la estructura de setas del tarso de las pata I de *Z. styliferum*. En la imagen superior se observa una vista general del tarso y en las dos imágenes inferiores detalles de la zona ventral del tarso de la pata I con los diferentes tipos de setas que tiene.

Experimentos con EthoVision

La depredación durante las pistas de grabación fue registrada hasta el minuto en que finalizó la pista. La depredación después de la finalización de la pista de grabación se observó hasta 130' después de la misma (para un total de 180' de duración total del experimento, en algunos ensayos). Durante las pistas de grabación hubo consumo de las presas en todos los casos en la interacción de *Z. styliferum* con *M. barbarus*. Por el contrario, sólo en un caso se produjo consumo durante la grabación en las interacciones con ejemplares de *C. velox* y en ningún caso en las interacciones con *A. senilis* (Tabla 9.2). *Z. styliferum* predó significativamente más rápido sobre *M. barbarus* que sobre las otras dos especies (Kruskal-Wallis test $P < 1.165E-05$). Sin embargo, también hubo depredación sobre *C. velox* y *A. senilis* después, una vez terminada la



pista de grabación. Más rápidamente sobre *C. velox*, que fue depredada en el 90% de los ensayos, que sobre *A. senilis*, que fue depredada sólo en el 40% de las ocasiones (Kruskal-Wallis test $P < 4.421E-07$).

Tabla 9.2.- Porcentaje de depredación en el ruedo sobre las tres especies de hormigas ensayadas.

	Depredación	Depredación durante pista	Depredación después de pista
<i>M. barbarus</i>	100%	100%	0%
<i>C. velox</i>	90%	4.5%	85.05%
<i>A. senilis</i>	40%	0%	40%

Parámetros medidos con EthoVision

La velocidad media fue mayor en *A. senilis* que en *M. barbarus* y *C. velox* (Figura 9.5-A); las diferencias entre especies fueron significativas (Kruskal-Wallis test $P < 2.46E-06$).

No obstante, la distancia al borde de la placa fue muy similar en las tres especies de hormigas durante los ensayos (Figura 9.5-B), y las diferencias no fueron significativas (Kruskal-Wallis test $P = 0.386$).

Algo parecido ocurrió con el ángulo de giro (Figura 9.5-C). No hubo diferencias significativas entre las especies de hormigas para este parámetro (Kruskal-Wallis test $P = 0.116$).

El movimiento no rectilíneo (Meander) fue más similar entre *C. velox* y *M. barbarus* que con *A. senilis* (Figura 9.5-D), siendo las diferencias significativas (Kruskal-Wallis test $P < 1.05E-04$).

Durante las pistas de grabación *C. velox* y *M. barbarus* siempre se movieron durante menos tiempo que *A. senilis* (Figura 9.5-E). *C. velox* se desplazó significativamente menos que *M. barbarus* y ésta menos que *A. senilis* (Kruskal-Wallis test $P < 1.663E-05$).

El movimiento con respecto al eje definido (Heading) fue muy similar entre *M. barbarus*, *A. senilis* y *C. velox* (Figura 9.5-F). Las diferencias no fueron significativas (Kruskal-Wallis test = 0.435).

La velocidad angular (Figura 9.6-A) fue mayor en *C. velox* y *M. barbarus* que en *A. senilis*, con unas diferencias que fueron significativas (Kruskal-Wallis test $P < 9.997E-05$).

La duración total del movimiento fue mayor en *A. senilis* que en *C. velox* y *M. barbarus* (Figura 9.6-B) y las diferencias fueron significativas (Kruskal-Wallis test $P < 1.898E-06$).

La distancia entre las diferentes especies de hormiga y la araña durante las pistas de grabación fue muy similar, siendo menor en *M. barbarus*, intermedia en *A. senilis* y mayor en *C. velox* (Figura 9.6-C). Es por ello que no hubo diferencias significativas entre ellas (Kruskal-Wallis test $P = 0.936$).

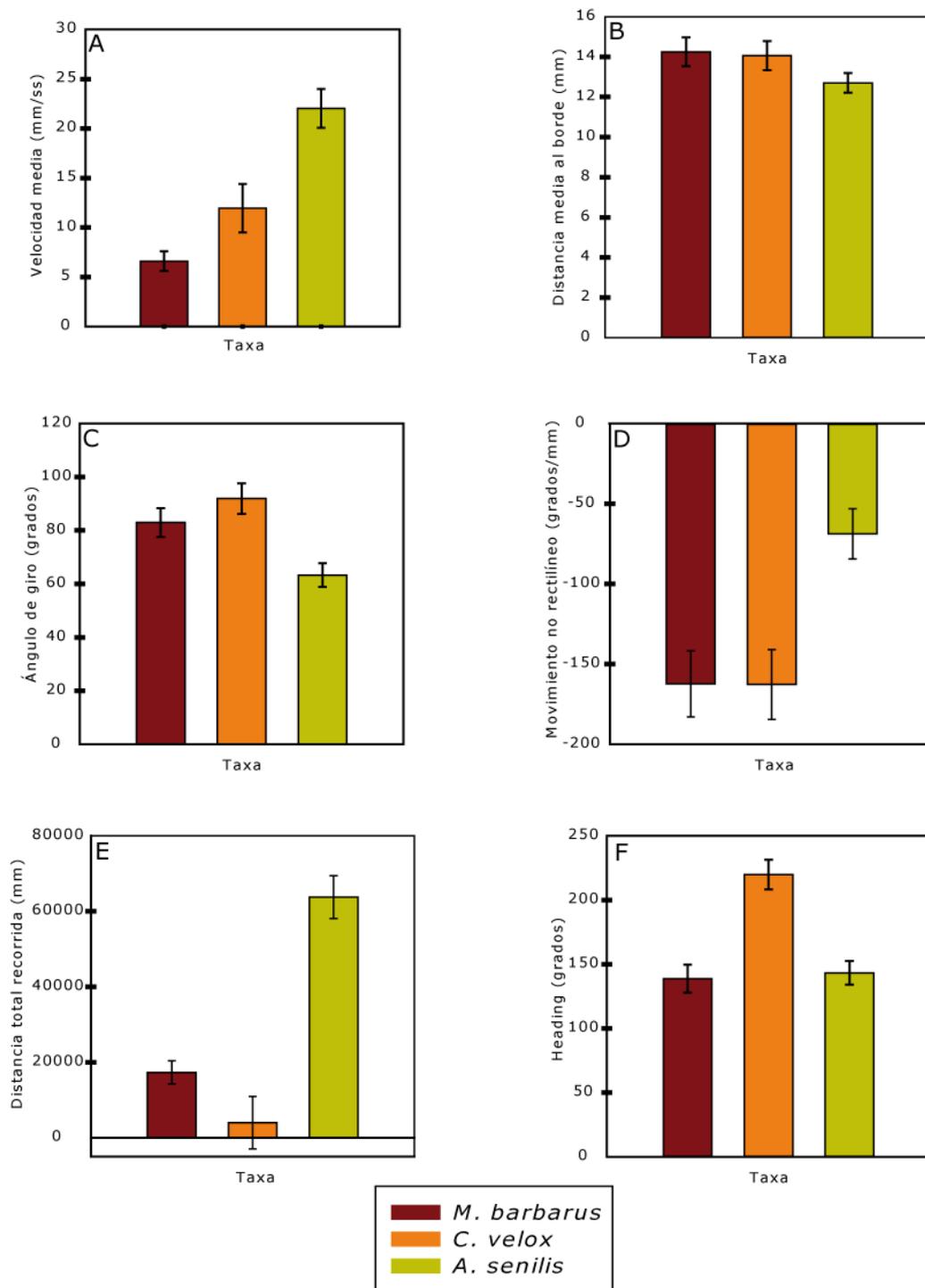


Figura 9.5.- Diversos parámetros medidos en las tres especies de hormigas estudiadas: A) Velocidad media de las tres especies de hormigas durante las pistas de grabación; B) Distancia de un objeto al borde de la placa de Petri; C) Cambio en la dirección del movimiento entre las especies de hormigas y la araña. Está medido en grados por mm; D) Cambio en la dirección del movimiento de las hormigas en relación con un eje definido (Meander). Está medido en grados por mm; E) Distancia total recorrida por las hormigas durante las pistas de grabación; F) Dirección del movimiento de las hormigas en relación a la araña (heading). Las barras de error representan el error estándar.

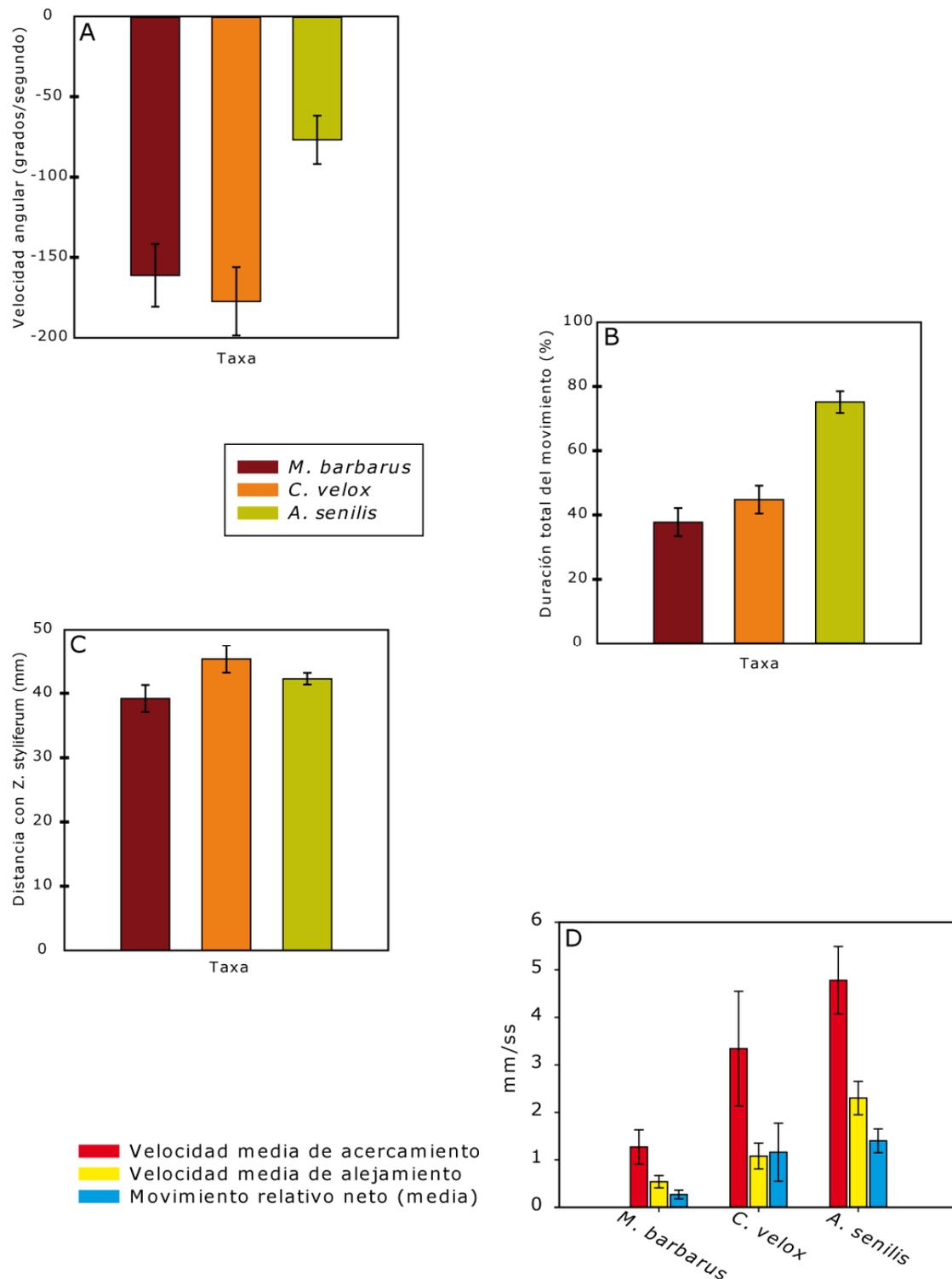


Figura 9.6.- Representación de diversos parámetros: A) Cambio en la dirección del movimiento de un objeto por unidad de tiempo (velocidad angular). Está medida en grados por segundo; B) Duración total del movimiento de las hormigas durante los experimentos; C) Distancia entre las hormigas y la araña durante las pistas de grabación; D) Velocidad de movimiento hacia el depredador (relación entre la distancia y la velocidad de las hormigas en relación con la araña). En todos los casos las barras de error representan el error estándar.



La velocidad de movimiento y el movimiento relativo fueron mayores en *A. senilis* que en *C. velox* y *M. barbarus* (Figura 9.6-D). En todos estos casos hubo diferencias significativas (para el movimiento relativo, Kruskal-Wallis test $P < 3.703E-05$; para la velocidad de movimiento de alejamiento al depredador, Kruskal-Wallis test $P < 2.383E-06$; para la velocidad de movimiento hacia el depredador, Kruskal-Wallis test $P < 1.311E-05$).

Tras el experimento de grabación se pudo dividir el tiempo empleado por las hormigas en cuatro fases generales, muy similares en todas las especies ensayadas y que se observan en la Figura 9.7. La mayor parte del tiempo las hormigas se estuvieron moviendo (hacia la araña, alejándose de ella o en su proximidad).

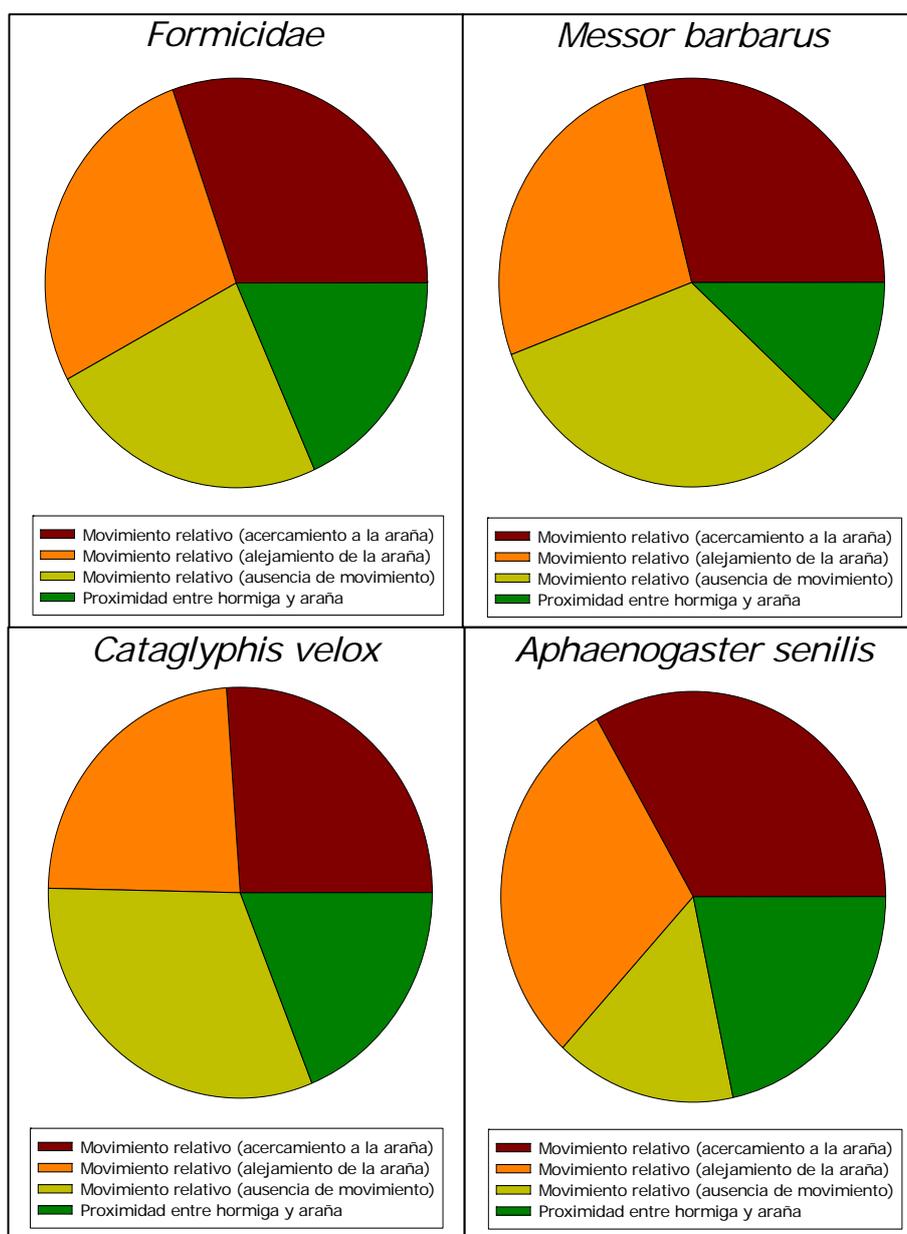


Figura 9.7.- Tiempo empleado por todas las especies de hormigas (Formicidae) durante el experimento y por las tres especies de hormigas ensayadas por separado.



En el caso de *Z. styliferum*, también se midieron estos parámetros en las tres interacciones (Figura 9.8). Mostró una mayor velocidad en las interacciones con *A. senilis* que con *C. velox* y *M. barbarus*, con diferencias significativas. (Kruskal-Wallis test $P < 1.949E-09$). La distancia total recorrida fue significativamente mayor en las interacciones con *A. senilis* que con *C. velox* y *M. barbarus* (Kruskal-Wallis test $P < 2.354E-08$). El movimiento respecto al eje definido y la velocidad angular fueron muy similares en la araña en las interacciones con las tres hormigas.

No obstante, hubo diferencias significativas para el comportamiento de la araña en el caso de la ángulo de giro (Kruskal-Wallis test $P < 1E-04$) pero no en el movimiento respecto al eje definido (Kruskal-Wallis test $P = 0.315$). En el caso del movimiento no rectilíneo y la velocidad angular ambos parámetros fueron significativamente mayores en la araña en las interacciones con *A. senilis* que con *C. velox* y *M. barbarus* (Kruskal-Wallis test $P < 1.791E-07$ y $P < 9.9226E-07$, respectivamente). Por último, la duración total del movimiento de la araña fue mayor en las interacciones con *A. senilis* que en con las otras dos especies (Kruskal-Wallis test $P < 2.114E-10$). El tiempo empleado en explorar el terreno (Rearing) fue mayor en la araña en las interacciones con *A. senilis* que en los experimentos con *C. velox* y *M. barbarus* (Kruskal-Wallis test $P < 4.829E-09$).

4. Discusión

Experimentos laboratorio definición de las pautas de comportamiento depredador

A consecuencia de los resultados se decidió fijar la duración de las pistas a grabar en 50 minutos porque es tiempo suficiente para observar la mayor parte del comportamiento depredador y por indicar la preferencia de la araña por alguna de las especies de hormiga que se mostraría en una menor duración de las primeras fases anteriormente descritas.

Comportamiento depredador

Tras los experimentos realizados se destaca la mayor preferencia de *Z. styliferum* por hormigas *M. barbarus* frente a *C. velox* y *A. senilis*. Esta preferencia se demuestra en la mayor velocidad de consumo sobre esta hormiga, que fue depredada en menos tiempo (durante la grabación de las pistas) respecto a las otras dos que fueron depredadas en un menor porcentaje y además empleando un tiempo mayor. Esto concuerda con resultados encontrados por Pekár, 2005, en los que arañas del género *Zodarion* también mostraban especificidad por hormigas del género *Messor*.

Sin embargo, los resultados no sugieren una mayor preferencia de la araña por las hormigas de la subfamilia Myrmicinae frente a las hormigas de la subfamilia Formicinae. Algo que se comprueba en el caso de *A. senilis*, que a pesar de ser una Myrmicinae como *M. barbarus* es menos depredada que cualquiera de las otras dos especies. La explicación se hallaría en los



hábitos alimenticios concretos que muestra esta especie de hormiga y en su comportamiento. Mientras en el caso de *Messor barbarus*, la alimentación se realiza a base de semillas, salen en número elevado de los nidos y forman grandes pistas de alimentación (Azcárate y Peco, 2003; Figura 9.9), *Aphaenogaster senilis* son omnívoras, se alimentan de pequeños artrópodos, restos vegetales y producen huevos tróficos; saliendo de sus nidos en menor número, con nidos formados por unos cuantos cientos de obreras (Espadaler y Gómez, 2007).

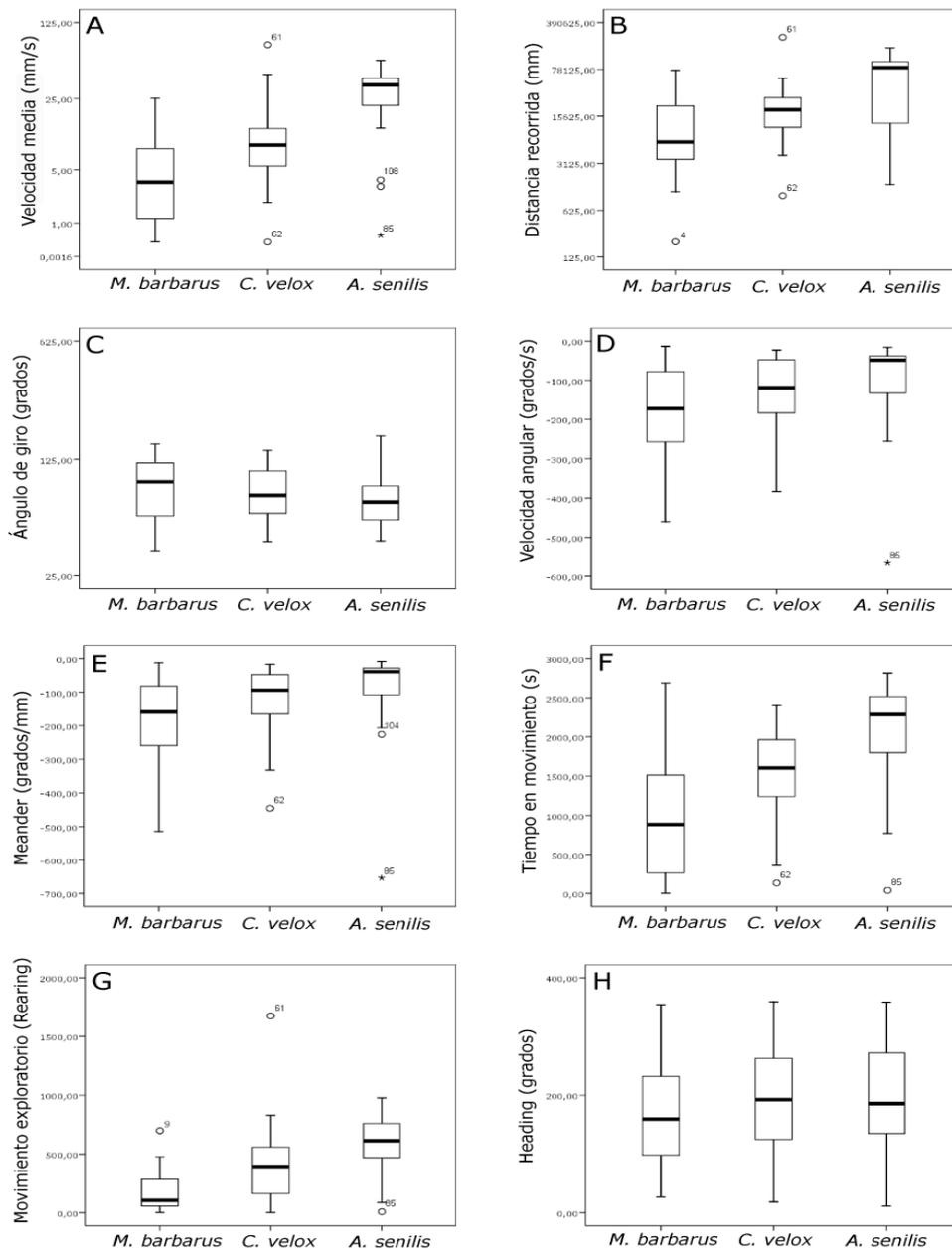


Figura 9.8.- Compendio de los diferentes parámetros (velocidad, distancia recorrida, distancia respecto al eje de referencia, ángulo de giro, velocidad angular, movimiento no rectilíneo, duración total del movimiento y frecuencia de exploración) en la araña *Zodarion styliferum* en las pistas con las diferentes especies de hormigas. Las barras de error representan el error típico.



Figura 9.9.- Pista de alimentación de *Messor barbarus* en la parcela de olivar de procedencia de los ejemplares durante el mes de junio de 2006.

Esta afirmación se ve corroborada examinando los diferentes parámetros obtenidos del análisis de las imágenes. En el caso de la velocidad es mayor en *A. senilis* que en *C. velox* y *M. barbarus* (Figura 9.5-A). Además, la araña muestra la misma tendencia, con una mayor velocidad frente a *A. senilis* que con las otras dos especies. Una presa más veloz (*A. senilis* y *C. velox*) es más difícil de capturar que aquella presa que desarrolle una menor velocidad (*M. barbarus*). Esa menor velocidad indicaría en algún caso, sobre todo sobre las hormigas *M. barbarus*, que ya se habría producido la captura durante los primeros momentos. En los experimentos previos ya se observa que la captura de los ejemplares de esta especie es bastante rápida en torno a 22 minutos después del comienzo del experimento (Tabla 9.1).

El hecho de que la distancia al borde de la placa fuera similar en las tres especies de hormigas indica que tienen un movimiento errático sin especial preferencia por el borde de la placa. Por tanto, el recinto de experimentación no tuvo un efecto significativamente diferente sobre



ninguna de las especies ensayadas durante los experimentos, ni hormigas ni araña. Es decir, que aunque las condiciones de laboratorio pudieron afectar a las hormigas y a las arañas en ambos casos lo hicieron en un mismo sentido. Es más, la ausencia de diferencias significativas en el movimiento respecto al eje de referencia (Heading) vendrían a confirmar lo anterior, la no influencia del recinto de experimentación sobre el comportamiento de las especies. La ubicación del ruedo y de los aparatos para captar la información no cambiaría el comportamiento ni en las hormigas ni en las arañas y en el caso de influir lo haría de la misma forma sobre todos los taxones implicados en las experiencias.

Por otra parte, sí que se observa en la figura 9.5-B que las especies *M. barbarus* y *C. velox* muestran mayor ángulo de giro que *A. senilis* lo que indicaría una modificación en la conducta de esas hormigas producida por el depredador. En el caso de la araña sí exhibe un valor significativamente mayor en este parámetro en las interacciones con *M. barbarus* respecto a las otras dos especies. Esto apuntaría que su conducta se modificaría por aquella especie sobre la que tiene mayor predilección, realizando diferentes cambios de movimientos (algunos citados anteriormente en las observaciones precedentes a las grabaciones) encaminados a colocarse de la manera adecuada para poder atacar y consumir su presa.

En conexión con el anterior parámetro estaría el hecho de que haya diferencias significativas entre las tres especies de hormigas para el movimiento no rectilíneo. Éste es mayor en *M. barbarus* y *C. velox* que en *A. senilis* (Figura 9.5-D). Es decir, que la presencia de la araña podría modificar el movimiento en esas dos especies sobre todo más que en la última. En el caso de la araña este valor sugiere que *A. senilis* supone mayor dificultad de captura debido, entre otros factores, a la mayor velocidad desarrollada por los individuos de esta especie de hormiga durante los experimentos.

En cuanto a la distancia total recorrida por las diferentes especies de hormigas en el transcurso de los ensayos, queda patente que *A. senilis* se desplazó significativamente más que las otras dos especies lo que indicaría que el depredador no tiene preferencia por ella debido a que le es más difícil de capturar debido a que se desplaza más rápidamente. Sin embargo la araña no mostró diferencias significativas en la distancia recorrida, porque se mantendría en una posición de reposo bien por haber capturado ya a su presa o bien porque espera la ocasión para hacerlo.

En relación con los resultados comentados en parámetros como el ángulo de giro y el movimiento no rectilíneo estaría la velocidad angular. Sería significativamente menor en *A. senilis* lo que pondría de manifiesto de nuevo que esta especie le influye menos la presencia del depredador que a las otras dos. Mientras que *Z. styliferum* mostraría significativamente más velocidad angular con *A. senilis* que sería la especie que más modificaría su comportamiento.

A. senilis estuvo en movimiento el 80% del tiempo de los ensayos (Figura 9.6-B). Significativamente más que las otras dos especies de hormigas. En concordancia con esto *Z. styliferum* estuvo en movimiento un mayor porcentaje de tiempo durante los ensayos con *A.*



senilis que sobre las otras especies. La explicación estaría en que mientras que con *M. barbarus* y *C. velox* estaría en proceso de captura y/o consumición, con *A. senilis* estaría todavía tratando de capturar la presa.

Si la distancia entre araña y hormiga no fue significativamente diferente entre las tres especies de hormigas fue debido a que los movimientos se encaminaban en todos los casos a evitar el encuentro directo con el depredador lo que llevaría a que esa distancia media, mostrada en la figura 9.6-C, fuese bastante elevada en todos los casos. Hay que recordar que los recintos de experimentación tenían un diámetro de 90mm.

Analizando los parámetros de movimiento mostrados en la figura 9.6-D se puede destacar que *A. senilis* se mueve significativamente a mayor velocidad tanto cuando se dirige al depredador como cuando huye de él. También existen a su vez diferencias significativas entre las otras especies, con un menor movimiento neto en *M. barbarus*, lo que se explicaría porque se produce su predación y consumo durante la grabación de las pistas, mientras que en los otros dos casos se produce después de la finalización del mismo.

Al analizar la distribución del tiempo en las diferentes especies ensayadas, mostrada en la figura 9.7, se destaca que ésta varía en cada contexto, respecto al patrón general cuando se analizan todas las especies de hormigas ensayadas conjuntamente. *M. barbarus* permanece la mayor parte del tiempo intentando evitar al depredador y sin movimiento (cuando ya ha sido cazada). *C. velox* permanece la mayor parte del tiempo estática. Lo que podría deberse a la temperatura a la que se hicieron los experimentos, 21°C, temperatura a la que esta especie presenta una menor velocidad y menor actividad en general (Cerdá y Retana, 2000; Cerdá, 2001); condiciones similares a las que se dan en la naturaleza cuando la araña depreda a esta hormiga, últimas horas de la tarde cuando la temperatura es menor que en las horas centrales del día y estas hormigas son más lentas (Cárdenas, observación personal). Esto último también explicaría el porqué *Z. styliferum* prefiere a estas hormigas respecto a *A. senilis*; ya que éstas tienen menos actividad y evidentemente serían más fáciles de capturar que otras a esas temperaturas. Además, otras especies de arañas del género *Zodarion* han demostrado cierto grado de especialización en la captura de individuos del género *Cataglyphis* (Harkness, 1977). Al contrario, en el caso de *A. senilis* debido a su mayor velocidad realiza todo el tiempo movimientos de alejamiento del depredador.

Un último parámetro es el de exploración/reconocimiento del terreno (Rearing) por parte del depredador. En este caso parece que *Z. styliferum* necesita emplear mayor tiempo con aquellas especies en las que le cuesta más conseguir el éxito en la depredación; el caso de *C. velox* y sobre todo *A. senilis*.

La mayor preferencia mostrada por la araña sobre las hormigas *M. barbarus* frente a las otras dos especies se asemeja a lo observado en la naturaleza. La araña se vería más atraída por las hormigas más abundantes, ya que *Messor* forma nidos de un gran número de ejemplares y son más fáciles de capturar en las zonas habituales de paso (pistas de alimentación). Por otra parte



la araña aprovecharía las condiciones óptimas para capturar a otras presas potenciales (*C. velox*), aprovechando las últimas horas de la tarde en las que las bajas temperaturas hacen que estas hormigas sean menos activas (menos veloces) haciendo más asequible su aprehensión. Por último, unas hormigas como *A. senilis* sería una presa más difícil de capturar por varias razones: presenta una mayor actividad coincidente con el momento de mayor actividad de la araña con lo que esto conlleva (mayor velocidad y estado de alerta); al ser una especie omnívora presenta adaptaciones que la convierten en una especie difícil de capturar (no forman pistas de alimentación, no salen en un gran número de los nidos, presentan adaptaciones cuticulares).

5. Conclusión

La especie *Zodarion styliferum* demuestra una mayor predilección por las hormigas *Messor barbarus* que sobre otras Myrmicinae como *Aphaenogaster senilis* y Formicinae como *Cataglyphis velox*. Esta preferencia se explica por la mayor facilidad de captura de esa especie frente a las otras que responden a las propias condiciones físicas como a la biología de la especie.

Z. styliferum depreda más rápidamente hormigas *M. barbarus* las otras dos especies ensayadas (*A. senilis* y *C. velox*).

Z. styliferum depreda más rápidamente hormigas de la especie *C. velox* frente a *A. senilis*.

En todos los casos parecen confirmar las observaciones previas realizadas en campo.

Nota

Este capítulo corresponde a un manuscrito que está ahora en preparación:

Cárdenas, M., Pascual, F., Campos, M., Hormiga, G. Prey selection in the myrmecophagous spider *Zodarion styliferum* (Simon, 1870)



6. Bibliografía

- Azcárate, F.M., Peco, B. 2003. Spatial patterns of seed predation by harvester ants (*Messor Forel*) in Mediterranean grassland and scrubland. *Insectes Sociaux*. 50, 120-126.
- Cárdenas, M., Cotes, B., Fernández, M.L., Castro, J., Campos, M. 2006. Impact of cover-crop removal on soil arthropods in ecological olive orchards. 2nd International Seminar Olivebioteq, Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean basin. Marsala-Mazara del Vallo, Italia.
- Carico, J.E. 1978. Predatory behaviour in *Euryopis funebris* (Hentz) (Araneae: Theridiidae) and the evolutionary significance of web reduction. *Symp. zool. Soc. Lond.* 42, 51-58.
- Cerdá, X. 2001. Behavioural and physiological traits to thermal stress tolerance in two Spanish desert ants. *Etología*. 9, 15-27.
- Cerdá, X., Retana, J. 2000. Alternative strategies by thermophilic ants to cope with extreme heat: individual versus colony level traits. *Oikos*. 89, 155-163.
- Cutler, B. 1980. Ant predation by *Habrocestum pulex* (Hentz) (Araneae: Salticidae). *Zoologisches Anzeiger*. 204, 97-101.
- Edwards, G.B., Carroll, J.F., Whitcomb, W.H. 1974. *Stoidis aurata* (Araneae: Salticidae), a spider predator on ants. *Florida Entomologist*. 57, 337-346.
- Espadaler, X., Gómez, K. 2007. <http://www.hormigas.org>.
- Foelix, R.F. 1996. *Biology of Spiders*. Oxford University Press. New York. 330 pp.
- Fowler, H.G. 1984. Note on a clubionid spider associated with Attine ants. *Journal of Arachnology*. 12 (1), 117-118.
- Gastreich, K.R. 1999. Trait-mediated indirect effects of a theridiid spider on an ant-plant mutualism. *Ecology*. 80, 1066-1070.
- Glatz, L. 1967. Zur Biologie und Morphologie von *Oecobius annulipes* Lucas (Araneae, Oecobiidae). *Zeits. Morph. Tiere*. 61 (2), 185-214.
- Harkness, R.D. 1977. Further observations on the relation between an ant, *Cataglyphis bicolor* (F.) (Hym., Formicidae) and a spider, *Zodarion frenatum* (Simon) (Araneae, Zadariidae). *Entomologist's Monthly Magazine*. 112, 111-121.
- Haynes, K.F., Gemeno, C., Yeargan, K.V., Millar, J.G., Johnson, K.M. 2002. Aggressive chemical mimicry of moth pheromones by a bolas spider: how does this specialist predator attract more than one species of prey? *Chemoecology*. 12, 99-105.
- Heller, G. 1976. Zum Beutefangverhalten der ameisenfressenden Spinne *Callilepis nocturna* (Arachnida: Araneidae: Drassodidae). *Entomologica Germanica*. 3, 100-103.
- Jackson, R.R., van Olphen, A. 1991. Prey-capture techniques and prey preferences of *Corythalia canosa* and *Pystira orbiculata*, ant-eating jumping spiders (Araneae: Salticidae). *Journal of Zoology, London*. 225, 577-591.
- Jackson, R.R., van Olphen, A. 1992. Prey-capture techniques and prey preferences of *Chrysilla*, *Natta* and *Siler*, ant-eating jumping spiders (Araneae: Salticidae) from Kenya and Sri Lanka. *Journal of Zoology, London*. 227, 163-170.



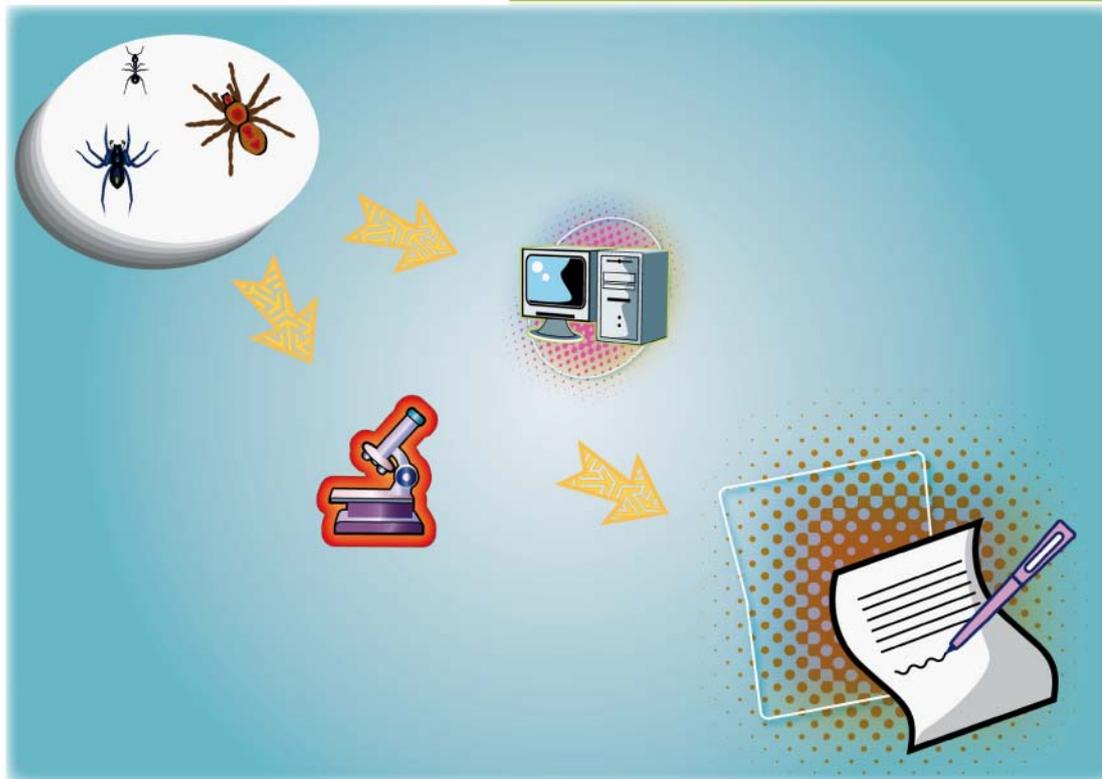
- Jackson, R.R., Li, D., Barrion, A.T., Edwards, G.B. 1998. Prey-capture techniques and prey preferences of nine species of ant-eating jumping spiders (Araneae: Salticidae) from the Philippines. *New Zealand Journal of Zoology*. 25, 249-272.
- Jocqué, R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 201, 1-160.
- Li, D., Jackson, R.R., Cutler, B. 1996. Prey-capture techniques and prey preferences of *Habrocestum pulex*, an ant-eating jumping spider (Araneae: Salticidae) from North America. *Journal of Zoology*. 240, 455-462.
- Li, D., Jackson, R.R., Harland, D.P. 1999. Prey-capture techniques and prey preferences of *Aelurillus aeruginosus*, *A. cognatus* and *A. kochi*, ant-eating jumping spiders (Araneae: Salticidae) from Israel. *Israel Journal of Zoology*. 45, 341-359.
- Moya-Laraño, J., Wise, D.H. 2007. Direct and indirect effects of ants on a forest-floor food web. *Ecology*. 88 (6), 1454-1465.
- Nentwig, W., 1986. Non-webbuilding spiders: prey specialist or generalists? *Oecologia*. 69, 571-576.
- Noldus Information Technology. 2005. EthoVision Basic Version 3.1.16. The Netherlands.
- Noldus, L.P.J.J., Spink, A.J., Tegelenbosch, R.A.J. 2001. EthoVision: A versatile video tracking system for automation of behavioral experiments. *Behaviour Research Methods, Instruments & Computers*. 33 (3), 398-414.
- Noldus, L.P.J.J., Spink, A.J., Tegelenbosch, R.A.J. 2002. Computerized video tracking, movement analysis and behaviour recognition in insects. *Computer and electronics in agriculture*. 35, 201-227.
- Nyffeler, M., 1999. Prey selection of spider in the field. *Journal of Arachnology*. 27, 317-324.
- Pekár, S. 2004a. Predatory behaviour of two european ant-eating spiders (Araneae, Zodariidae). *Journal of Arachnology*. 32, 31-41.
- Pekár, S. 2004b. Poor Display Repertoire, Tolerance and Kleptobiosis: Results of Specialization in an Ant-Eating Spider (Araneae, Zodariidae). *Journal of Insect Behavior*. 17 (4), 555-568.
- Pekár, S., 2005. Predatory characteristics of ant-eating *Zodarion* spiders (Araneae: Zodariidae): Potential biological control agents. *Biological Control*. 34, 196-203.
- Pekár, S., Král, J. 2001. Mimicry complex in two central European zodariid spiders (Araneae: Zodariidae): how *Zodarion* deceives ants. *Biological Journal of Linnean Society*. 75, 517-532.
- Pekár, S., Hrusková, M., Lubin, Y. 2005a. Can solitary spiders (Araneae) cooperate in prey capture? *Journal of Animal Ecology*. 74, 63-70.
- Pekár, S., Král, J., Lubin, Y. 2005b. Natural history and karyotype of some ant-eating zodariid spiders (Araneae, Zodariidae) from Israel. *Journal of Arachnology*. 33, 50-62.
- Porter, S.D., Eastmond, D.A. 1981. *Euryopsis coki* (Theridiidae), a spider that preys on *Pogonomyrmex* ants. *Journal of Arachnology*. 10, 275-277.
- Redolfi, I., Ruano, F., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2005. Ant nests spatial distribution and temporary permanence in olive orchards at Granada, Spain. *Ecologia Aplicada*. 4 (1-2),

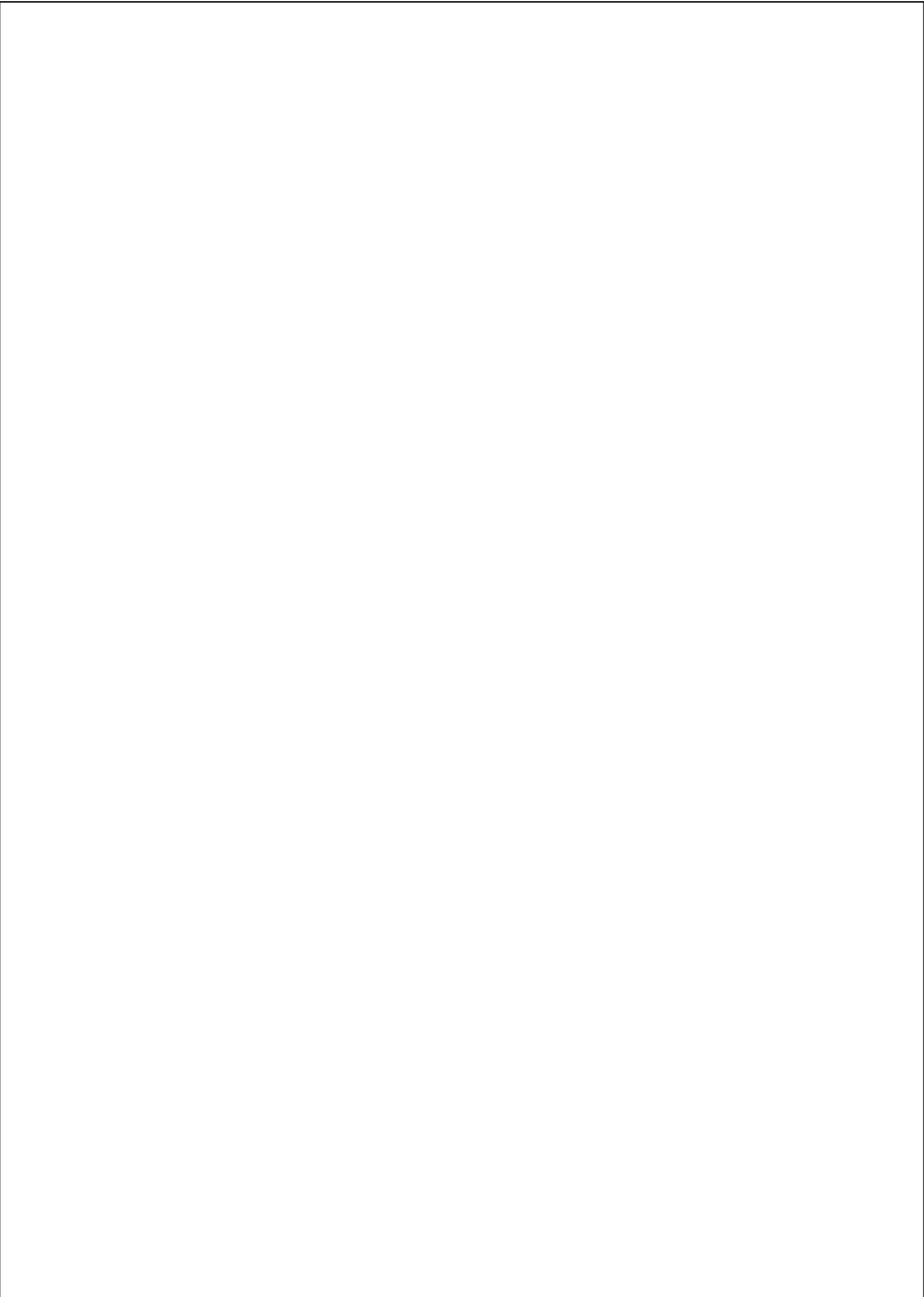


71-76.

- Sauer, R.J., Wunderlich, J. 1991. Die schönsten Spinnen Europas Fauna-Verlag. Dr. Frieder Sauer, Karlsfeld. 192pp.
- Slansky, F., Scriber, J.M. 1985. Nutrition. In: Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. Vol. 4. Regulation, Digestion, Nutrition, Excretion (G. A. Kerkut and L.I. Gilbert, eds.) Pergamon Press, Oxford.
- SPSS Inc. 2005. SPSS for Windows Ver. 14. Chicago
- Toft, S., 1999. Prey choice and spider fitness. *Journal of Arachnology*. 27, 301-307.
- Waldbauer, G.P. and Friedman, S., 1991. Self-selection of optimal diets by insects. *Annual Review of Entomology*. 36, 43, 63.
- Wise, D.H. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge University Press. Cambridge.

10.- Conclusiones







Conclusiones

1. Para realizar un muestreo lo más óptimo posible a la hora de evaluar las poblaciones de arañas del olivar, con objeto de obtener resultados lo más significativos posible, se recomienda una combinación de las técnicas de vareo en copa, trampas de caída en suelo y succión en la cubierta vegetal.
2. Se puede conseguir una representación significativa de los grupos más abundantes de arañas en copa y suelo del olivar con una reducción al 75% del tamaño muestral inicial (es decir, 15 árboles).
3. A la hora de emplear la succión con aspiradora es mejor el uso de una boca más estrecha con mayor número de succiones que una boca más ancha con menos succiones.
4. El empleo de trampas engomadas no constituye un método adecuado para el estudio de la comunidad de arañas de copa del olivar.
5. El análisis faunístico de arañas de los olivares estudiados de las provincias de Córdoba, Granada y Jaén ha concluido con un importante incremento de conocimiento respecto al existente sobre la araneofauna total de dichas provincias. Tal aumento es del 64% en la provincia de Jaén, del 61% en la de Córdoba y del 2.6% en la de Granada; ahora bien, en esta provincia si se hace referencia únicamente a la fauna de arañas del olivar, este incremento es del 187%. En cuanto a las novedades hay que destacar, al menos 6 especies nuevas para la ciencia (pendiente de ser descritas), 6 nuevas citas de especies para la Península Ibérica, 5 nuevas citas de especies para España, 46 nuevas citas de especies para Andalucía, 1 nueva cita de género para España y 2 nuevas citas de géneros en Andalucía.
6. La mayor parte de las especies, que componen esta fauna presentan una amplia distribución geográfica, habiendo solamente un 4.5% de endemismos y un 23.7% de elementos mediterráneos.
7. La comunidad de arañas del olivar se compone de al menos 9 gremios o grupos funcionales diferentes, 4 de ellos corresponden a las llamadas arañas cazadoras activas, con 21 familias, y 5 a las llamadas constructoras de telas, con 11 familias.
8. Globalmente, el manejo agronómico convencional incide de manera negativa sobre las arañas de copa, de manera significativa sobre su abundancia y en menor medida sobre su diversidad. En el caso de las arañas del suelo, éstas se verían beneficiadas por una situación intermedia (manejo integrado).
9. Tras el análisis en cluster, la fauna de arañas permite agrupar las parcelas por su localización geográfica, tanto a escala provincial como a escala local (parcelas), siendo esta localización más importante a la hora de explicar la agrupación de las parcelas que los manejos agronómicos empleados. Las arañas del olivar presentan una diversidad que no varía a escala de manejos, pero que sí lo hace según la escala marcada por las particularidades propias de cada olivar. La presencia y riqueza de especies se vería favorecida en condiciones de heterogeneidad ambiental brindada por la presencia de vegetación (setos y cubierta vegetal en el mismo).
10. Respecto a la abundancia de arañas resulta beneficiosa la presencia de una cubierta vegetal frente a la ausencia de la misma, y en cuanto al tipo de cubierta, las cubiertas



naturales favorecen más la abundancia que las cubiertas plantadas. Las zonas con cubierta vegetal plantada presentan una elevada abundancia de individuos de las familias Salticidae, Theridiidae y Linyphiidae en copa y Gnaphosidae, Lycosidae, Sicariidae y Agelenidae en suelo. Las zonas con cubierta vegetal natural se caracterizan por la mayor abundancia de las familias Thomisidae, Philodromidae y Araneidae en copa, Gnaphosidae y Zodariidae en suelo y Linyphiidae, Oxyopidae y Thomisidae en la vegetación.

11. El análisis multivariante de los resultados permite definir de una manera clara el manejo agronómico ecológico, según la presencia de arañas, por las siguientes prácticas culturales: la presencia de cubierta vegetal, la no utilización de productos herbicidas ni insecticidas sintéticos y la presencia de setos marginales en el olivar.
12. Los factores más importantes que influyen sobre la presencia de arañas en copa son el manejo del agua, el uso de herbicidas y fertilizantes. En la vegetación los más significativos son el manejo del suelo, el uso de herbicidas y de fertilizantes. Por último, en suelo los factores que explican esa presencia son el manejo del agua, el empleo de herbicidas y el manejo del suelo.
13. La especie *Zodarion styliferum* presenta una mayor preferencia por las hormigas de la especie *Messor barbarus* que sobre otras Myrmicinae, como *Aphaenogaster senilis*, y Formicinae, como *Cataglyphis velox*, dentro de estas últimas depreda más rápido a la especie *C. velox* que *A. senilis*.