

~~F. Plas 16/66~~

T 8 13

UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS

TESIS DOCTORAL

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha 20-2-97
ENTRADA NUM. 537

**INTERRELACIONES ENTRE OLIVOS,
PLAGAS Y DEPREDADORES**

613382184
 15929905

TARA IAN MORRIS
1997

Tara Ian Morris

UNIVERSIDAD DE GRANADA
 FACULTAD DE CIENCIAS
 COMISION DE TESIS

UNIVERSIDAD DE GRANADA

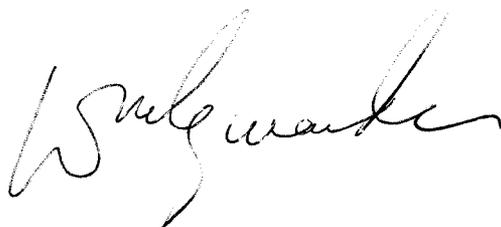
FACULTAD DE CIENCIAS

INTERRELACIONES ENTRE OLIVOS, PLAGAS, Y DEPRADADORES

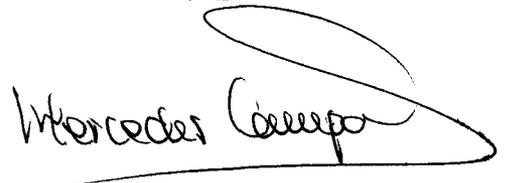
Memoria presentada por el Licenciado D. Tara I. Morris, para aspirar al grado de DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS.

Tesis realizada en el Departamento de Agroecología y Protección Vegetal, de la Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.), bajo la dirección de la Dra. Dña. Mercedes Campos Aranda, Investigador Científico del C.S.I.C. y del Dr. William O.C. Symondson, Investigador Científico de la Universidad de Pays de Gales, Colegio de Cardiff.

VºBº



VºBº



INTRODUCCION

1 El olivo.....	1
1.1 Economía.....	1
1.2 Beneficios para la salud.....	3
1.3 Manejo del cultivo.....	3
1.4 Las plagas.....	5
2 <i>Prays oleae</i>	6
2.1 Distribución geográfica.....	6
2.2. Huéspedes.....	7
2.3 Morfología.....	7
2.4 Biología.....	8
2.4.1 Generación Antófaga.....	8
2.4.2 Generación Carpófaga.....	8
2.4.3. Generación Filófaga.....	9
2.5 Ecología.....	9
2.6 Daños.....	10
2.7 Control integrado.....	11
2.7.1. Muestreos y seguimiento de las poblaciones.....	13
2.7.2. Umbral económico.....	13
2.7.3. Control químico.....	14
2.7.4. Pesticidas naturales.....	14
2.7.5. Métodos culturales.....	15
2.7.6. Mediadores químicos.....	15
2.7.2. Control biológico.....	16
2.7.2.1. Control biológico natural.....	17
2.7.2.2. Control biológico clásico.....	18
2.7.2.3. Manejo de los enemigos naturales.....	19
2.7.2.3.1. Conservación.....	19
2.7.2.3.2. Aumento.....	20
2.7.7.4. Control microbiológico.....	21
2.7.8. Modelos.....	21
2.7.9. Estado actual.....	22
3 Inmunología.....	22
3.1. Generalidades.....	22
3.2 Ventajas de la inmunología.....	24
3.3. Inmunología y ecología.....	26
3.3.1. Primeras pruebas serológicas.....	27
3.3.2. Ensayo ELISA.....	28
3.3.2.1. Tipos de ensayo.....	29

3.3.2.2. Sensibilidad.....	29
3.3.2.3. Especificidad.....	30
3.3.2.3.1. Purificación del antígeno.....	30
3.3.2.3.2. Purificación del antisuero.....	31
3.3.2.4 Policlonal vs. monoclonal.....	31
3.3.2.5. Umbral positivo-negativo.....	32
3.3.3. Nuevos enfoques.....	33
3.4. Problemática de los ensayos ELISA.....	33
4 Objetivos del trabajo.....	35

MATERIAL Y METODOS

1. Zonas de estudio.....	37
2. Datos climatológicas.....	38
3. Parte Ecológica.....	39
3.1. Estimación del número de brotes por árbol.....	39
3.2. Estimación de la poblaciones.....	40
3.2.1. Estimación del número de órganos vegetativos.....	40
3.2.2. Estimación de distintos estadios de <i>Prays oleae</i>	40
3.2.2.1. Huevos y larvas.....	40
3.2.2.2. Adultos.....	42
3.3. Estudio de las poblaciones de los depredadores.....	42
3.3.1. Copa.....	42
3.3.2. Suelo.....	43
3.3.3. Tronco.....	45
3.3.4. Ramas.....	45
3.3.5. Trampas Mc Phail.....	46
3.4. Analisis de diversidad.....	46
3.5. Muestreos de las especies produciendo reacciones cruzadas.....	46
3.6. Caída química.....	47
3.7. Estudios de comportamiento.....	47
3.7.1. Relaciones entre hormigas y <i>Chysoperla carnea</i>	47
3.7.2. Relaciones entre hormigas y <i>Prays oleae</i>	48
4. Parte Inmunológica.....	48
4.1. Preparación del inmunógeno y protocolo de inmunización.....	48
4.2. Preparación de los antígenos.....	49
4.3. El protocolo de ELISA.....	50
4.4. Establecimiento de las condiciones óptimas.....	51
4.5. Determinación de la especificidad y la sensibilidad del antisuero.....	51

4.6 Producción del antisuero absorbido.....	52
4.7. Determinación del contenido proteico.....	53
4.8. Contribución de NRS y las reacciones de fondo a los valores de absorbancia.....	53
4.9. Detección de la depredación.....	54
4.10. Estimación del umbral de detección.....	55
4.11. Estimación de la tasa de digestión en un depredador típico.....	55
5. Análisis estadístico de los resultados.....	56

RESULTADOS & DISCUSSION

1. Estimación del número de árboles a muestrear.....	57
2. Estimación del número de ramas y brotes por árbol.....	57
3. Estimación de la población de <i>Prays oleae</i>	58
3.1 Generación antófaga.....	58
3.1.1 Organos vegetativos.....	58
3.1.1.2. Inflorescencias por brote.....	58
3.1.1.2. Botones florales por inflorescencia.....	59
3.1.2 Huevos de <i>P. oleae</i>	61
3.1.2.1 Zonas.....	61
3.1.2.2 Árboles.....	62
3.1.2.3 Años.....	62
3.1.3 Larvas de <i>P. oleae</i>	63
3.1.4 Estimación de la población de <i>P. oleae</i> por árbol.....	63
3.2. Generación carpófaga.....	66
3.2.1. Organos vegetativos.....	66
3.2.2. Huevos de <i>P. oleae</i>	69
3.2.2.1 Árboles.....	69
3.2.2.2 Años.....	69
3.2.2 Larvas de <i>P. oleae</i>	71
3.2.3 Estimación de la población por árbol.....	71
3.3 Adultos.....	74
4. Población de los depredadores.....	74
4.1.Copa.....	74
4.1.1 Número de individuos.....	74
4.1.2 Número de especies.....	76
4.1.3 Diversidad Global.....	78
4.1.4 Formicídos.....	82
4.1.4.1 Número de individuos.....	83
4.1.4.2 Número de especies.....	84

4.1.4.3	Diversidad.....	84
4.1.4.4	Las especies capturadas.....	85
4.1.5	Arañas.....	89
4.1.5.1	Número de individuos.....	90
4.1.5.2	Número de especies.....	91
4.1.5.3	Diversidad.....	91
4.1.5.4	Las especies capturadas.....	92
4.1.6	Heterópteros.....	94
4.1.6.1	Número de individuos.....	94
4.1.6.2	Número de especies.....	95
4.1.6.3	Diversidad.....	95
4.1.6.4	Las especies capturadas.....	96
4.1.7	Coleópteros.....	98
4.1.7.1	Número de individuos.....	98
4.1.7.2	Número de especies.....	99
4.1.7.3	Diversidad.....	99
4.1.7.4	Las especies capturadas.....	100
4.1.8	Otros órdenes.....	101
4.2.	Suelo.....	104
4.2.1	Especies encontradas.....	106
4.3.	Tronco.....	107
4.4.	Ramas.....	108
4.5.	Trampas Mc Phail (Neurópteros adultos).....	112
4.6	Muestreos de las especies produciendo reacciones cruzadas.....	117
4.7	Caída química.....	117
5.	Estudios de comportamiento.....	118
5.1	Relación entre hormigas y <i>C. carnea</i>	118
5.2.	Relaciones entre hormigas y <i>P. oleae</i>	120
6	Inmunología.....	123
6.1.	Determinación de las condiciones óptimas.....	123
6.2.	Estudio de la especificidad del antisuero específico.....	124
6.3.	Mejora de la especificidad del antisuero.....	127
6.4.	Determinación de la cantidad de proteína.....	127
6.5.	Estimación del límite de detección.....	128
6.6.	Contribución del NRS y las reacciones de fondo a los valores de absorbancia.....	129
6.7.	La detección de la depredación.....	131
6.8.	Pruebas en las capturas del campo.....	133
6.8.1	Número de especies y individuos ensayados.....	133

6.8.2 Formícidos.....	136
6.8.3 Arañas.....	142
6.8.4 Heterópteros.....	148
6.8.5 Coleópteros.....	150
6.8.6 Otros órdenes.....	152
6.9 Estimación de la tasa de digestión en un depredador típico.....	155
CONCLUSIONES.....	157
BIBLIOGRAFIA.....	158
APENDICES.....	192

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento a la Dra. Dña. Mercedes Campos Aranda y al Dr. D. Bill Symondson por dirigir mi Tesis Doctoral.

A los Dres. Neil Kidd, Mark Jervis y Peter Haskell por haberme permitido trabajar en su laboratorio y por iniciar el proceso que al fin y cabo ha llevado a la presentación de esta tesis en la Universidad de Granada.

A los Dres. Peter McEwen, Carlos Lozano y a la Dra. Eryl Liddell por sus consejos a lo largo de este estudio.

A los Dres. D. A. Tinault, D. F. Ferragut, D. J. Mateu, Dña. L. M. Díaz Aranda, D. M. Baena, D. J. M. Avila, Dña. M. Goula, D. R. Ontorelo, D. W. Wittmer, D. V. Sivilha, y al International Instituto de Entomology por su ayuda en la identificación de las especies depredadoras.

A D. Dr. Felipe Pascual por su múltiple intervención y ayuda, sobre todo en los aspectos burocráticos.

Al Dpto. Bioquímica y Biología Celular y Molecular de Plantas de la Estación Experimental del Zaidín, por el permitirme usar su lector de ELISA, y reactivos.

A D. Manuel Martínez por los trabajos de delineación.

A Dña Herminia Barroso, Dña. Angustias Franco y D. Ricardo por su ayuda, en el laboratorio.

Al Dr. Galdino Andrade y al equipo 7D (¡más fino que Manzanilla!), cuyo apoyo y amistad, me mantuvo sano (relativamente) durante la realización de la tesis.

A todos los integrantes de la Estación Experimental del Zaidín y la Universidad de Wales, College of Cardiff que de alguna manera han hecho posible este trabajo.

A los múltiples traductores de spanglish al cristiano.

A Juan Ruiz, por su ayuda en los aspectos botánicos.

A Dña. Suzanne Turner y Dña. Susana Sánchez Mesas por su paciencia y apoyo.

A Granada.

INTRODUCCION

Los árboles, de muchas formas, son hábitats idóneos para el estudio de la ecología de comunidades. El hábitat arbóreo está bien definido y claramente delimitado. Los individuos en esta comunidad poseen muchos enlaces tróficos, y tiene en común su dependencia sobre el árbol. Aparte de los individuos migratorios la comunidad es espacialmente discreta (Moran y Southwood 1982).

Los árboles tienen además una estructura compleja, resultando en una gran diversidad de nichos (Lawton 1978), lo que permite su utilización como huésped por una gran variedad de invertebrados, ya sean herbívoros, depredadores, parásitos o carroñeros; su permanencia temporal favorece a los colonialistas potenciales (Feeny 1975); son un recurso estable (Southwood 1978) para los insectos explotadores con una generación relativamente corta. Estos atributos, unidos con una amplia distribución geográfica de muchas especies de árboles (Lawton 1978), como el olivo, les proporcionan una extraordinaria riqueza de comunidades arbóreas.

1. El olivo

El olivo, *Olea europaea* L. (Fam.: Oleaceae), tiene una gran historia. Siempre ha sido un árbol venerado en la Cuenca Mediterránea, por diversas culturas y en distintas épocas. Su primera referencia escrita apareció unos 2,500 años a. de C. y en ella se mencionaba la importancia del aceite en la economía Cretense (Melena, 1980). Fue probablemente introducido en España por los fenicios o los griegos, pero su cultivo no alcanzó importancia hasta la llegada de las legiones romanas de Escipió, en el año 211 a. de C. Con la caída del Imperio Romano el cultivo sufre una regresión, siendo recuperado posteriormente con la dominación árabe, en el siglo XII. Alcanza su esplendor en el siglo XVI y hoy día constituye una base importante de la economía de muchos países.

1.1. Economía

En el Mediterraneo se sitúa el 96% del olivar mundial. El 90% de la producción se destina a la obtención de aceite y el 10% se consume como aceituna de mesa (Civantos López-Villata, 1995).

España es el primer país productor de aceite de oliva con el 32.6% de la producción mundial, aportando Andalucía el 80.1% de la producción nacional, equivalente a más de la cuarta parte de la mundial. Otros países con una importante contribución a la producción mundial son Italia

(27.6%), Grecia (16%), Túnez (8.1%). Su importancia está reflejada en el aumento del consumo medio anual mundial de aceite de oliva del 7.22%, entre el periodo, 1980-85 y el siguiente quinquenio, 1986-1990. Esto es debido a un aumento en su consumo, en países comunitarios y países no productores, del 4.86% y 10.92% respectivamente (Terol 1992). En 1991/2 se obtuvo la cifra récord de producción mundial (2 205 500 toneladas). Gracias a este récord, los stocks mundiales son ahora bastante buenos para cubrir el déficit causado por las fluctuaciones de las cosechas después de su nivel más bajo en 1990/91 (Anónimo, 1993).

Con respecto a las aceitunas de mesa, también 1991/92 se registró una récord de producción, con un crecimiento de más del 8.45. Sin embargo su mercado es de mucha menor importancia que el del aceite. En resumen, para las aceitunas de mesa la situación está prácticamente equilibrada entre disponibilidades y consumo (Anónimo 1993).

Con la ampliación de producción por la Cuenca Mediterránea, hoy en día hay un mayor interés en producir aceite de oliva virgen, un mercado bastante joven, en vez de solamente producir mucho aceite pero de poca calidad (M.A.P.A. 1984).

En España, hay dos millones de hectáreas dedicadas al cultivo de olivo, o sea el 12% del área total cultivada. Durante los últimos 30 años, la olivicultura española tiende hacia una constante disminución de la superficie dedicada al cultivo del olivar y un constante aumento de producción y estas dos tendencias han resultado en un incremento de la productividad. En Andalucía, Jaén y Córdoba, siguen siendo las provincias más productivas elaborando el 51.7% y el 25.6% del aceite. Granada es la tercera con tan sólo 8.2% (Terol 1992).

En España existen 22 variedades dominantes y en Andalucía se han encontrado 156 variedades, de diversa importancia. La persistencia de tanta diversidad se debe a la baja presión de selección ejercida sobre esta especie, sobre todo en zonas de baja intensidad de cultivo. Además, su alta longevidad ayuda a mantener tan gran diversidad (Barranco y Rallo 1985).

La variedad estudiada, 'Picual', en una variedad de aceite, de alta y relativamente constante productividad, y de elevado rendimiento graso. Es tolerante a las heladas pero poco resistente a la sequía. Durante la recolección, tiene baja resistencia al desprendimiento. La calidad de aceite es media. Desafortunadamente es bastante susceptible a ataques de *Prays oleae*. Es una de las pocas variedades que en las últimas décadas han ampliado su superficie de cultivo (Barranco y Rallo 1985).

1.2. Beneficios para la salud

El aceite de oliva es reconocido como el mejor aceite para la salud (Anónimo 1984; M.A.P.A. 1984; Grande 1984, 1988), debido a sus propiedades especiales:

- Disminuye el riesgo de infarto y de trombosis arterial, dado que no eleva la tasa de colesterol total en sangre, que aumenta la tasa de lipoproteínas de alta densidad, y que impide la agregación de las plaquetas sanguíneas.
- Reduce la acidez gástrica y protege contra úlceras y gastritis.
- Regula el tránsito intestinal y favorece la función biliar.
- De entre las grasas comestibles es la mejor absorbidas por el intestino.
- Favorece el crecimiento normal óseo y permite la mejor mineralización del hueso gracias a su composición química, la más equilibrada de todas las grasas comestibles.
- Favorece el desarrollo normal del cerebro y del sistema nervioso del niño antes y después del nacimiento. Así es el mejor aceite para futuras madres.
- Previene los efectos nocivos de la edad sobre las funciones cerebrales y sobre el envejecimiento de los tejidos y de los órganos en general.
- Resiste bien a las más altas temperaturas de fritura o cocción siendo muy estable y es uno de los únicos aceites que se pueden consumir en su estado natural.

1.3. Manejo del cultivo

Actualmente el nivel de conocimientos en el campo de la olivicultura permite incrementar las producciones y la productividad de los olivares.

En cuanto a la densidad y marco de plantación, muy variable a lo largo de todo el mundo, está siendo definida en las distintas zonas de acuerdo con el clima, características del suelo, el tipo de cultivar y destino de su producción, posibilidad de riego y de empleo de maquinaria (Civantos, 1988). En España la tendencia actual de plantaciones es de 7x7m, 8x6m y 7x6m (Guerrero, 1991).

Aunque el olivo es una planta capaz de vivir en condiciones muy desfavorables, se sabe que la fertilización es importante para incrementar la producción. Los abonados más frecuentes son nitrogenados, fosfóricos y potásicos, al igual que para la mayoría de las plantas de cultivo (Guerrero, 1991). Los abonos de mayor concentración de nitrógeno han dado las más altas producciones. En el caso del aporte de fósforo, las respuestas han sido positivas solamente cuando han transcurrido tres o más años de su

aportación continuada (Civantos, 1988; Guerrero, 1991). El potasio es importante para la floración ya que una reducción de su contenido en la planta se traduce en una reducción del número de yemas florales al año siguiente (Ciric, 1989). En Andalucía los suelos son ricos en potasio, por lo que la respuesta a la fertilización con este elemento es baja (García-Ortiz, 1996).

Aunque el olivo es tradicionalmente un cultivo de secano, necesita agua para una producción óptima, debido fundamentalmente, a las pérdidas por transpiración (López y López, 1996). El periodo crítico en cuanto a necesidades se sitúa entre la prefloración y la maduración, que coincide casi por completo con el periodo de mayor escasez de lluvias. Por ello se han estudiado diferentes sistemas de riego (goteo, microaspersión y difusión). Cada uno con sus ventajas y inconvenientes por lo que el agricultor elegirá aquel que se adecua a sus circunstancias particulares, fundamentalmente, textura del suelo y topografía de la parcela (Guerrero, 1991, López y López, 1996).

El laboreo es el sistema de cultivo más ampliamente utilizado en olivicultura, aunque no es el sistema más idóneo (Civantos y Torres, 1981; Pastor, 1991). Es difícil recomendar un sistema de cultivo sin conocer las características del suelo y el clima de la zona, y probablemente el sistema más adecuado sea una combinación de varios sistemas, en el que se cumplan las siguientes exigencias: a) Optimizar el aprovechamiento del agua de lluvia; b) Permitir al cultivo el aprovechamiento integral del suelo; c) Conservar el suelo, defendiéndolo de la erosión y d) Facilitar la realización de todas las demás prácticas del cultivo, en especial la recolección de frutos. Hoy día se consideran buenas prácticas agrícolas, técnicas como bandas sin laboreo y limpias de hierba bajo las copas y calles labradas superficialmente o con restos vegetales inertes.

En la situación actual de las técnicas del cultivo del olivo, la poda, es una operación imprescindible y necesaria para obtener producciones satisfactorias en un olivar. Esta se realiza en general durante la época de reposo vegetativo y después de cosechar la aceituna. Lo más frecuente es que se realice cada dos años y a veces, incluso cada tres (Pastor y Humanes, 1989, Rodríguez de la Rubia y Manzanque, 1996). La poda tiene una incidencia directa sobre el desarrollo de determinadas plagas como *Saissetia oleae*, *Euzophura pinguis* y *Phloeotribus scarabaeoides* (De Andrés, 1991).

1.4. Las plagas

Los principales daños debido a las plagas se manifiestan en la caída precoz de los frutos atacados, una disminución de la cantidad de pulpa y un deterioro de la calidad del aceite, como un efecto peyorativo cualitativo y cuantitativo de la producción.

Según Arambourg (1984), si tomamos en consideración únicamente la fauna entomológica realmente arraigada al olivo porque se desarrolla a expensas de una parte de la planta, y prescindimos de las incontables especies que encuentran en este árbol un refugio más o menos permanente, los inventarios realizados en diferentes zonas oleícolas del Mediterráneo revelan una notable riqueza y una variedad tanto más importante cuanto más favorables sean las condiciones ecológicas de los biotopos. Si en países como Marruecos o España se ha podido identificar unas 60 especies, en otros climas, como Siria o el sur de Túnez, su número es inferior a 20. Entre los grupos más representados destacan los Homópteros, seguidos de los Coleópteros, los Lepidópteros y los Dípteros.

La variabilidad de composición observada en las grandes áreas oleícolas puede darse también en el interior de una zona o país cuando se diversifican las condiciones ecológicas. Un ejemplo de ello lo encontramos en la fauna de los olivares del norte y el sur de Túnez.

La importancia y la repercusión económica de las diferentes especies nos lleva a clasificarlas en tres grandes grupos. El primero comprende las especies más extendidas, que son a la vez las más importantes desde el punto de vista económico (especies clave): *Bactrocera oleae* Gmel, *Prays oleae* Bern, *Saissetia oleae* Olivier. En el segundo se incluyen las especies de importancia económica media o localizada, o intermitente o accidental, entre otras:

Euphyllura olivina Costa.

Pollinia pollini Costa.

Aspidiotus nerii Bouche.

Parlatoria oleae Colve.

Dasyneura oleae Ldew.

Resseliella oleisuga Targ.

Zeuzera pyrina L.

Euzophera pinguis Hw.

Hylesinus oleiperda Bern.

Phloeotribus scarabeoides Bern.

Liothrips oleae Costa.

El tercer grupo reúne a todas las demás especies.

Si la repurcusión económica de los dos primeros grupos justifica la aplicación de medidas fitosanitarias, es importante prestar también atención a este último grupo, algunas de cuyas especies representan un peligro potencial. Así sucede con algunas cochinillas, que, en caso de ruptura del equilibrio biológico natural, pueden plantear serios problemas, como las invasiones de *Lepidosaphes ulmi*, *Parlatoria oleae* o *Aspidiotus nerii* que se registran en diferentes lugares.

A esta fauna entomológica viene a sumarse un grupo de artrópodos poco conocidos todavía: los ácaros. Desde hace diez años, en que comenzó su estudio, se han catalogado 17 especies propias del olivo en toda la cuenca mediterránea. Aunque sabemos ahora cuál es la biología de algunas de estas especies y los daños que ocasionan, en la mayoría de los casos las observaciones se hallan en la fase inicial y no permiten evaluar su función (Arambourg, 1984).

2. *Prays oleae*

2.1. Distribución geográfica

La polilla del olivo, *Prays oleae* (Bernard, 1788) (Lepidoptera: Yponomeutidae), viene de Asia Menor, Grecia y Siria. Hoy en día su distribución es bastante amplia (Fig.1).

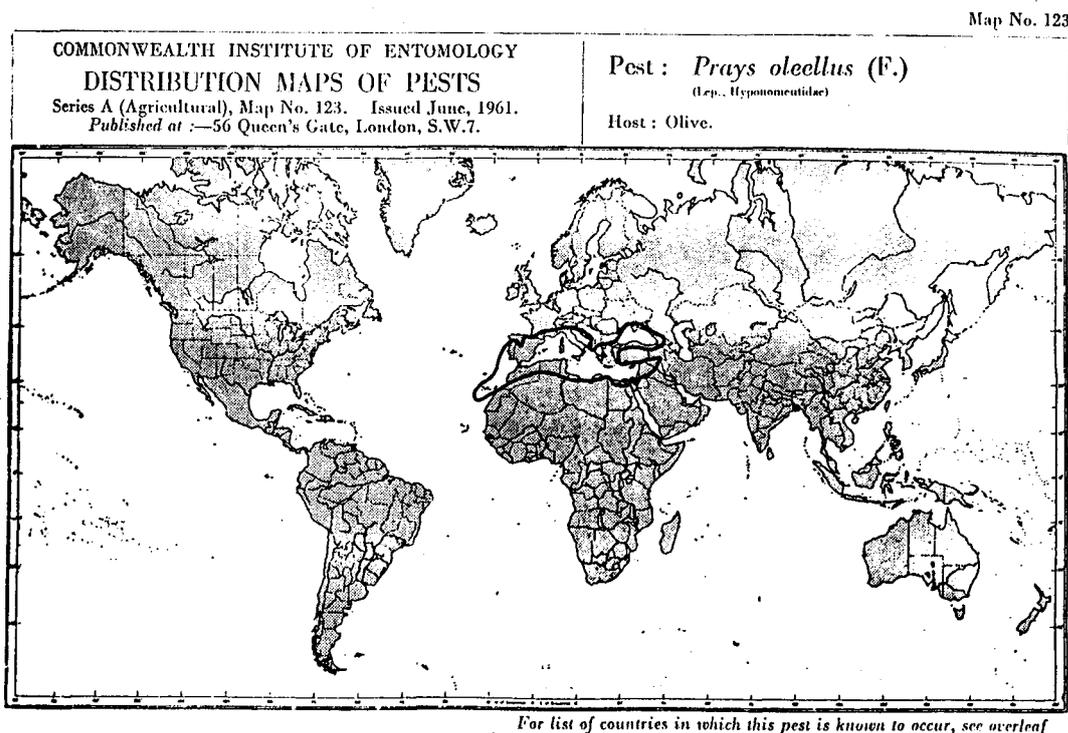


Fig.1 Distribución geográfica mundial de la polilla del olivo, *Prays oleae* (Bern.) en 1961.

2.2. Huéspedes

Vive principalmente sobre el olivo (*Olea europea* L.), tanto en las variedades cultivadas como en las especies silvestres ej. *Olea europea* var. *sylvestris* (acebuche). También puede completar su desarrollo sobre las hojas de *Phyllirea angustifolia* L., *P. latifolia* L., en *Jasminum* spp., *Ligustrum* spp. y *Anemone* spp. (Campos 1976; Arambourg 1984, 1986a,b; Katsoyannos 19??; DeAndrés 1991) todas ellas pertenecientes la familia de las Oleaceas.

2.3. Morfología

El huevo es de tamaño pequeño (0.5mm. de largo por 0.4mm. de anchura), lenticular, aplastado contra el soporte de puesta; el corion, con retículos poligonales, tiene aspecto alveolar y está rodeado por un margen ligeramente elevado. Su color blanco lechoso en el primer momento, se aclara durante la incubación, adquiriendo un tono amarillo rojizo tras la eclosión de la larva debido a los excrementos acumulados en su interior (Silvestre, 1943; Arambourg 1984).

La evolución larvaria atraviesa cinco fases sucesivas, que se caracterizan por la longitud del cuerpo y la anchura de la cápsula cefálica. Al final de su desarrollo, la larva mide entre 7 y 8 mm. de largo y 1.4mm. de ancho. Generalmente, es de color marrón verdoso claro o avellana más o menos oscuro. En la parte sublateral dorsal aparecen dos franjas oliváceas y adyacentes a ellas, dos bandas amarillas (Silvestre, 1943; Arambourg, 1984).

El crisálida tiene forma cilindrocónica, redondeada por la parte anterior del abdomen y estrecha en la posterior. La coloración varía de marrón oscuro a amarillo claro o verdoso. La parte torácica mide 5-6mm. de largo por 1.7mm de ancho. Está encerrada en su capullo blanco, poco tupido, fijado al soporte por una densa red de sedas (Silvestre, 1943; Arambourg, 1984).

El adulto es un microlepidóptero de color gris plateado que mide cerca de 13mm. de envergadura; las alas anteriores, de forma rectangular y con la nervación típica de este grupo, están cubiertas de escamas gris plata, con algunas escamas negras dispersas en la cara superior. El margen exterior y el tercio apical presentan una franja de sedas unicolor. Las alas posteriores, de color gris uniforme, están bordeados de mechones pilosos en su cara superior (Silvestre, 1943; Campos 1976; Arambourg 1984, 1986a,b; Katsoyannos 19??; Andrés 1991).

2.4. Biología

El ciclo biológico consta de tres generaciones anuales, y en cada una se desarrollan en distintos órganos del árbol: la generación filófaga (en las hojas), la generación antófaga (en los botones florales y flores) y la generación carpófaga (en la almendra del fruto).

2.4.1. Generación Antófaga

Los adultos procedentes de larvas invernantes de la tercera generación emergen en la primavera, cuando los botones florales diferenciados han alcanzado la fase D (desde marzo hasta abril/ mayo, según las localidades) (Arambourg, 1984). Tras el acoplamiento, las hembras depositan algunos huevos aislados en el cáliz de los botones florales, preferentemente en las principales flores hermafroditas del extremo superior o inferior del racimo (Niccoli 1984a). Al nacer, la larva penetra directamente en el botón floral, devora sus órganos reproductores y, atravesando los pétalos, pasa a otra flor. En las primeras edades larvianas se alimentan de las sacas polínicos, los cuales abandonan en el momento de su apertura, para concentrarse en las flores fértiles, comiéndose de la flor femenina (Civantos 1980). Con su seda, une los botones florales para formar un amasijo donde se acumulan sus excrementos y los pétalos secos, en una amalgama característica. Terminado su desarrollo (tres semanas, aproximadamente), la larva se transforma en crisálida 'in situ' o al abrigo de la corteza del tronco o de las ramas. Transcurridos de 10 a 15 días, los adultos de la primera generación emergen entre mayo y julio, según los biotopos (Campos 1976; Arambourg 1984, 1986a,b; Katsoyannos 19??; Andrés 1991).

2.4.2. Generación Carpófaga

Las hembras de la generación antófaga depositan los huevos en el cáliz de las aceitunas recién formadas. Dado que no distinguen entre aceitunas que ya tienen huevos, es frecuente encontrar entre 1 a 6 huevos por fruto, incluso, hasta 36 han sido observados (Campos y Ramos 1985). Sin embargo, la mayoría de las aceitunas solo tienen un huevo (Niccoli 1984b, Campos y Ramos 1985). Tras un periodo de incubación de seis días, la larva neonata penetra directamente en el fruto, dirigiéndose al interior del endocarpio a través de los haces fibrovasculares de fijación del fruto, y solo una larva llega hasta el hueso (suele ser la primera) (Fournier *et al.* 1980).

Desarrollada y solidificada la almendra, la larva la devora, completa su evolución rápidamente y recorriendo los canales fibrovasculares en sentido inverso, sale a la superficie perforando un orificio característico en la base del pedúnculo. A partir de los últimos días de agosto, y durante más de un mes, la larva se transforma en crisálida en el suelo, cuando la aceituna se ha desprendido antes de su salida, o en el árbol, si la caída ha sido posterior. Los adultos de esta generación emergen desde comienzos de septiembre hasta noviembre, según las condiciones climáticas (Campos 1976; Arambourg 1984, 1986a,b; Katsoyannos 19??; Andrés 1991).

2.4.3. Generación Filófaga

La mayoría de los huevos de la tercera generación son depositados sobre el haz de la hoja, cerca del nervio principal (Campos, 1976; Niccoli 1984c). Tras la incubación, la larva penetra en el interior de la hoja, excavando una galería de alimentación que abandona después de cada muda para dirigirse a otra hoja. El tipo de galería distingue a cada fase larvaria. Sin embargo, las larvas de la última fase no se desarrollan como minadoras, devoran el parénquima del envés de las hojas o se alimentan de las yemas terminales de los brotes (Arambourg, 1984).

La ninfosis tiene lugar al final del invierno `in situ', en un refugio de hojas unidas con hebras de seda, o debajo de la corteza. La ninfosis dura alrededor de 15 días y el ciclo recomienza (Campos 1976; Arambourg 1984; Katsoyannos 19??). La duración de vuelo está fuertemente correlacionado con el número de días por año, donde las temperaturas maximas son superiores a 18°C (Ramos, *et al.*, 1977).

2.5 Ecología

Las condiciones climáticas juegan un gran papel en el desarrollo del olivo y, por consiguiente en la vida de *P.oleae*, tanto directamente como indirectamente. Los huevos y larvas de las primeras edades son bastante vulnerables a baja humedad y altas temperaturas. Con una humedad relativa menor del 60%, el huevo se seca y muere, independientemente de la temperatura. Las larvas neonatas mueren cuando las temperaturas superan los 30°C (Katsoyannos 19??). En cuanto a las temperaturas invernales, Kidd y Gazziano (1992) indican que la severidad de las mismas pueden influir en el número adultos emergentes en primavera. Las crisálidas son más resistentes. Las temperaturas también inciden sobre la duración de las distintas estadios de desarrollo, como se puede comprobar en las tres generaciones anuales. Así, por ejemplo el periodo de incubacion

de los huevos oscila entre 5 y 15 días para temperaturas de 25 y 10 °C respectivamente. (Ramos *et al.* 1977). El umbral de desarrollo se sitúa entre 9-10°C y 32-33°C.

La calidad alimenticia también es un factor bastante importante, pues afecta tanto a la fecundidad como a la longevidad de los adultos. La longevidad, medida en el laboratorio, es de siete días, con solamente agua, y hasta 24 días, con agua y miel (Pralavorio, *et al.* 1978). Como en muchos otros insectos, la fecundidad depende del régimen alimenticio de las larvas. Así, las larvas de la generación antófaga, que se alimentan de los órganos más ricos, dan lugar a hembras que oviponen unos 120 huevos, mientras que la fecundidad de las hembras procedentes de la generación filófaga y carpófaga, es inferior a 60 huevos (Pralavorio *et al.* 1978; Arambourg 1986b).

Cuando se habla de la biología de *P.oleae*, se debe de tener en cuenta el efecto del propio olivo. Así, para que se produzca el ataque, la fenología del olivo y de *P.oleae* tienen que coincidir temporal y espacialmente. En algunas años y generaciones, la falta de sincronismo ha disminuido la severidad de los ataques (Montiel 1981; Ramos, *et al.*, 1989). También se ha observado, , procesos de enquistamiento de las larvas en el hueso, antes del endurecimiento del mismo y durante el crecimiento rápido de la aceituna (Montiel 1981; Andrés 1991), por lo que la tasa de mortalidad de las jóvenes larvas carpofagas puede alcanzar valores de entre el 70 y el 90%. La variedad de olivo es otro factor importante que determina el grado potencial de ataque. Por ejemplo, en Francia, la variedad 'Blanquetier' casi no es atacada por *P.oleae*, mientras que los ataques a la variedad 'Cailletier' son muy elevados (Arambourg 1984). En España, la variedad 'Picual' es muy susceptible al ataque de *P.oleae* (Barranco y Rallo 1985).

Con respecto al comportamiento, los adultos son crepusculares o nocturnos. Durante el día se quedan quietos debajo de las hojas y se acoplan durante la noche, de madrugada o al amanecer, tardando entre 1-2 horas. Después del acoplamiento, las hembras deponen los huevos si las temperaturas son favorables (superior a las 10-12°C) (Pralavorio *et al.* 1978; Katsoyannos 1994).

2.6 Daños

Los daños son atribuibles únicamente a los dos primeras generaciones, ya que se desarrollan a expensas de la producción del árbol. Sin embargo, en plantas muy jóvenes las larvas filófagas de quinta edad,

que se alimentan de brotes tiernas y yemas apicales, pueden llegar a producir daños de importancia (García Marí *et al.*, 1996).

Las larvas de la primera generación, al alimentarse de los órganos reproductores de los botones florales, especialmente de las flores hermafroditas, más aptas para la fructificación, causan su destrucción. Aunque se desconoce la cantidad exacta de flores que elimina una larva (las estimaciones al respecto oscilan entre veinte y más de cuarenta), se cree comúnmente que su número equivale a un racimo floral, y acaso más. Si se considera el coeficiente de fructificación del olivo, nunca muy elevado, los daños causados por la polilla del olivo pueden revestir una gravedad tal que haga necesario adoptar medidas: en olivares especialmente aptos para el desarrollo del insecto, como los de Sfax, en Túnez, puede quedar destruída toda la floración (Arambourg, 1984).

Las larvas de la segunda generación, carpófagas, se encaminan al hueso excavando una galería, desde el cáliz del fruto, en los canales fibrovasculares que lo unen al pedúnculo y aseguran su alimentación. Si la lesión es muy importante, la aceituna se desprende apenas cuajada. Esta caída, a comienzos del verano, se confunde frecuentemente con la caída fisiológica natural posterior a la formación de la aceituna que suele ser afectar entre el 78% (Campos, 1976) y el 93% de los frutos (Pralavorio y Arambourg, 1981). Hacia finales de agosto, una vez culminado su desarrollo, la larva intenta salir del fruto. No pudiendo atravesar el hueso, demasiado duro, abre una nueva galería en los canales fibrovasculares, provocando de este modo la caída, conocida vulgarmente, por el nombre de la 'caída de San Miguel', de frutos insuficientemente maduros para ser recuperados para aceite.

En los años con una población pequeña o media de *P.oleae* los daños originados por el fitófago en su segunda generación se confunden virtualmente con el aclareo natural del árbol. En cambio, en los años de fuerte infestación, los daños conjugados de ambas generaciones pueden afectar a una parte más o menos importante de la producción y, en casos extremos, a la totalidad (Arambourg, 1984).

2.7. Control integrado

En los ecosistemas, los enemigos naturales y sus presas están en continua relación, en la cual cada grupo intenta vencer al otro, evolucionando hacia estrategias de captura y escape, cada vez más eficaces. Estos son procesos fundamentales en la regulación de las poblaciones de las especies animales. Desgraciadamente las interferencias producidas por el

hombre, como p.e., cultivar plantas lejos de sus lugares de origen, crear grandes plantaciones monoespecíficas o facilitar el transporte de especies nocivas de un lugar a otro, favorecen el desarrollo de determinadas especies, que pueden escapar a las restricciones impuestas por sus enemigos naturales (Speight y Wainhouse, 1989; Dent, 1991) y provocar la aparición de plagas. Ante esta situación ha sido necesario desarrollar diferentes métodos para poder controlarlas, los cuales han ido evolucionando hacia lo que hoy en día se le llama manejo integrado de plagas, (IPM), definido por la O.I.L.B. en 1977 como un proceso de lucha contra los organismos nocivos utilizando un conjunto de métodos que satisfagan la exigencias económicas, ecológicas y toxicológicas, dando carácter prioritario a las acciones que fomentan la limitación natural de los enemigos de los cultivos y respetando los umbrales económicos de tratamientos.

En el cultivo del olivo, durante los años 70, se produce una intensa renovación tecnológica que ha llegado hasta nuestros días. En ella, el control de plagas se hace mediante pesticidas de síntesis orgánica, el cual es muy efectivo y ha proporcionado grandes beneficios. Sin embargo, un uso abusivo e irracional del mismo, desgraciadamente muy frecuente, está provocando perjuicios serios en el olivar, tales como:

- el desarrollo de resistencias en los insectos que provocan plagas, que requieren dosis crecientes para su control (Montiel, 1992; Civantos, 1995).

- la eliminación de la entomofauna auxiliar, que provoca la aparición de nuevas plagas de insectos tenidos hasta el momento como secundarios, como son *Aspidiotus nerii*, *Parlatoria oleae* y *Saissetia oleae* (Broumas, 1979; Kapatos y Flecher, 1983; Brnetic, 1985; Orphanides, 1985; Arambourg, 1986; Petacchi y Minnocci, 1994). Heim (1985) determinó que los insecticidas de contacto utilizados en el olivar matan mas insectos que los sistémicos a igualdad de concentración, sobre todo en el caso de antocóridos, redúvidos y arañas.

- la contaminación medioambiental y la presencia de residuos que ponen en peligro la salud de los usuarios y consumidores. En ocasiones, las aceitunas de mesa son rechazadas por los importadores debido a los elevados residuos de insecticidas que contienen y a las alteraciones del color y el sabor (Panis y Marro, 1983; Katsoyannos, 1992). También se han observado efectos sobre la calidad del aceite (Rutter *et al.*, 1994).

Hace unos años surgió un nuevo concepto de olivicultura, a la que se califica de "sostenible", para subrayar su capacidad de mantenerse y

perpetuarse como agricultura de futuro. La conversión en este tipo de olivicultura conlleva, en el plano de la protección del cultivo, hacia el desarrollo de nuevas tecnologías que sean válidas desde el punto de vista económico y medioambiental.

2.7.1. Muestreos y seguimiento de las poblaciones

El conocimiento de la biología de una plaga ha posibilitado ajustar los tratamientos a los momentos del ciclo en los que presentan mayor sensibilidad o cuando las condiciones son más favorables para su desarrollo. Por ello, es fundamental poner a punto los métodos que permitan determinar la densidad de la plaga, grado de infección y poder relacionar estos niveles con las pérdidas potenciales en el cultivo (García de Ortanzo Lopez, *et al.*, 1992)

Para el control de las poblaciones adultas de *P.oleae* se utilizan trampas tipo delta cebadas con una cápsula de un mg de Z-7 tetradecenal (feromona sexual), la cual es reemplazada cada 30 días. Las capturas se contabilizan semanalmente (Jardak *et al.*, 1985; Ramos, *et al.*, 1985; Civantos y Sanchez, 1993) (Inicialmente, las trampas eran cebadas con hembras vírgenes (Pralavorio *et al.*, 1975).

Para determinar el ataque se toman muestras al azar semanales de flores, frutos y hojas (Pralavorio *et al.*, 1981; Ramos *et al.*, 1984; Jardak *et al.*, 1985), así como otros parámetros como el número de inflorescencias por brote y el número de botones por inflorescencia, en el caso de la generación de flor (Civantos y Sanchez, 1993).

Niccoli (1981) y Ramos *et al.* (1981) encontraron correlaciones altas entre infestaciones y capturas aunque la significación fue más alta en la generación de flor. Es importante tener en cuenta que el nivel de correlación dependerá de la coincidencia entre la fenología del olivo y la plaga, la cual en algunos años y generaciones no es buena (Jardak 1985; Ramos *et al.* 1989).

2.7.2. Umbral económico

El paso más importante que se está realizando en los últimos años es el cambio de actuación, en el que se dejan atrás calendarios rígidos de tratamientos y la decisión de realizar o no un tratamiento se hace en base a un umbral económico del tratamiento. Estos umbrales depende de multiples factores como marco de plantación, variedad, precio de la aceituna, coste del tratamiento, etc..., por lo que han de definirse en cada caso particular (Civantos, 1995). En el olivar español, el control en la generación antófaga

se recomienda cuando el número de adultos capturados es superior a cinco adultos por día y por trampa, el nivel de plaga es alto ($\geq 5\%$ de flores con fase vivas), y el índice de floración es bajo (> 10 flores por brote). Si las poblaciones son muy elevadas se realizará un segundo tratamiento en carpófaga, cuando más del 50% de las puestas estén eclosionadas. (Civantos, 1995,1996). Asimismo, en otros países se han definido dichos umbrales, como en Italia (Cirio y Menna, 1985; Prota, 1993), Turquía (Kaya *et al.*, 1987) o Túnez (Jardak y Ksantini, 1996).

2.7.3. Control químico

Actualmente es la base de la protección contra las plagas y enfermedades en el olivar, si bien tiende a aplicarse de acuerdo con la estimación de los niveles de población y de los daños. Los insecticidas recomendados, contra las larvas de las tres generaciones de *P. oleae*, son los organofosforados, como Paration, Fenitrothion, Dimetoato, etc., (Civantos, 1995), aunque insecticidas sistémicos como el metomilo son también utilizados contra las larvas de la generación de fruto con buenos resultados (Katsoyannos, 1992) (Lenzi *et al.*, 1985).

2.7.4. Pesticidas naturales

Dentro de los programas de manejo integrado de plagas se tiende hacia la utilización de pesticidas lo más selectivos posibles, al objeto de minimizar sus efectos adversos sobre los organismos beneficiosos.

Entre ellos se han investigado dos reguladores del crecimiento, diflubenzuron y triflumuron, los cuales inhiben la síntesis de la quitina. En ensayos con diflubenzuron en Túnez y en España obtuvieron los mejores resultados contra las larvas de la generación filófaga (Ligren and Ridgway, 1967; Civantos y Montiel, 1982). Arambourg (1985) indica que su efectividad es comparable a la de los insecticidas convencionales o al *B. thuringiensis*, pero que tienen una cierta acción ovicida y son ligeramente tóxicos para los antocóridos. En Grecia, ambos reguladores dieron buenos resultados en la generación de flor de *P. oleae*, especialmente el triflumuron, el cual sería un gran candidato para usar en un control práctico (Broumas and Stavrakí, 1986).

Las piretrinas naturales (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), en aplicación terrestre y a dosis muy reducidas (0,1%), han resultado ser competitivas en coste y eficacia con los tratamientos químicos convencionales utilizados en el control de las poblaciones larvarias de la generación antófaga (Montiel, 1992).

2.7.5. Métodos culturales

Las medidas culturales usadas en IPM son preventivas y tienden a interrumpir el ciclo biológico de la plaga o a mejorar el hábitat para sus parásitos y depredadores.

En el caso de *P. oleae* se ha indicado que las labores del suelo que se realizan en otoño pueden incidir negativamente sobre ella (Civantos, 1995). La poda es otra de las prácticas culturales que reduce la población larvaria invernante del lepidóptero (Katsoyannos, 1992).

Un factor importante en la dinámica de poblaciones de *P. oleae* es el grado de sincronismo entre las emergencias de los adultos y la susceptibilidad del fruto para la oviposición (Ramos *et al.*, 1989). Para explicar este hecho, se ha sugerido entre otras hipótesis que algunas sustancias volátiles que emite el fruto del olivo podrían inhibir la llegada de la hembra del fitófago sobre éste para oviponer. Una de las más importantes es el etileno, una fitohormona, la cual es liberada en elevadas cantidades durante los cambios en el desarrollo como floración o fructificación (Sanchez-Raya, 1983). En este sentido, Ramos y Ramos (1989) observaron que una simple aplicación de ethrel (ácido 2 cloro-etil fosfónico) al inicio de la formación del fruto, reducía significativamente el ataque de *P. oleae* y no tenía efectos negativos sobre la actividad de insectos beneficiosos. Por desgracia, la aplicación práctica de esta técnica es problemática ya que es dudoso que una sola aplicación pueda alcanzar a todos los frutos en el estadio de desarrollo adecuado, dada la heterogeneidad en la fructificación por árbol y por zonas, y muchas aplicaciones de ethrel podrían cambiar la balanza hormonal del árbol.

2.7.6. Mediadores químicos

En últimos años, muchos de los estudios han ido dirigidos hacia el aislamiento, identificación y aplicación de los mediadores químicos. Entre los más utilizados se encuentran los atrayentes alimenticios y las feromonas sexuales. Dentro del IMP, están siendo utilizados para el control de las plagas del olivo, así como para su monitorización. Las técnicas más frecuentes de control son los tratamientos cebo, los trampeos masivos y la confusión sexual.

La feromona sexual de la hembra de *P. oleae* fue identificada como la Z-7 tetradecenal (Campion *et al.*, 1978, 1979). Durante una década está siendo utilizada en numerosos países de la Cuenca Mediterránea para monitorizar las poblaciones adultas de este insecto. Para ello se utilizan

trampas delta y cápsulas de polietileno cebadas con 1mg de la feromona. Este sistema es mucho mas eficaz que otros (trampas de luz, cebos alimenticios, etc..) en detectar la presencia de adultos y es también muy selectivo (Civantos y Montiel, 1980; Pralavorio *et al.*, 1981). Permiten detectar la emergencia de los adultos de la tres generaciones del fitófago y determinar el momento óptimo para llevar a cabo las medidas de control (Jardak *et al.*, 1985; Del Rio, 1985). La relaciones existentes entre las capturas y la infestación (Ramos *et al.* 1989; Nicoli, 1981) han permitido definir los umbrales económicos de tratamientos (Civantos, 1995; Cirio and Menna, 1985; Prota, 1993; Kaya *et al.*, 1987; Jardak y Ksantini, 1996).

Los experimentos para reducir la poblaciones de *P. oleae* mediante trampeos masivos indican que el sistema sería aplicable solamente cuando las poblaciones son relativamente bajas (Montiel y Jones, 1989). Su uso en la generación filófaga tiene consecuencias prácticas reduciendo de forma significativa las infestaciones subsiguientes en flor (Montiel *et al.*, 1991).

En cuanto a la confusión sexual hay que indicar que es la técnica sobre la que más se ha trabajado en los últimos 10 años. Sin duda el desarrollo de formulaciones de mayor duración ha significado un gran avance en la aplicación de este método de control. En el caso del lepidóptero, se aplicó esta técnica con éxito en Italia (Caffarelli *et al.*, 1983) y España (Ramos *et al.*, 1983), observandose que los mejores resultados se obtenían con bajas poblaciones (Montiel y Jones, 1989; Cirio and Mena, 1985; Arambourg, 1985). Por ello, en años de elevada población se recomienda disminuirlas en la generación de flor con *B. thuringiensis* y aplicar confusión en la generación siguiente (Mazomenos, 1996). La efectividad del método depende del número de frutos y de la densidad de dispenser por árbol, observandose que las aplicaciones multianuales reducen progresivamente las poblaciones de *P. oleae* de año para otro (Mazomenos, 1996).

2.7.2. Control biológico

La lucha biológica puede ser llevada a cabo por patógenos, parásitos y depredadores. Los patógenos son microorganismos, como por ejemplo, los virus, las bacterias, los hongos, los protozoos y los nematodos. Son a menudo formulados para pulverización y en consecuencia aplicados como un plagicida. Los vertebrados depredadores, son, en su mayor parte generalistas y por eso son muy raramente eficaces en el control de las plagas. Por eso, los agentes del control biológico son, por lo general, los artrópodos (Speight y Wainhouse, 1989, Dent, 1991).

2.7.2.1. Control biológico natural

El control biológico natural está, por definición, limitado a casos donde un enemigo natural indígena controla una plaga indígena. También hay otra categoría, llamada control biológico fortuito, cuando una plaga exótica establecida llega a ser controlada por enemigos naturales nativos o viceversa (DeBach, 1974).

P.oleae es atacado por varios parasitoides himenópteros y algunos depredadores, como los crisópidos. De más de 40 especies de parásitos y hiperparásitos himenopteros descritos sobre la polilla (Ramos y Panis, 1975; Argiriou *et al.*, 1976; Arambourg y Pralavorio, 1986), *Chelonus eleaphilus*, *Ageniaspis fuscicollis* var. *praysincola*, *Elasmus steffani* y *Trichogramma* spp. (Trichogrammitidae) son los más importantes.

Chelonus eleaphilus Silv. es un Braconido endófago ovolarvario solitario. Se encuentra en la mayoría de las regiones mediterráneas excepto en Grecia o Turquía, aunque ha sido importado a Grecia. Tiene una alta fecundidad (hasta 500 huevos/hembra) (Arambourg, 1968). Ataca a todas las generaciones y aunque en algunas regiones han sido observados niveles altos de parasitismo (80%) (Ref), en general, el papel que desempeña es de poca importancia. Tiene la desventaja el ser parásito secundario cuando se encuentra en la misma larva que *Ageniapis fuscicollis* var. *praysincola* (Katsoyannos, 1992).

Ageniapis fuscicollis Dalm. var. *praysincola* Silvestri es un Calcídido endófago ovolarvario poliembionario encontrado con cierta frecuencia en la Cuenca Mediterránea. Algunas razas son partenogénicas (Ramos *et al.* 1982). Es específico de *P.oleae* y es considerado como la especie predominante, representando en ocasiones hasta más del 50% del parasitismo (Campos y Ramos 1982). Sin embargo, esta especie es incapaz de controlar o regular las poblaciones plaga a niveles económicamente aceptables (Arambourg, 1986a).

Elasmus steffani es un Elásmido, ectófago larvario poliembionario. Se encuentra en la mayoría de las regiones mediterráneas. También puede actuar como hiperparásito de las dos especies anteriores. Es parásito de las generaciones filófagas y antófagas y puede alcanzar tasas de parasitismo de entre 10-11% en Granada (Campos 1980).

Los parasitoides embrionarios del género *Trichogramma* se han encontrado en la Cuenca Mediterránea, p.e. *T.embryophagum* Hasting en Grecia (Stavraki, 1985) y *T. oleae* Voeg. y Poin. en Francia y en la antigua Yugoslavia (Arambourg y Pralavorio, 1986). Esporádicamente se desarrolla

en los huevos de *P.oleae* por lo que sus efectos no son consistentes y su importancia es bastante baja (Jardak, 1980).

En Granada, la tasa de parasitismo media obtenida durante ocho años de estudio no fue muy elevada (media=16.95±2.77) de tal manera que no se podría asegurar que la planta esté protegida, aunque en algunos años la tasa llegó a ser importante. En orden de importancia durante la generación antófaga en Granada fueron: *A.f. praysincola*, *E. steffani*, *Apanteles xanthostigmus*, y *C. eleaphilus*, mientras durante la generación carpófaga fueron: *C. eleaphilus*, *A.f. praysincola*, *A. xanthostigmus* (Campos y Ramos 1981).

Entre los diferentes depredadores de *P.oleae*, los crisópidos son los más abundantes y *Chrysoperla carnea* Stephens es la especie más frecuente en los olivares de la Cuenca Mediterránea (Neuenschwander y Michelakis, 1980; 1; Campos y Ramos, 1993; Bento, 1994). Las larvas son muy activas y destruyen un gran número de huevos de la generación carpófaga (alcanzando porcentajes de depredación hasta del 97% (Alrouechdi, 1980; Ramos *et al.*, 1982; Liber, 1985; Sacchetti, 1990).

La eficacia depredadora, desde el punto de vista práctico, disminuye conforme aumenta el número de huevos de *P.oleae* por fruto, siendo las aceitunas más protegidas, las que presenta uno o dos huevos (Alrouechdi, 1980; Campos y Ramos, 1985)

Otros depredadores de *P.oleae* son los sírfidos y antocóridos, las cuales atacan a las larvas de la generación antófaga (Arambourg, 1986; Sacchetti 1990). En general se puede indicar que la acción de las depredadores es superior a la de los parásitos (Jimenez, 1985).

2.7.2.2. Control biológico clásico

El control biológico clásico se refiere a la búsqueda de un enemigo natural exótico e introducirlo en un país donde hay una plaga indígena con el objetivo de que la nueva asociación producirá su control.

Existe el riesgo de que el enemigo natural ataque especies nativas que no son nocivas, en vez de a la plaga (Ver Howarth, 1991 por una revisión) o de que reemplace a las especies autóctonas (ej. Harris, 1990; Gillespie y Neimar, 1993). Además muchos parasitoides son hiperparasitoides facultativos, pudiendo impedir la actuación de los parasitoides indígenas (Copland, pers. com.). Por todo ello, hoy en día, es importantísimo seleccionar bien antes de introducir nuevas especies (Waage, 1990).

Hasta ahora, ha habido más de 63 intentos de control biológico clásico contra las plagas del olivo. Por lo general, no han tenido mucho éxito en el norte del Mediterráneo, donde solamente un 15% de las introducciones han sido eficaces (aunque la tasa de establecimiento fue del 49%, cifra similar a la obtenida en otros cultivos) (Jervis *et al.* 1992). Estos autores atribuyen esta baja tasa al manejo tradicional de los olivos, la falta de vegetación y la frecuencia de alteración del hábitat.

En el caso de *P. oleae*, el parásito *Chelonus eleaphilus* fue introducido en Francia, Yugoslavia y Grecia, país donde ha llegado a establecerse (Argyriou *et al.*, 1976; Arambourg, 1985). Este último autor indica que su actividad depende entre otras cosas de la densidad del estadio receptivo del huésped.

También, diferentes especies de *Trichogramma* procedentes de la antigua URSS, Texas y Francia, han sido introducidas en los países como Francia y Grecia. En algunas casos los porcentajes de parasitismo fueron bajos (*T. cacoeciae*) y en otros el establecimiento en el país donde se realizaron las sueltas no se han producido (Stavraki 1985). La cría de estas especies se hace sobre huéspedes de sustitución, como *Anagasta kühniella* Zell., a un costo razonable (Arambourg, 1985).

2.7.2.3. Manejo de los enemigos naturales

El manejo de las poblaciones de los enemigos naturales puede ser dividido en dos categorías: la conservación y el aumento. La conservación de enemigos naturales ya presentes consiste en la manipulación del medio ambiente para favorecer los enemigos naturales, bien mediante la eliminación de los factores que le son adversos o proporcionándoles lo que les falta (DeBach, 1964). La aplicación consiste en la manipulación directa de los parásitos y depredadores, mediante la producción en masa y la subsiguiente suelta masiva o la mejora genética de su eficacia (Hoy, 1990).

2.7.7.3.1. Conservación

Se ha determinado que ciertas prácticas que se realizan en los olivares inciden negativamente sobre los enemigos naturales. Así, el arado daña concretamente colonias de hormigas, las cuales destruyen pupas de *P. oleae*. Además, esta práctica junto con el uso de herbicidas, eliminan numerosas plantas que son usadas por parásitos y depredadores, como *C. carnea*, para descansar, cazar o alimentarse (Jervis *et al.*, 1994a, 1994b; McEwen and Ruiz, 1994; Mazomenos, 1994 ?). En este sentido ha observado

en un olivar de Italia que la siembra de determinadas plantas como *Fagopyrum esculentum*, ha disminuido significativamente los ataques de *P.oleae* al fruto (Cristofari, 1994?).

Es bien conocido que los insecticidas poco selectivos, utilizados de forma continuada y en momentos inadecuados, han contribuido a la eliminación de parásitos, depredadores y otros insectos que actúan como presas alternativas. En el caso de *P. oleae* se observó que los tratamientos con dimetoato disminuyen el porcentaje de huevos depredados por *C. carnea* en la generación carpófaga (Ramos *et al.* 1978).

Los cebos alimenticios y trampas coloreadas, utilizados en la monitorización y control de las distintas plagas del olivo han mostrado ser atractivas para la entomofauna auxiliar, por lo que una elevada densidad de trampas puede incidir negativamente sobre sus poblaciones (Neuenswander, 1982). Este problema puede ser resuelto usando trampas con colores que no les sean atractivas (Haniotakis *et al.*, 1982) o mediante la instalación de las trampas en el árbol de una manera más selectiva (Jones *et al.*, 1985).

En los últimos años se ha estudiado el efecto del uso de melazas artificiales sobre la acción de los crisópidos, al objeto de mejorar su incidencia sobre *P. oleae* (Liber, 1985; Liber y Nicoli, 1988; McEwen *et al.*, 1993). Los resultados no han sido concluyentes con respecto al fitófago, y tienen el inconveniente de facilitar el desarrollo de la negrilla (*Cycloconium oleaginum*) y la aparición de hiperparásitos y otros depredadores de parásitos (Jervis *et al.*, 1992a).

2.7.7.3.2. Aumento

Para incrementar los enemigos naturales de *P.oleae* varias especies de *Trichogramma* han sido cultivadas en masa sobre huevos de *Anagasta kühniella* Zell. (Lepid.: Pyralidae) y soltados en olivares de Grecia y Yugoslavia, donde los porcentajes de parasitismo (Stavraki, 1985) obtenidos sobre los huevos de las generaciones antófaga y carpófaga del fitófago, fueron bajos.

Los métodos de cría para *C.eleaphilus*, (Arambourg, 1968; 1985) y *C.carnea* (Ref) han sido desarrollados, aunque las sueltas inundativas en el olivar, aun no se han realizado (Katsayannos, 1992).

En el caso de *A.fusicollis*, se ha cultivado con éxito sobre *Acrolepiopsis assectella* Zell., pero no se ha llevado a cabo ensayos de campo (Arambourg, 1985).

2.7.7.4. Control microbiológico

Las enfermedades de insectos son normalmente causado por bacteria, hongos, virus, protozoa y nemátodos. Muchos de ellos atacan varios especies de huésped. En control biológico, son producidos en masa y aplicados como plagicidas microbiana. Estos tienen la ventaja de no conlleva problemas de residuos tóxicos que tienen insecticidas normales.

Hasta ahora, la única tratamiento microbiano utilizado en el olivar es la bacteria entomopatógena, *Bacillus thuringiensis*. Es recomendado contra las larvas de la generación antófaga (Arambourg, 1985) mediante tratamientos con formulaciones de *B.thuringiensis* variedad Kurstaki, los cuales actúan por ingestión.

Su uso está cada vez más extendido y en Grecia se han alcanzado valores de mortalidad, con esta cepa, cercanos al 94% (Yambrias *et al.* 1986). En Túnez con la cepa *B.thuringiensis* subsp. *thuringiensis* se obtuvieron porcentajes de mortalidad del 50%, y en España, las experiencias desarrolladas en los últimos años con las nuevas generaciones de *B. thuringiensis*, han mostrado que su eficacia es similar en tratamientos aéreos y terrestres, a los insecticidas organofosforados que tradicionalmente se utilizan en el control de esta plaga (Civantos y Sanchez, 1993).

Tiene la gran ventaja, sobre los insecticidas de amplio espectro, de que su incidencia negativa sobre la entomofauna auxiliar existente en el olivar, es muy inferior (Varlez *et al.*, 1993; Jacas y Viñuela, 1994; Civantos, 1995).

2.7.8. Modelos

Actualmente se están desarrollando los modelos de población de *P. oleae* para usarlos en el control integrado (Kidd y Gazziano, 1992). Los objetivos son predecir la fenología de los distintos estadios del fitófago, los cambios de abundancia, en las distintas generaciones de un año y entre años y determinar los efectos de diferentes medidas de control con vistas a definir las estrategias óptimas de manejo en distintas regiones y situaciones (Jimenez 1985; Claridge y Walton 1992; Jervis y Kidd 1993).

En cuanto a predicción de las fenologías el modelo puede ser utilizado con confianza. Así, con datos de capturas en primavera se puede predecir el momento de aparición de los distintos estadios de las generaciones siguientes, donde las temperaturas prevalecientes son conocidas. La predicción de abundancia presenta más dificultades debido a la falta de conocimientos sobre los factores que inciden en la generación

filófaga. En relación con las estrategias óptimas de manejo, el modelo indica que la reducción del 90% de la infestación en fruto podría ser alcanzada incrementando la mortalidad en la generación de flor, sugiriendo hacer más énfasis en el la suelta masiva de depredadores de huevos y parásitos en la primavera (Kidd y Gazziano, 1992).

2.7.9. Estado actual

Para realizar correctamente los sistemas de protección integrada es necesario pasar por tres fases: investigación, desarrollo y aplicación (Civantos, 1995). La aplicación real está poco extendida y en ocasiones, las estrategias desarrolladas siguen siendo un lujo de investigadores (Cirio, 1992; Prota, 1993). La realidad es que este proceso requiere un nivel técnico adecuado y el apoyo decidido de diferentes Instituciones para crear la infraestructura suficiente y un clima óptimo para llevar a cabo la difusión de estos sistemas de lucha. En España se han creado para este fin las agrupaciones para el tratamiento integrado del olivar (ATRIAS) (Montiel, 1985; Zurita, 1985; Civantos y Caballero, 1993) y en Italia se está realizando a través de programas piloto, como el de Canino (Cirio y diCicco 1990; Cirio, 1992).

3. Inmunología

3.1 Generalidades

Los animales con sistema inmunológico, producen anticuerpos, cuya misión es proteger el cuerpo contra la invasión de moléculas extrañas. De una forma simple en el campo de la inmunología existen dos tipos de molécula, los antígenos y los anticuerpos. Los primeros son los que provocan la producción de anticuerpos (Catty 1988).

Los antígenos naturales son macro-moléculas compuestas por proteínas, carbohidratos o una combinación de ambos. El grado de respuesta inmunológica depende de la relación entre el antígeno y el sistema inmune, y los individuos de cualquier especie varían su respuesta en base a su dotación genética.

Cada antígeno tiene un sitio llamado determinante antigénico o epitopo. Un antígeno puede poseer varios epitopos diferentes o bien epitopos repetidos. Los anticuerpos son específicos para los epitopos, más que para la molécula antigénica global (Male y Roitt, 1993).

Todos los anticuerpos (Ab), llamados también inmunoglobulinas (Ig), poseen la misma estructura básica, pero difieren en la región en la que se

une al antígeno: el paratopo o región Fab (el resto de la molécula que no une con el antígeno es denominado fragmento cristalizante, Fc). Los anticuerpos son unidades compuestas por dos cadenas polipeptídicas ligeras y otras dos pesadas, también idénticas, unidas por puentes disulfuro. La clase y la subclase están determinadas por el tipo de cadena pesada. Las cadenas ligeras (L) y pesadas (H) aparecen compuestas por dos regiones distintas: La parte constante, C_L y C_H, y la parte terminal y variable, V_L y V_H (Turner y Owen, 1993).

En la mayoría de los mamíferos superiores se conocen cinco clases distintas de moléculas de inmunoglobulinas: IgG, IgA, IgM, IgD, e IgE. Dentro de la misma clase hay mucha heterogeneidad. En general, cada anticuerpo puede unirse específicamente a un solo antígeno. Para generar la diversidad de anticuerpos, se usan distintos mecanismos: múltiples genes variables (V) en la línea germinal, recombinación somática entre elementos para formar el gen de la región V y mutación somática. Dado que además de estos mecanismos, prácticamente cualquier cadena ligera puede combinarse con cualquier cadena pesada, el número de sitios de unión a antígenos posibles es el producto del número de cadenas pesadas y ligeras (Hay, 1993).

La especificidad de un antisuero refleja las especificidades de sus anticuerpos componentes dado que cada antisuero contiene un conjunto de moléculas de anticuerpos individuales y cada una de ellas reacciona con los distintos epitopos de la molécula antigénica. A veces, algunos epitopos son compartidos entre antígenos, sobre todo si se trata de especies relacionadas. Así, ciertos anticuerpos producidos por un determinado antígeno podrían unirse a otro antígeno. Cuando esto sucede, se dice que es una reacción cruzada (Catty, 1988), la cual es debida a que los anticuerpos del antisuero reconocen los determinantes antigénicos compartidos entre los antígenos (Greenstone, 1996).

Cuando se inyecta un antígeno a un huésped vertebrado, el antisuero que se obtiene, tras extraerle sangre, es policlonal y heterogéneo en su especificidad, ya que esta varía entre animales e incluso lotes. Por eso, cada vez que se produce un antisuero policlonal hay que optimizar las condiciones de uso antes de empezar los ensayos, si se quieren obtener resultados fiables y comparables. Las ventajas de este sistema son que se producen fácilmente, su desarrollo es relativamente barato y se pueden obtener resultados en poco tiempo. Aunque son sensibles, muchas veces su uso es limitado para algunos estudios de depredación debido a la falta de especificidad. Por ejemplo, no se puede usar para comparar depredación

entre especies distintas pero cercanas filogenéticamente o entre distintos estadios de la misma especie.

La alternativa es utilizar un antisuero monoclonal. Este deriva de células que producen anticuerpos policlonales por la fusión a una línea de células de linfocitos B tumorales, para formar clones de 'hibridomas'. Su gran ventaja es su monoespecificidad (solamente un epitopo) evitando así la necesidad de caracterizar las condiciones de ensayo. También es importante el que son producidos en cantidades ilimitadas teóricamente, mientras que se mantenga la línea celular. Sus desventajas son el coste y el tiempo necesario para su desarrollo (Symondson y Liddell 1996).

En la década de las 70, se desarrolló un ensayo de inmunoabsorción unido a enzimas sobre una placa de plástico, llamado ELISA. Su éxito fue su sensibilidad y especificidad lo que facilitó las pruebas para detectar y cuantificar antígenos y anticuerpos. Actualmente, es una técnica común y bien establecida, utilizándose desde en pruebas de embarazo hasta en estudios de ecología (Clark y Adams 1977; Clark 1981; Catty y Raykundalia 1988b).

La técnica ELISA se basa en que algunos enzimas como la peroxidasa o alcalin fosfatasa, se acoplan con anticuerpos produciendo conjugados, los cuales, reaccionan con el antígeno formando complejos. Estos son incubados con un sustrato, el cual por acción de los enzimas se transforma en un producto coloreado, cuya intensidad puede ser medida. La unión de los enzimas al anticuerpo es proporcional a la concentración de antígeno, de forma que a mayor intensidad de color, mas cantidad de antígeno se ha detectado (Clark y Adams 1977; Clark 1981).

A nivel práctico, otras ventajas importantes es que se puede procesar grandes cantidades de material y que se necesita una baja proporción del mismo, lo cual es ideal cuando esta trabajando con insectos pequeños.

3.2 Ventajas de la inmunología

En los años 60, pioneros como Dempster (1960) ve la posibilidad de usar pruebas serológicas para estudios de ecología, lo cual tuvo muchas ventajas en relación con los métodos existentes, sobre todo a lo hora de incidir sobre el ecosistema.

Para estudiar las relaciones entre los insectos que provocan plagas y sus enemigos naturales, se utilizan diferentes métodos. Las observaciones directas se han empleado en muchas ocasiones, y pueden realizarse en el campo ó en el laboratorio. Normalmente, los ensayos de laboratorio, como elección entre una o varias presas, tienen el inconveniente de ser

artificiales, ya que se eliminan muchos factores de la "vida real" que pueden influir en tales relaciones. Las observaciones de campo son mucho más laboriosas, dado el tamaño de la mayoría de los insectos. El uso de cámaras de video, ha liberado al investigador de tanta horas de observación (Halsll *et al.*, 1985) y además evita las interferencias entre el investigador y los insectos en estudio. Cuando se trata de especies nocturnas, se suele utilizar luz roja para minimizar las interferencias (Griffiths *et al.* 1985).

Otros métodos de estudio de las relaciones entre los fitófagos y sus depredadores se basan en pruebas indirectas como correlaciones entre sus poblaciones (Potts y Vickerman 1974). Existen sistemas artificiales de estudio en los que se manipulan las poblaciones de alguno de ellos y observan como evolucionan. Para ello se usan telas que impidan la entrada o la salida de los depredadores, insecticidas ó elimian manualmente los individuos. La información obtenida sobre el potencial de los depredadores puede ser útil, pero también puede ocurrir que no sea la real. Por ello seán necesarios experimentos más complejos si se quiere profundizar en el tema (Wratten 1987).

Otra técnicas, como las disecciones del estomago de los depredadores dan una idea de los componentes de su dieta (Sunderland 1975; Chiverton 1987; Sunderland *et al.* 1987; Mendel 1985). El problema, es que las presas solamente pueden ser identificadas hasta órdenes, debido a la falta de muchos de los detalles morfológicos necesarios para una identificación más exacta. Obviamente, este método no es usado para insectos que chupan ya que no quedan restos.

El uso de marcadores como tintas fluorescentes, compuestos radioactivos ó inmunoglobulinas (McDaniel y Sterling 1979; Hagler y Durand 1994), permiten soltar en el campo presas marcadas, y después de un tiempo, evidenciar que depredadores las han comido, mediante luz ultravioleta, contadores Geiger o ELISA. Estos sistemas tienen algunos inconvenientes como : (1) tener la seguridad de que todas la presas tienen la misma cantidad de marcador, (2) que el mismo nivel de actividad puede resultar del consumo de diferente número de presas, (3) que la tasa de excreción del marcador depende de la cantidad de alimento comido después y (4) que el marcador puede extenderse rápidamente en el medio ambiente por diferentes vías, como excreción, producción de melazas, muda o muerte de la presa, y confundir la depredación con otros hábitos del depredador (Sunderland, 1996). En el caso de las hormigas, el marcador puede extenderse además, por trofilaxis (McDaniel y Sterling 1979).

Otro método de estudio es mediante el uso de la electroforesis, en la cual se pueden separar las proteínas de la presa en un gel (usualmente poliacrilamida) y bandas de una enzima (generalmente esterasa) reveladas con un tinte específico. Se usan geles de referencia correspondientes a la presa, depredadores en ayunas, presas alternativas y depredadores que han comido la presa en estudio. Se usa el intestino del depredador, siempre que sea posible. Este método es aplicable para el estudio de presas que tienen una elevada actividad esterasa (Solomon *et al.*, 1985; Boreham, 1979) y una banda de esterasa característica, no compartida con depredadores o presas alternativas (Murray y Solomon 1978). Para facilitar la identificación de las bandas claves ó particulares para una especie o presa, es necesario tener en cuenta características como las bandas patrones, sus posiciones relativas, su movilidad relativa, y el color, anchura e intensidad de la banda (Giller 1986). La interpretación de los resultados es con frecuencia difícil, debido a que en el intestino, además de la presa hay, partes de las paredes del intestino, el alimento de la presa, parásitos o simbioses de la presa y otros alimentos comidos por el depredador. Por ello, esta técnica solo es útil en determinados casos, aunque tiene la ventaja de que se necesitan pocas presas para calibrar el sistema y que el resultado puede obtenerse en cuatro horas. Con depredadores polívoros es complicado distinguir entre las presas (Wratten, 1987).

Los métodos serológicos son los únicos que ofrecen las pruebas directas de la depredación, sin necesidad de perturbar tanto el ecosistema. Además, los resultados son más fiables y sensibles.

3.3 Inmunología y ecología

Los métodos serológicos son usados en entomología por varios motivos tales como taxonómicos (West *et al.*, 1959 en Boreham y Ohiagu 1978; Greenstone *et al.*, 1991), de identificación de ingesta sanguínea (Washino y Tempelis 1983; Service *et al.*, 1986), y de conocimiento de las interrelaciones entre un depredador y su presa.

Cada artrópodo tiene muchos compuestos químicos, algunos de los cuales son particulares de su especie. El hecho de que se puedan obtener anticuerpos contra estos antígenos, hace que las pruebas inmunológicas sean utilizadas para detectar depredación. Hoy en día, el ensayo más común son las pruebas ELISA.

El análisis serológico permite identificar rápidamente, restos de presas específicas en los estómagos de miles de depredadores procedentes de muestreos (Greenstone, 1996; Dempster, 1960; Coaker y Willians, 1963;

Greenstone, 1979b; Sunderland y Sutton, 1980; Allen y Hagley, 1982; Kapuge *et al.*, 1987; Hagler y Naranjo, 1994b; 1996; Sigsgaard, 1996; and Symondson *et al.*, 1996).

Algunos estudios muestran que no siempre los depredadores más abundantes son los que se alimenta de una presa estudiada (Dempster, 1960; Rothschild, 1996; Sunderland y Sutton, 1980, Sunderland *et al.*, 1987; Dudevoir y Reeves, 1990). Estos resultados tienen un gran interés a la hora de desarrollar control integrado, ya que en ocasiones la decisión sobre cual insecticida a utilizar se basa en la sensibilidad del depredador mas abundante (Greenstone, 1996). También se observada que es errónea la suposición de que los enemigos naturales polífagos comen las presas en relación a su disponibilidad, así como que la importancia de los distintos depredadores en un cultivo determinado, puede variar a lo largo de la estación (Rothschild, 1996; Sunderland *et al.*, 1987; Sydmonson y Liddell, 1993; 1996) y del día (Vickerman y Sunderland, 1975).

3.3.1 Primeras pruebas serológicas

Inicialmente, las pruebas más extendida fueron los métodos de precipitación. Se basan en el principio de que se forma un precipitado cuando un antígeno soluble se une con su anticuerpo específico.

Han sido muchas las distintas variaciones sobre esta tema. Weitz (1952), y Titova (1970) usan la prueba del anillo capilar. En ella se pone un extracto del depredador sobre el anticuerpo en un tubo capilar, y si la reacción es positiva se forma un anillo de precipitado. McIver (1981) y Hagler y Cohen (1990) utilizan la prueba de inmunodifusion radial, donde las muestras se colocan en pocillos de un gel que ya tiene antisuero. El diametro del anillo es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra. Dempster (1963, 1966) Sunderland y Sutton (1980), Lesiewicz *et al.* (1982) y Nemoto (1985) eligen la prueba de Ouchterlony (tipo inmunodifusion doble), donde el precipitado se forma gracias a la difusión del antígeno y del antisuero por un medio de agar desde los pocillos donde son colocados. Davies (1969) prefiere una modificación de la prueba de Oakley-Fulthorpe. En ella, dentro de una columna de agar, se introducen volúmenes iguales de anticuerpos y muestras del depredador por los extremos opuestos del tubo y posteriormente se cierran con cera. Si obtenemos un precipitado significa que la reacción es positiva.

El problema de todas estas pruebas fue su falta de sensibilidad y los altos niveles de reacciones cruzadas (positivos falsos). La sensibilidad es

mejorada mediante nuevos ensayos diseñados originalmente para investigación biomedical y diagnosis clínica (Greenstone 1989). Este autor (1977) desarrolla el ensayo de inhibición pasiva de hemaglutinación, en el que globulos rojos de sangre de ovejas se incrustan con el antígeno del insecto. Estos son añadidos a una mezcla del extracto del depredador y el antisuero. Si no se produce la aglutinación los resultados son positivos, ya que el depredador con el antígeno impide la unión del antisuero con las células sensibilizadas.

Boreham y Ohiagu (1978) describen una prueba parecida a la de Greenstone (1977) basada en la aglutinación, donde las partículas de latex se incrustan con los anticuerpos. La reacción positiva entre un depredador con el antígeno de la presa y la partículas dan una aglutinación, la cual puede ser vista sobre la placa de microscopía, mientras que en el caso de una respuesta negativa la apariencia es lechosa.

Otra forma de aumentar la especificidad es combinando serología con electroforesis, de forma que se mejoren la separación de las bandas de precipitación. Así, se separan los componentes antigénicos de la presa en cuestión, permitiendo la elección de una banda no compartida con otras presas y evitando los problemas tradicionales de precipitación de las reacciones cruzadas (Sunderland 1988). Otra ventaja es que se disminuye el tiempo necesario para completar la prueba. Los antígenos y anticuerpos se aplican a las bandas de celulosa-poliacetato mediante antígenos y anticuerpos absorbidos sobre papeles de filtro (Whatman No.4). Los dos papeles estan separados unos 10mm. Durante la electroforesis los anticuerpos se mueven hacia el ánodo, mientras los antígenos lo hacen hacia el cátodo, juntandose para dar una banda de precipitación, lo que significa que se trata de una reacción positiva (Doane *et al.* 1985). Se pueden detectar bandas usando bajas concentraciones de reactivos (Allen y Hagley 1982).

3.3.1 Ensayo ELISA

Para realizar las pruebas ELISA, el antígeno en solución salina, se incuba en una placa de plástico. La superficie de plástico absorbe pequeñas cantidades del antígeno. El antígeno libre se elimina por lavado. (La placa puede bloquearse después con un exceso de una proteína irrelevante para evitar la posterior unión inespecífica de proteínas). Se añade la muestra de anticuerpo, el cual se une al antígeno. Los anticuerpos no unidos se eliminan por lavado y los unidos con el antígeno se detectan mediante un anticuerpo unido covalentemente a una enzima como la peroxidasa. Este

anticuerpo conjugado se une al primer anticuerpo problema, y el que queda libre se elimina después por lavado. Este proceso se visualiza mediante la adición de un cromógeno, es decir, una sustancia incolora que constituye el sustrato sobre el cual se une la porción enzimática del complejo para dar finalmente un producto coloreado. La cantidad del anticuerpo problema se determina evaluando la intensidad de color mediante lectura de la densidad óptica.

La gran ventaja de esta técnica es la posibilidad de ensayar muchos insectos a la vez, dado que cada placa contiene 96 pocillos. También permite tratar cada depredador con distintos antisueros, correspondientes a varios fitófagos (Hagler y Naranjo 1994), aprovechando la colección de depredadores al máximo y completando el estudio del papel de los depredadores polífagos.

3.3.1.1. Tipos

Hay muchas variaciones del ensayo (Tijssen 1985). Las tres más comunes son: 1). el método directo: cuando el antígeno se une directamente a la placa; 2). el sandwich de anticuerpo doble: el anticuerpo se une a la placa y ésta captura el antígeno que reacciona con el anticuerpo conjugado; 3). el método indirecto: el antígeno unido a la placa reacciona con un anticuerpo específico que reacciona con un segundo anticuerpo conjugado con la enzima. Este segundo anticuerpo conjugado suele estar comercializado y procede de otro animal, de donde se obtuvo el anticuerpo frente al huésped del cual se obtienen los anticuerpos específicos.

Service *et al.* (1986) consideran que el método de sandwich es mejor debido a que los niveles de proteínas no específicos son altos y no afectan tanto a los resultados.

Crook y Payne (1980) comparan los tres métodos para detectar baculovirus y se encuentran que el método indirecto es más sensible mientras que el método sandwich es más específico. El método indirecto tiene la ventaja de que se necesitan cantidades más pequeñas del antisuero específico y del antisuero conjugado (ej. anti-conejo obtenido comercialmente), y que puede ser utilizado con cualquier antisuero específico producido en un conejo (Greenstone 1983).

3.3.1.2. Sensibilidad

Una consideración importante es la sensibilidad cuando se trabaja con ELISA. Miller (1981) encuentra que ELISA es mucho más sensible que la difusión-doble o contra-inmunolectroforesis y que puede detectar

diluciones de antígeno de 1:160 000. Para definir la sensibilidad se hacen una serie de diluciones para ver en que punto todavía se puede detectar con fiabilidad el antígeno (Schoof *et al.* 1986; Kapuge *et al.* 1987; McIver y Tempelis 1993). Para determinar la cantidad de proteína, se utiliza la conversión de la absorbancia a sus concentraciones equivalentes de proteína mediante la prueba de Lowry (Lowry *et al.* 1951) o con pruebas comerciales como la de BioRad Laboratories Ltd. (Oien y Ragsdale 1992; Symondson y Liddell 1993).

Gracias a la diferencias taxonomicas entre mamíferos e insectos, produce un antisuero con bastante sensibilidad, como se ha indicado anteriormente. La mayoría de los epitopos del antígeno seran reconocidos como extraños, produciendose una respuesta inmunologica fuerte (Tijssen 1985).

En cada placa debe de incorporarse un serie de diluciones con todos los controles necesarios y por lo menos duplicar las muestras para calibrar los resultados entre placas (Fenlon y Sopp 1991). Como controles se utilizan depredadores que estan sin comer durante 24 horas (Schoof *et al.* 1986; Symondson y Liddell 1993).

3.3.1.3. Especificidad

Es muy importante hacer pruebas de reacciones cruzadas para determinar los problemas potenciales (Service *et al.* 1986; DuDevoir y Reeves 1990; McIver y Tempelis 1993; Symondson y Liddell 1993) y la solución se ha centrado en la purificación del antígeno o del antisuero.

3.3.2.3.1. Purificación del antígeno

Dempster (1963) indica la necesidad de purificar el antígeno y comienza a precipitar las proteínas del homogenado del antígeno. Posteriormente, algunos autores utilizan una fracción bien definida y obtenida facilmente de los fluidos del cuerpo (Grenston, 1977; Greenstone y Morgan, 1989; Stuart y Greenstone, 1990; Sydmonson y Liddell, 1993c). Otro sistema es aislar fracciones de proteínas específicas por inmunodifusión de dos dimensiones (2-D) (Fichter y Stephen, 1979; Miller, 1981; Ragsdale *et al.*, 1981), lo que dió lugar al primer ensayo con depredadores que fue específico a nivel de estadio (Ragsdale *et al.*, 1981). En nivel más sofisticado de purificación de un antígeno es usar solamente una proteína bien caracterizada (Sydmonson y Liddell, 1993b; Greenstone y Trowell, 1994), aunque este sistema no siempre da altos niveles de especificidad (Greenstone, 1996).

Kapuge *et al.*, (1987) usan la electroforesis para mostrar la diferencias proteicas entre distintos estadios larvarios y subrayan la importancia de utilizarlos todos como antígenos, cuando se estudia la depredación de una forma general. Esto no fue tenido en cuenta por Buchholz *et al.* (1994), ya que para preparar el antisuero solo utilizan huevos y concluyen que las pruebas ELISA no resultan eficaces para detectar depredación en viñas.

3.3.2.3.2. Purificación del antisuero

Dempster (1960) hizo el primer intento de purificar el antisuero, y para ello absorbió el antisuero policlonal con proteínas heterólogas. Los anticuerpos se unen con ellas formando un precipitado que es eliminado. Aunque se mejora la especificidad, tiene la desventaja de disminuir la sensibilidad de las proteína homólogas.

Otra técnica común es la de cromatografía de afinidad (Schoof *et al.*, 1986; Buchholz *et al.*, 1994), la cual consiste en pasar el antisuero por una columna que contiene el antígeno. Los anticuerpos específicos son capturados y después eluidos. Tiene el inconveniente de que al romperse los enlaces de los anticuerpos capturados, se pierde proporcionalmente más anticuerpos de alta afinidad, que son los más útiles en los ensayos, por lo que baja el título y la sensibilidad del antisuero (Tijssen, 1985).

No obstante, con la mejora de los ensayos se pueden bajar las concentraciones de antisuero que eliminan los anticuerpos heterólogos antes que los anticuerpos homólogos (Greestone, 1979).

Hoy día, se producen anticuerpos monoclonales con la tecnología del hibridoma, que tienen la especificidad requerida.

3.3.1.4. Policlonal vs. Monoclonal

Con el desarrollo de anticuerpos monoclonales, el problema de reacciones cruzadas se elimina. Se pueden producir anticuerpos específicos a nivel de especies (Oien y Ragsdale 1992; Hagler *et al.* 1992, 1993; Symondson y Liddell 1993a,b; Hagler y Naranjo 1994; Symondson *et al.* 1995), de estadio (Greenstone y Morgan 1989; Hagler *et al.* 1991, 1992; Symondson *et al.* 1995) y de estadio fisiológico (Miller *et al.* 1993). La clave está en elegir la línea adecuada para detectar lo que se desea conseguir.

Sin embargo, debido a la alta especificidad, Hagler *et al.* (1993) encuentran una reacción cruzada con un anticuerpo monoclonal frente a hembras con huevos. Esto fue atribuido a que se detectan los huevos de las

hembras fecundadas. Además, Hagler *et al.* (1992) tienen otra línea que dió absorbancias más fuertes con huevos jóvenes que con huevos viejos.

Hay una diferencia importante entre un antisuero policlonal y un anticuerpo monoclonal. El primero es una mezcla de anticuerpos y puede ser utilizado durante una semana, mientras que el segundo tiene un uso limitado a un par de días (Symondson y Liddell 1993b). El antisuero tiene algunos anticuerpos para detectar epitopos que sobreviven más durante el proceso de digestión (Sunderland 1988).

3.3.1.5. Umbral positivo-negativo

Inicialmente, en las pruebas ELISA, los resultados son considerados positivos dependiendo de la intensidad de la reacción, lo cual es determinado a simple vista (Service 1986; Cameron y Reeves 1990; DuDevior y Reeves 1990). Sutula *et al.* (1986) hacen una encuesta sobre los artículos relacionado con ELISA en el campo de fitopatología durante los años anteriores a octubre de 1985, y encuentran que más de la mitad de los autores no explican como diferencian entre negativo y positivo. Hoy en día, como el acceso a un lector de ELISA es bastante fácil, la situación ha mejorado. Algunos autores (Schoof *et al.* 1986; Hagler *et al.* 1992; Hagler & Naranjo 1994; Sutula, 1986) no consideran adecuado el uso de umbrales arbitrarios como la media y dos o tres veces la desviación estándar. Crook y Sunderland (1984) estiman que la absorbancia es negativa cuando es menor que el 125% del valor de los controles negativos, mientras que Sunderland *et al.* (1987) usan el valor doble del control negativo. Las especies que tiene la reacción cruzada más alta son empleada como base para definir el umbral (Chiverton 1987). De todas formas, es imprescindible incluir controles positivos y negativos.

Fichter y Stephen (1981) utilizan técnicas más complicadas para establecer positivos. Ellos obtienen un intervalo de confianza al 95% de los controles negativos de todas las absorbancias. Valores positivos significan que tienen antígeno.

Sopp y Sunderland (1989) y Fenlon y Sopp (1991) describen una técnica para calcular su 'límite de determinación'. Su sistema incorpora una protección doble, en el que el límite detecta la señal más pequeña, el 95% de las veces, con una protección del 95%, contra positivos falsos. Se basa en la media del control negativo $\pm 1.645 (s_1 + s_2)$ donde s_1 y s_2 son los errores estándar del medio negativo y de la muestra respectivamente, suponiendo una distribución Normal (considerado erróneo, (Tijssen, 1985)). En vez de usar la media del control negativo, Symondson y Liddell (1993b?), utilizan la especie que produce la reacción cruzada más alta + 2.5 la

desviación estándar. Este método también tiene protección doble, dado que se ha tenido en cuenta los efectos del control negativo y la contribución de los anticuerpos procedentes del suero normal.

3.3.3. Nuevos enfoques

Stuart y Greenstone (1990) desarrollan un método más rápido, y tan sensible como ELISA, en el que los resultados son inequívocamente positivos o negativos, a simple vista, sin necesidad de utilizar un lector de ELISA. Se basa en incrustar membranas al anticuerpo requerido y su conjugado. Los extractos de los depredadores se aplican y el ensayo está hecho. Greenstone y Trowell (1994) mejoran esta prueba pues consiguen eliminar el aparato de microfiltración.

El problema con tal método es que no pueden cuantificar los resultados, y esto es fundamental para muchos estudios, si se quiere profundizar en las relaciones entre depredadores y presas. Así, Liddell y Symondson (1996) están intentando construir anticuerpos monoclonales por ingeniería genética, por lo que esta ruta será mucho más rápida que la tecnología del hibridoma y se pueden producir muchos anticuerpos monoclonales específicos. El ensayo básico seguirá siendo ELISA. Esta tecnología está basada en el desarrollo de bibliotecas de genes de anticuerpos de un género o familia de fitófagos, generados por fuentes semi-sintéticas inmunes o no inmunes (Liddell y Symondson 1996).

Así, el futuro de los estudios ecológicos mediante pruebas serológicas, dependerá de los avances hechos en el campo de la inmunología aplicada (Greenstone, 1996).

3.4 Problemática de los ensayos ELISA

Distintos autores (Boreham y Ohiagu, 1978; Boreham, 1979; Allen y Hagley, 1982) consideran que las pruebas serológicas presentan problemas de cuantificación debido a las dificultades de estimar el grado de digestión y el número de presas comidas. Así, cuando se obtiene una absorbancia alta, no se puede distinguir si el depredador ha comido una presa grande, varias presas pequeñas o cualquier combinación de estos factores. Dempster (1960, 1963) y Service (1976) intentaron estimar la cantidad de presas comidas y la tasa de digestión, indicando que gracias a que tenían un intervalo de detectabilidad corto y de alimentación largo, la suposición que un positivo significa una presa comida es válida. Estudios a base de ELISA, han mejorado bastante la probabilidad de cuantificar depredación debido a la posibilidad a

medir la intensidad de color, la cual es proporcional a la reacción el entre antígeno y su anticuerpo.

Cuando un positivo representa más de una presa, una manera fácil de cuantificación es mediante la distribución de Poisson. Así, la proporción negativa puede ser considerada como la clase cero, a la hora de calcular el número medio de presas por depredador (Nakamura y Nakamura, 1977; Greenstone, 1979b). Sopp *et al.* (1992), mejoran el modelo basandolo en la tasa de digestión, calculada previamente, y la cantidad de antígeno presente. Observan que existe una buenas coincidencia entre las estimaciones del modelo y los datos de la tasa de depredación obtenidos de experimentos de laboratorio. Sin embargo, el modelo de Poisson no refleja la realidad, ya que casi todos los resultados fueron positivos, lo cual no solamente viola la suposición del modelo (Greenstone, 1979b), sino que además, no refleja los resultados obtenidos en campo (Nakamura y Nakamura, 1977; Greenstone, 1979b; Sunderland y Sutton, 1980; Ragsdale *et al.*, 1981; Doane *et al.*, 1985; Chiverton, 1987; Kapugeet *al.*, 1987; Sunderland *et al.*, 1987; Allen y Hagley, 1990; DuDevoir y Reeves, 1990; Hagler *et al.*, 1992; Sydmonson y Liddell, 1993e; Hagler y Naranjo, 1994 a,b , 1996).

El proceso de digestión también puede influir en los resultados. Algunas proteínas digeridas no son detectadas por el antisuero (Schoof *et al.* 1986; Sunderland *et al.* 1987). Esto es más grave para anticuerpos monoclonales ya que son mucho más precisos. Los dos casos citados anteriormente se hicieron con antisueros policlonales.

La problemática de las reacciones cruzadas con especies cercanas ya ha sido considerado anteriormente. También ocurre que, a veces el antisuero no reacciona contra todos los estadíos de la misma especie (Boreham y Ohiago 1978) sobre todo con insectos heterometábolos. El desarrollo de antisueros monoclonales ha prácticamente solucionado esta dificultad (Ver 3.3.2.).

Dempster (1967) indican que preparados de larvas de *Pieris rapae* y *P.brassicae* como antígenos, son tóxicos para los conejos, por lo que se utilizan pupas ya que su toxicidad es menor.

Sunderland (1977), DuDevoir y Reeves (1990) y Cameron y Reeves (1990) identificaron un problema importante en la serología. No se puede diferenciar entre depredadores y carroñeros. El conocimiento de la biología del depredador puede ayudar, pero son problemáticos los casos de los que son facultativos. Sunderland *et al.* (1987) determinan que 48 especies de depredador comen pulgones muertos. Así, especies no depredadoras pueden

dar positivos en los ensayos de ELISA, ya que se alimentan de presas muertas (DuDevoir y Reeves 1990).

Asímismo, sucesos de depredación pueden dar resultados erróneos. Si un depredador se alimenta de otro que ha comido la presa de estudio, la sensibilidad de ELISA, quizás podría detectarlo, pero no diferenciarlo. Algo similar ocurre, si un depredador muerto que se ha alimentado de la presa es, a su vez, comido (Sunderland 1996).

La sensibilidad del ensayo es tan alta que Hagler *et al.*, (1993, 1994) consideran que usando anticuerpos monoclonales para los huevos, no se puede distinguir entre depredación oófaga y la de las hembras grávidas.

Al estimar los efectos de depredadores, los ensayos ELISA no tienen en cuenta, cuando la presa no es matada, sino solamente herida. Este hecho es importante la hora de valorar el papel de los depredador en el control de la plaga ya que varios depredadores pueden alimentarse de una misma presa (Sunderland 1996) . Un ejemplo son las larvas de dípteros rapaces, las cuales son conocidas por herir a las larvas de Elateridae (Col.) (Griffiths *et al.* 1984 citado en Sunderland 1996). Los parasitos también matan a sus presas sin comerlas o sin parasitizarlas con éxito (Jervis y Kidd 1986). Se sabe que apróximadamente un tercio de las especies de parasitos comen del huésped (Kidd y Jervis 1989), un hecho que ELISA podría valorar pero que hasta ahora no se ha intentado (Jervis *et al.* 1992).

A veces el depredador mata más que come y esto suele estar asociado con un depredadores saciados, y que tienen abundancia de presa cerca. Se supone que el primer intestino está lleno antes del intestino medio, pero el intestino medio es donde se siente hambre. Así hasta que la comida no entra en el intestino medio para suprimir la sensación de hambre, el depredador sigue matando (Sunderland 1996). Se ha observado en arañas (Fichter y Stephen 1984), en carábidos (Allen y Hagley 1990), y en heteropteros (Fichter y Stephen 1981). Este consumo parcial es detectado en las pruebas ELISA, por lo que la interpretación en términos cuantitativos es más difícil (Sunderland 1996).

4 Objetivos del trabajo

El objeto de este trabajo es determinar la importancia de los enemigos naturales existentes en el olivar andaluz. Para ello se ha desarrollado un antisuero capaz de detectar la depredación mediante su uso en ensayos enzimo-inmunológicos indirectos.

Los objetivos de este trabajo son:

-Puesta a punto de un sistema de muestreo que permita conocer de una manera fiel las especies depredadoras presentes en el olivo.

-Determinar los depredadores más importantes de *Prays oleae*.

-Estudio cuantitativo de las poblaciones de estos depredadores a lo largo de la estación.

-Estudio cuantitativo de las poblaciones de *P.oleae* y sus relaciones con los depredadores.

-Estimación de la importancia depredadora de las distintas especies encontradas, mediante ensayos inmunológicos (ELISA).

MATERIAL

1. Zonas de estudio

Los olivares donde se han llevado a cabo los trabajos (1994-95) se encuentran en la provincia de Granada, y corresponden a la zona del Parque de Invierno (P.I) y al cortijo de Arenales. El primero es un olivar semiabandonado perteneciente al Patronato de la Alhambra y el Generalife y está situado en los alrededores de la propia Alhambra. El segundo es un olivar con un sistema de cultivo tradicional y está vinculado a la denominada oficialmente comarca olivarera de Iznalloz, es decir, la zona de olivar que se extiende desde las afueras de Granada capital hasta las cercanías de Iznalloz, en dirección nordeste.

La vegetación potencial de las zonas corresponden a un bosque perennifolio de hojas coriáceas, perteneciente a la climax de la Durilignosa. En el primitivo bosque existían especies típicas del clima de la Meseta Mediterránea, como la encina (*Quercus ilex*), o el pino de alepo (*Pinus alepensis*). La vegetación primitiva de la zona puede todavía contemplarse en los linderos y claros del olivar. Por degradación, se ha producido una vegetación arbustiva que en las zonas mejor conservadas, está compuesta por plantas aromáticas tales como lavanda, salvia, romero, jara, etc.

El P.I. es un encinar más o menos degradado, y debido a la sequía de los últimos años, la vegetación presente es escasa y raquítica. El olivar está rodeado por pinos y las únicas plantas de porte elevado son la retama y una umbelífera sin flor. El resto de plantas presentes, además de ser de porte herbáceo, muchas de ellas no consiguen completar su ciclo, en algunos casos se quedan mucho más pequeñas que su tamaño habitual y en otros no llegan a florecer, lo cual ha dificultado su identificación. Algunas plantas han aprovechado las tormentas ocasionales para crecer algo y florecer. Por todo esto, se han recogido y clasificado pocas plantas (Apendice A), en su mayoría de flora arvensis, poco específica y de amplia distribución.

Arenales es una zona de encinar más o menos sustuida por los cultivos. En la entrada del cortijo quedan retamas y una zona de tomillar. Este olivar es periódicamente labrado, por tanto solo quedan isletas de vegetación junto a la base de los olivos, y al estar mejor cuidado que el otro, los árboles se ven más vigorosos. Como vegetación de un cierto porte hay resedas, siendo más abundante la lutea que la blanca (*Phyteuma*), esparragueras, majuelos y retama. Periódicamente riegan el olivar, por lo cual la flora arvensis alcanzan su tamaño normal o incluso mayor. Aquí el número de especies recolectadas (Apendice A) ha sido lógicamente mayor,

incluyendo restos de algunas especies cultivadas como el sorgo. Sin embargo, la mayoría, al igual que en el P.I., son especies de flora arvenses más o menos ruderal y de amplia distribución geográfica.

En Arenales, el suelo sobre el que el olivo está viviendo, corresponde al tipo cambisol cálcico sobre costra caliza de buen drenaje. En el caso de P.I., los suelos son pobres y de tipo luvisol crómico. En ambos casos presentan escaso abonado orgánico (Pérez y Prieto, 1980).

Las variedades de olivo que se encuentran cultivadas en las zonas de estudio son 'Picual' o 'Marteño' en más de 80% y 'Hojiblanco' en un 15%. La edad de los árboles es de más de 60 años, plantados a marco real con distancia entre pies de unos 10 metros, ó a veces menos, y su altura media es de 3,50 a 4,00 metros. En Arenales, los olivos son de tres pies, reciben una severa poda bianual y aclareo anual. Existe una zona con riego por goteo y otra donde el riego se hace por inundación. En los últimos años se hacen tratamientos contra *Prays oleae* y *Dacus* (preguntar a Arturo). En el P.I., los árboles son de un solo pie y como olivar semiabandonado, normalmente no recibe ningún cuidado.

En cuanto a las condiciones climáticas, el biotopo se caracteriza fundamentalmente por inviernos fríos, así como un largo período estivo-otoñal de elevadas temperaturas y muy seco. La pluviometría media anual es de unos 500ml, con reparto normalmente igualado excepto de junio a agosto donde es muy escasa. La humedad relativa no presenta, por lo general, valores muy elevados, salvo en ciertas fechas muy determinadas. Por tanto, con una climatología típicamente continental, el biotopo suele estar sometido a frecuentes y a veces muy importantes variaciones térmicas y pluviométricas. Las heladas suelen presentarse de noviembre a marzo, ambos inclusive, aunque no es nada raro su presencia fuera de dicha época. Generalmente, las temperaturas máximas alcanzan sus valores más elevados (43-45°) en julio y agosto, lo que, en principio, puede constituir un factor de gran importancia en el condicionamiento del cultivo y del fitófago.

2. Datos climatológicos

Durante los años de estudio, 1994 y 1995 (Fig.2), los datos climatológicos, han sido cedidos por el Instituto Nacional de Meteorología, Estación Chauchina-Aeropuerto de Granada y por el Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Oriental en Málaga.

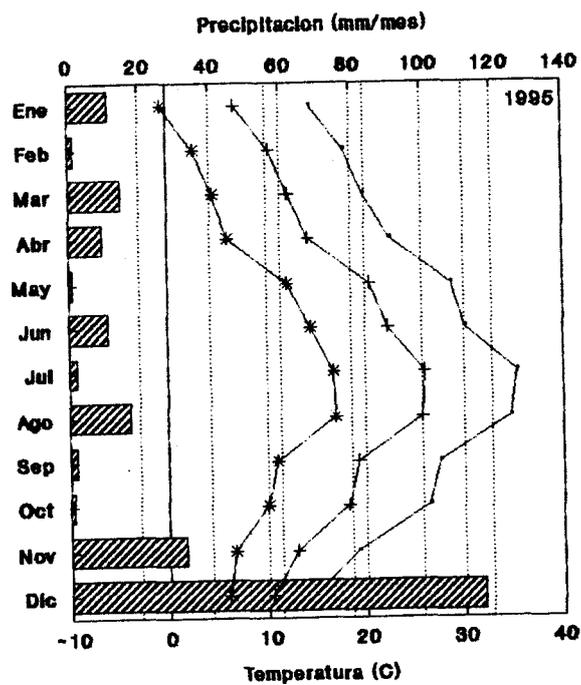
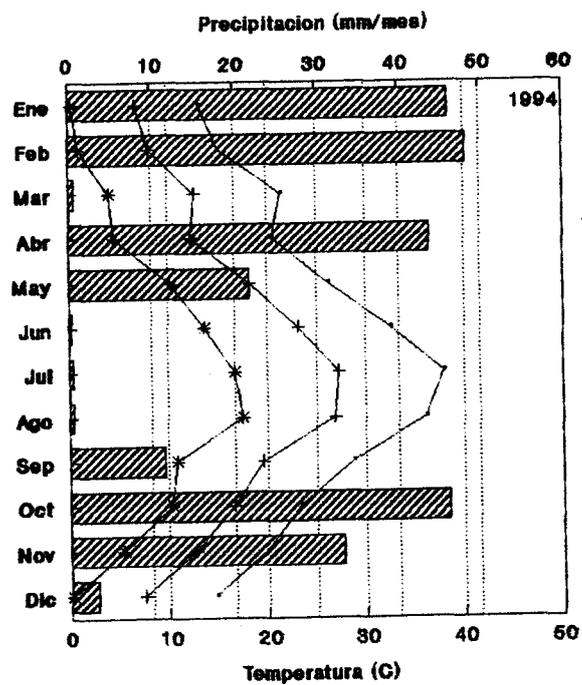


Fig. 2. Temperaturas máximas (-), mínimas (*), y medias (+) (°C), y precipitaciones mensuales (mm/ mes) en los años de estudio.

3. Parte Ecológica

3.1. Estimación del número de árboles a muestrear

Para estudiar las poblaciones de *P.oleae*, Civantos *et al.* (1982) han definido un sistema de muestreo en el que se eligen 10 bloques de cuatro árboles cada uno y cada bloque está separado entre si, por al menos cinco árboles. La unidad básica de muestreo es un brote terminal de unos 10-15 cm de longitud.

En 1994, se decidió determinar, en nuestra zona, el número de árboles (n_a) que era necesario muestrear, por lo que siguiendo este método, se contabilizaron el número de inflorescencias, de botones florales por inflorescencia, de frutos, y se aplicó la siguiente fórmula, en la que se tienen en cuenta la varianza entre las unidades de hábitat (botones florales y frutos):

$$n_a = \frac{(s_s^2 / n_s) + S_p^2}{(\mu \times E)^2} \quad \text{Ec.1.1}$$

donde n_s = el número de unidades del habitat requerido, s_s^2 = la varianza de la unidad del habitat, S_p^2 = la varianza entre los árboles, μ = la media de las unidades del habitat por zona y E = el error estándar

El número de botones florales y de frutos requeridos se calculó usando la siguiente fórmula (Southwood 1978, Wratten y Fry 1980; Pedigo y Buntin, 1993):

$$n = \frac{(s)^2}{(E\mu)} \quad \text{Ec.1.2}$$

donde n = el número de unidades del habitat requerido, s = desviación estándar, μ = la media de las unidades del habitat por árbol y E = el error estándar (i.e. suele ser 0.05).

Para evitar errores, los botones florales se contaron en el estadio D según el esquema de Colbrant y Fabr  (1971), ya que en los estadios A y C los botones son demasiado pequeños, y en los estadios F (Colbrant y Fabre, 1971) o F1 (De Andrés, 1991) son demasiado grandes y se ocultan entre ellos.

3.1. Estimación del número de brotes por árbol

Para ello se determinó en 40 olivos, el número total de ramas principales por zona, lo cual se realizó en tres épocas distintas para disminuir el error, y el número medio de brotes por rama (\pm D.E.). Para conocer el número medio de brotes por rama se tomaron cuatro muestras (una por cada orientación) sobre 10 árboles (uno por bloque). Se calculó del error estándar y los límites de confinaza.

En el P.I., para calcular el número de brotes por árbol se multiplicó el número medio de brotes por rama de cada árbol, por el número medio de ramas por zona en el P.I..

En Arenales, dado que no hab'a diferencia significativa entre árboles, se utilizó el valor medio de brotes de toda la parcela por el número medio de ramas.

3.2.- Estimación de poblaciones

Para poder establecer las relaciones entre los depredadores y sus presas es necesario conocer los niveles de población de ambos insectos en el árbol, siendo asimismo imprescindible, estimar los órganos vegetativos sobre los que se desarrolla el fitofago.

Estos datos son igualmente de gran importancia, a la hora de interpretar los resultados de los ensayos inmunológicos.

3.2.1. Estimación del número de órganos vegetativos

Durante 1995, en Arenales, en ambas generaciones, los árboles fueron muestreados de acuerdo con los resultados del apartado 1.. Dado que unos bloques se desarrollaron más tardes que otros, motivado probablemente por la falta de precipitaciones, se tomaron muestras en tres fechas, en vez de en dos.

En el P.I., no se pudieron realizar los muestreos debido a la falta de flor y por tanto de fruto.

3.2.2. Estimación de distintos estadios de *Prays oleae*

3.2.2.1. Huevos y larvas.

Para conocer el número de huevos depuestos sobre los botones florales y frutos se tomaron muestras al principio y al final del periodo de oviposición en la generación antófaga y carpófaga. Es frecuente que en la primer y último muestreo, no se observen huevos vivos dado que al principio su número es muy bajo y al final del periodo la propia evolución

de la flor y el fruto dificultaba su observación. La fecha de inicio de los muestreos se determinó de acuerdo con las capturas de adultos en trampas (apartado 2.2.1.2), aunque es sabido que para que la hembra de *P.oleae* inicie la oviposición es necesario que los órganos vegetativos (Botones florales y frutos) sean receptivos (Ramos *et al.* 1989).

En 1994, durante las dos generaciones del lepidóptero, se muestrearon 40 árboles correspondiente a los 10 bloques, y se tomaron al azar 20 brotes por árbol. En cada brote, se determinó el número de huevos de *P.oleae*. En 1995, en la generación antófaga se muestrearon 20 árboles y en la carpófaga 40.

Dado que la hembra de *P.oleae* muestra preferencia por determinadas zonas del árbol para ovideponer (Ramos *et al.*, 1979), para evitar errores de muestreo, las muestras se tomaron siempre en la parte baja del olivo, hasta una altura aproximada de unos 1.75 m y alrededor de todo el árbol.

En la generación antófaga la población de huevos se expresa como número de huevos por brote y no por botones florales, ya que las bajas poblaciones de huevos encontrados y el gran número de botones florales existentes hacen que las diferencias desaparezcan al realizar las comparaciones. En la generación carpófaga los datos se indicaron como número de huevos por fruto.

Al objeto de estimar la población potencial de larvas presentes en el árbol, en las distintas generaciones y conocer la actividad de los depredadores, se diferenciaron los huevos en las distintas categorías: vivos, eclosionados, muertos y depredados.

Denominamos huevos muertos, a aquellos que no presentan signos de depredación y cuya mortalidad se debe fundamentalmente a causas climáticas (Ramos *et al.*, 1978). Los % del número de huevos eclosionados y depredados, se han calculado a partir del número total de huevos.

En el caso de la generación carpófaga, donde la hembra de *P.oleae* depone normalmente varios huevos por fruto (Ramos *et al.*, 1988), se establece una competición larvaria por interferencia, por lo que tan solo una larva por cada fruto es capaz de alcanzar el endocarpio para proseguir su desarrollo (Arambourg, 1986)). Por ello, para el cálculo del número de larvas se ha tenido en cuenta el número de frutos con huevos y se le ha restado los frutos que tenían todos los huevos depredados.

3.2.2.2. Adultos

Para estimar las poblaciones de adultos de *P.oleae* presentes en el campo, se utilizaron trampas tipo delta blancas, cebadas con la feromona sexual, Z-7 tetradecanal (Campion 1978).

Se colocaron 5 trampas en cada una de la zona de estudio, según las indicaciones de Ramos *et al.* (1984b(Balkema)). La distancia entre trampas fue de, al menos, unos 50 m, y siempre en zonas donde no interfirieran con los muestreos de los depredadores. Las observaciones eran semanales y la cápsula con feromona era renovada mensualmente. Los resultados se expresan en número de adultos /día/trampa.

3.3. Estudio de las poblaciones de los depredadores

3.3.1. Copa

Para estudiar las poblaciones de una de un insecto es necesario determinar previamente las condiciones de muestreo (Morris, 1955,1960; Southwood, 1978; Wratten & Fry, 1980), ya que la información puede variar por numerosos factores como la hora, el tiempo, el tamaño de muestra, la unidad básica y el método de muestreo.

Nuestro trabajo no es un estudio absoluto de la entomofauna depredadora del olivar sino un muestreo en dos olivares granadinos durante 1994 y 1995, en el que se usó un paragua japonés modificado (Morris and Campos, 1996). Los parásitos fueron ignorados como un grupo, aunque algunos actúan como depredadores (Jervis y Kidd, 1986; Kidd y Jervis, 1989).

Inicialmente se utilizó la técnica del paraguas japonés, pero la presencia de especies muy móviles, como arañas, hormigas o crisópidos, y la existencia de viento por las tardes dificultaban los muestreos. Los cazamariposas tenía la desventaja de que el número de especies recogidas no era el real. Para solventar el problema se contruyó un paraguas japonés semirígido de polietileno, el cual actuaba como un embudo, donde los insectos quedaban atrapados hasta su recogida (Morris y Campos, 1996; Foto 1).

En ambos años, la toma de muestras se realizó entre marzo y septiembre cada 10 días, tanto en Arenales como en el P.I.. Los 40 árboles eran muestreados a lo largo de dos días, cinco bloques por día. De cada bloque se muestreaba dos árboles por la mañana, y dos por la tarde. Durante todo el periodo, las muestra eran tomadas aproximadamente, a la misma hora del día, es decir a las nueve de la mañana y seis de la tarde. En cada árbol, en

las cuatro orientaciones y a una altura de un metro y medio, las ramas eran golpeadas en cinco ocasiones.

En 1994 en el P.I., las capturas del 11 de marzo correspondieron a un muestreo preliminar, donde no se llegaron a muestrear los 40 árboles.

Los insectos capturados eran transportados al laboratorio en una nevera portátil (Sigsgaard, 1996) para disminuir su actividad y ritmo de digestión. Posteriormente eran separados por especies y congelados a -20°C hasta su utilización en los ensayos inmunológicos. La identificación de los insectos fue realizada por especialistas de los distintos grupos.

3.3.2. Suelo

Para determinar los insectos que viven en el suelo, la técnica más utilizada es la trampa de caída (Greenslade 1964; Luff 1967,1975; Southwood 1978; Baars 1979; Chiverton 1984; Halsall y Wratten 1988; Heyer *et al.*, 1993). La trampa de suelo está basada en la suposición de que cada especie tiene la misma probabilidad de ser capturada (Halsall 1988). Pero realmente son muchos los factores que influyen en las capturas, como el tamaño, el material, la forma, el número y la densidad de trampas etc. (Luff, 1975; Greenslade, 1964; Baars, 1979; Epstein 1984; Niemala 1990). Luff (1975) encontró que el tamaño de la trampa influye en el tamaño de las capturas debido a que las trampas grandes cogieron escarabajos grandes, mientras que trampas pequeñas cogieron escarabajos pequeños. Aparte de factores relacionados con las trampas, el comportamiento, el tamaño (Halsall 1988) y la densidad (Baars 1979) de los insectos, también pueden afectar a las capturas. Así, las capturas son al final el reflejo de la balanza entre los ritmos de escape y captura para cada especie (Jervis y Kidd 1996). Tantas son las consideraciones, que Epstein (1984) indica que un surtido de distintos estilos es lo mejor para entender las actividades estacionales de las especies.

El tipo de trampa elegida depende sobre todo, de los fines de la investigación. Muchas veces son usadas para estimar el tamaño de la población, pero dado que en este estudio el objetivo más importante fue recoger un número amplio de las distintas especies que se pueden encontrar en los olivares, se decidió utilizar un diseño único para simplificar los estudios y el análisis posterior. Se usaron vasos de plástico blanco, con diámetros de 6.5 y 4 cm y una altura de 9 cm. La elección de este tipo de recipiente se hizo en base a que, en ensayos previos, capturaban mayor número de especies y de individuos que los vasos de plástico transparente de mayor tamaño y que los botes de cristal.

Las trampas no contenían nada en su interior, ya que la introducción de tierra y restos vegetales o malla de plástico como refugio para las especies pequeñas, dificultaba las capturas. No se usó ningún tipo de conservante, ya que pueden tener efectos diferentes sobre distintos insectos, tanto como atrayente como repelente (Luff 1968; Greenslade y Greenslade 1971). Las ventajas del uso de conservantes es la prevención de la depredación secundaria (Luff 1968) y la mejor conservación de los especímenes. De todas formas como las trampas se dejaban durante solamente 12 horas, el riesgo de depredación secundaria fue muy bajo y la mayoría de las capturas no tuvieron tiempo de descomponerse.

Así, en Arenales se eligieron 16 árboles dispuestos en un cuadrado latino de 4 por 4, siendo la distancia entre árboles de unos 20m. A unos 50 cm del tronco se colocaron dos vasos de plástico blanco, con los bordes a ras del suelo, y enfrentados entre ellos según las orientaciones norte-sur o este-oeste. Se realizaron dos repeticiones de cada orientación geográfica en cada fila y columna. Obrtel (1971) observó que con la manipulación del número de trampas se podía llegar al máximo ritmo de capturas por área y que la adición solamente conlleva a la recogida de especies poco frecuentes o accidentales. Así, 25 trampas es el número suficiente para capturar todas las especies dominantes de coleópteros. En este estudio, en base a observaciones preliminares y se consideró que 32 trampas eran suficientes.

Dado que el interés del estudio era conocer que tipo de presas comen los depredadores presentes en el suelo, las trampas eran observadas a las 12 horas de su colocación ya que este tiempo fue considerado como el máximo que se podían dejar las trampas para posteriormente detectar restos de la plaga en las pruebas ELISA, según el ritmo de digestión de los depredadores y la temperatura ambiental. Así, en 1994 cada 10 días, las trampas eran limpiadas, pintadas con Fluon (Whitford Plastic S.A) por debajo del borde, para evitar que los insectos capturados escapasen y colocadas por la noche. A la mañana siguiente, los insectos capturados eran recogidos y llevados al laboratorio al igual que en el apartado 4.1. En 1995, la experiencia se realizó también por la mañana, es decir, cada 10 días y por la mañana se colocaron las trampas, una vez limpiadas, y eran observadas por la noche, a las 12 horas. En esta ocasión, también se identificaron los insectos capturados a lo largo de la semana.

Dado que en 1994 las capturas disminuyeron a lo largo de la estación, al año siguiente se estudió el efecto de nuevas trampas y nuevas trampas en sitios nuevos con respecto a las capturas de los vasos plásticos existentes, al

objeto de conocer si los resultados eran consecuencia de un efecto real o del acostumbramiento a las trampas por parte de la entomofauna.

3.3.3. Tronco

Para conocer que especies depredadoras se encuentran sobre el tronco, si este es usado como lugar de puesta y refugio, como ocurre con algunas especies de hormigas (hormigueros), o si solamente es utilizado como medio de comunicación entre el suelo y la copa o viceversa, se ensayaron distintos métodos.

a.- Bandas de tela y de cartón ondulado de unos 20 cm de ancho (Anderson 1962; New 1967; DuDevoir y Reeves 1990).

b.- Trampa de tela en forma de falda alrededor de tronco, siguiendo el método de Buchs *et al.* (1990).

c.- Bandas engomadas de unos 20 cm de ancho, de cartón, polietileno o tela. El pegamento era una mezcla de Rat Stop y BCS- Agrisense, dado que la eficacia de este último a la hora de capturar hormigas fue baja.

Este último método, resultó ser el más adecuado dado que en los tipos a y b las capturas fueron muy bajas. Así, en Arenales en el mes de abril de 1994, se colocaron sobre tres árboles bandas engomadas de polietileno, alrededor del tronco a dos niveles, para distinguir entre los insectos que suben y bajan por el tronco. Las bandas permanecieron en el campo durante tres días, reemplazándose con nuevas cada 24 horas .

Para poder eliminar el pegamento e identificar las especies capturadas, se dejaron durante 24 horas en escencia de trementina.

3.3.4. Ramas

Para capturar a los depredadores que caminan por las ramas en busca de sus presas, se colocaron en cada rama, previamente alisadas con papel de lija, dos bandas engomadas de polietileno transparentes de 20 cm de ancho. Los márgenes de las bandas llevaban BCS-Agrisense y en el centro Rat Stop, para evitar que las hormiga escapasen. Los bordes de las bandas fueron cubiertos con filme transparente para cubrir la goma que había por las ramas, de foma que el primer contacto con la goma fuese en la trampa.

En Arenales se eligieron azar 10 árboles y una rama por árbol. Las ramas muy cercanas eran eliminadas para garantizar que la consecución de la presa, presente en los brotes, era a través de las ramas (a excepción del vuelo).

Las trampas fueron colocadas desde junio hasta septiembre en 1994 y desde mayo hasta agosto en 1995. Estas fueron reemplazadas cada 10 días y una vez en el laboratorio, fueron tratadas como en el apartado 2.3.3c.

3.3.5. Trampas Mc Phail

Para conocer las poblaciones de los neurópteros presentes en las dos zonas de estudio, se colocaron en cada una cinco trampas Mc Phail cebadas con fosfato amónico más ácido bórico y separadas entre si unos 50 m. Las observaciones se realizaron semanalmente.

En 1994, en Arenales se colocaron a mediados de mayo y en el P.I. en junio. En 1995, en ambas zonas la experiencia se inició en marzo.

3.4 Analisis de diversidad

Para conocer la diversidad (H') de los depredadores a lo largo del estudio, se usó la fórmula de Shannon-Wiener (también llamada de Shannon-Weaver):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i) \quad \text{Ec. 1.3.}$$

donde s = el número de especies, p_i = la frecuencia relativa de especie i , medido desde 0.0 a 1.0.

La significación entre dos valores de H' , se determinó por la prueba de t-student al igual que Nyffeler (1982).

3.5. Muestreos de las especies produciendo reacciones cruzadas

En los estudios inmunológicos se observó que dos especies de lepidóptera simpátricos, *Cacoeocimorpha pronubana* y *Heliocoverpa armigera* tenían reacciones cruzadas con el antisuero contra *P.oleae*. En 1995, para conocer las poblaciones de estas especies en las zonas de estudio se utilizaron trampas tipo delta blanca cebadas con la feromona sexual de cada especie. En cada zona, se colocaron cuatro trampas por especie, a una distancia mínima de 50 m, y en lugares donde no interfirieran con los muestreos de los depredadores ni con las trampas de *P.oleae*. Las observaciones eran semanales y la cápsula con feromona era renovada mensualmente. Los resultados se expresan en número de adultos /día/trampa.

La trampas de *C. pronubana* se colocaron desde el 24 de abril hasta el 30 de agosto, y las de *H. armigera* desde el 22 de mayo al 30 de agosto.

3.6 Caída química

Para calibrar la eficacia de los muestreos con el método del paraguas japonés, mediante el cálculo de factores de corrección, se realizó una estimación de la población total de depredadores presentes en el árbol. Para ello, se trataron cinco árboles con una piretroide sintético, Karate (ICI) (Lambda cihalotrin A), a una dosis de 40cc/hl. Se utilizó un pulverizador de ultra-bajo volumen (UBV), para asegurar una buena penetración en la copa del árbol, realizándose el tratamiento a primeras horas del día, para evitar la acción del viento.

La recogida de insectos muertos se hizo mediante mantas de plástico colocadas debajo la follaje. Se contruyó una verja de alambre para apoyar el plástico (Collyer 1951) y se metió tierra por los lados de la verja para prevenir que el viento soprase debajo de las mantas. Solamente los insectos inmóviles fueron cogidos porque los insectos vivos pod'an haber llegado después de la pulverización.

Los insectos muertos se recogieron a la hora y a las 24 horas después del tratamiento, previa agitación de la copa. Los tratamientos se realizaron el 15 de mayo sobre un árbol y el 29 de mayo sobre dos árboles.

3.7. Estudios de comportamiento

3.7.1. Relaciones entre hormigas y *Chysoperla carnea*.

Una colonia de *C. carnea* fue mantenida en cámara bajo condiciones controladas (24°C, H.R. 60% , 16:8 horas). Los adultos eran criados en jaulas de tela y alimentados con sucrosa, levadura y agua (1:1:2 (w/v)). En la parte superior de la caja se colocó papel de terciopelo adhesivo para poder recuperar facilmente los huevos depuestos por las hembras. Estos se colocaron individualmente en tubos de cristal tapados con malla. Cuando se producía la eclosión, las larvas eran alimentadas con huevos irradiados de *Ephestia kuehniella* (Zeller).

Para conocer si la presencia del pedicelo en los huevos de *C. carnea* impedía los ataques de las hormigas, se colocaron en cajas diez huevos de *C. carnea* que habían sido recientemente depuestos sobre papel de terciopelo adhesivo y cinco hormigas. Se suministró agua en una torunda de algodón y a las 24 horas se contabilizó el número de huevos vivos. Cajas sin hormigas actuaron como controles y se realizaron cinco replicaciones.

Las cajas eran de plástico de 10cm. de longitud x 7cm. de anchura x 10cm. de altura, con tapadera de malla fina para facilitar la ventilación de las cajas.

Se utilizaron algunas de las especies de hormigas más frecuentes en las zonas estudiadas como *Crematogaster scutellaris*, *Formica subrufa*, *Plagiolepis pygmaea*, *Camponatus micans* y *C.foreli*.

Para conocer esta relación a nivel de campo, se colocaron cintas de terciopelo adhesivo con huevos, alrededor de una rama del olivo. Para minimizar el riesgo de depredación por otras especies se dispusieron cerca de una de las pistas de forrajeo o cerca de donde las hormigas pasaban. Después de 24 horas se observó el número de huevos vivos de *C. carnea*. Se utilizaron 5 cintas por especie y se pusieron en las fechas en las que se observó actividad.

3.7.2.- Relaciones entre hormigas y *Prays oleae*.

En 1995, cuando se observó que un obrero de *Tapionoma nigerrimum* llevaba una larva de *P.oleae*, se decidió profundizar en el estudio del comportamiento de esta especie.

Dado que la generación de la flor del lepidóptero es la más expuesta se eligió esta época para realizar las observaciones. Así, el 6 y 7 de junio 1996, se identificaron tres pistas de alimentación de *T.nigerrimum*, en las que se señaló un punto determinado con un alfiler. En estos puntos se observaron cada hora, durante diez minutos, el número de hormigas que bajaban al hormiguero de acuerdo con la metodología de McNeil *et al.* (1978) y Villagrán *et al.* (1992). También se contabilizó el número de larvas que transportaban, así como otras presas de interés. El estudio se llevó a cabo por la mañana y por la tarde.

Las técnicas de Weseloh (1988) en la que utiliza larvas atadas al tronco para estimar la tasa de depredación o la de Skinner (1980) que construye una verja circundante al hormiguero con una rampa para facilitar la colección de las presas recogidas por las hormigas, se consideraron demasiado artificiales y complicadas, dada la naturaleza de nuestro estudio.

4. Parte Inmunológica

4.1. Preparación del inmunógeno y protocolo de inmunización

Se recogieron larvas de las tres generaciones de *P.oleae*, así como huevos depuestos sobre los frutos en el campo y posteriormente se congelaron a -20°C, hasta obtener el material suficiente (>1g) para hacer la inmunización. Dicho material se diluyó a 1:20.000 (p/v) en tampón fosfato salino (PBS) y se maceró en un homogenizador Ultra-Turrax (Janke &

Kunkel, IKA-WERK, de Sartorius Instruments, Surrey, GB). El extracto conseguido se centrifugó a 4000 g durante 15 minutos y posteriormente a 10.000 g durante 15 minutos, eliminandose la materia particulada y recuperandose el sobrenadente.

Para la inmunización se eligió un conejo hembra de entre 4-6 meses de la raza New Zealand White. Antes de la inmunización se obtuvo su antisuero normal (NRS), el cual se utilizó en la determinación de las reacciones de fondo: el llamado 'ruido'.

Justo antes de la inyección al conejo, se mezcló gota a gota 0.5ml de coadyuvante completo de Freund con 0.5ml del sobrenadente del extracto de *P. oleae*, homogenizandolos en cada adición. Este coadyuvante tiene una suspensión de *Mycobacterium tuberculosis* que ha sido matada por calor y su objetivo es mejorar y prolongar la respuesta inmunológica. Con este preparado se inyectó al conejo intradérmicamente en varias zonas del cuerpo.

A la cuatro semanas se le volvió a inyectar intradérmicamente con otra solución preparada de igual forma que la anterior, aunque en esta ocasión se utilizó 0.5ml de coadyuvante incompleto de Freund (incompleto porque falta la bacteria). A la semana, se le extrajo 5 ml de sangre de la oreja y para facilitar la extracción se le aplicó algodón con xileno para dilatarle las venas. Un mes mas tarde, con la tercera revacunación, se repitió la misma operación (Catty y Raykundalia 1988a; Liddell y Cryer 1991).

Si se saca sangre antes de una semana tras la primera inyección, el antisuero obtenido tendrá anticuerpos IgM de baja avidéz. Si se deja más tiempo, tendrá además anticuerpos IgG, lo cual es mucho más útil para las pruebas de ELISA (Clark 1981; Tijssen 1985).

La sangre se dejó a 4°C hasta su coagulación. Mas tarde, se centrifugó a 4000g durante 15 minutos y posteriormente a 10 000g durante 15 minutos, eliminandose el sedimento. El sobrenadente obtenido constituye el antisuero policlonal, del que se tomaron alícuotas y se almacenaron a -20°C (Catty y Raykundalia 1988a; Liddell y Cryer, 1991).

4.2. Preparación de los antígenos

Los artrópodos fueron pesados y mezclados 1:20, 1:100, ó 1:500 (dependiendo del peso) con PBS. Los insectos se homogeneizaron en un tubo de eppendorf con una maja pequeña (ambos de Kontes Glass Co (EEUU)) para extraer los contenidos de sus estómagos. El homogenado fue transferido a nuevos tubos de Eppendorf y centrifugado a 10 000 rpm durante 15

minutos. El sobrenadente se almacenó a -20°C obteniéndose la solución stock para cada espécimen.

4.3. Protocolo de ELISA

Los ensayos se realizaron mediante ELISA indirecto sobre placas de multititulación de 96 pocillos (Sarstedt placas de ELISA, EE.UU.). Es importante usar la misma marca de placa para estandarizar las condiciones, ya que la desorción diferencial de proteínas en la superficie del plástico de distintas marcas puede contribuir a producir variaciones en los resultados (Clark y Adams 1977; Clark 1981). Hoy en día, los fabricantes de placas han mejorado bastante para que este problema no sea tan importante (Symondson pers. com.). Sin embargo, en nuestros ensayos para evitar esa posibilidad de error, se usó una única marca. Las placas después de cada adición de reactivos se cubrieron con una tapa de plástico para prevenir la evaporación y se dejaron a temperatura ambiente.

Las soluciones de los depredadores fueron diluídas en PBS a 1:1000, 1:200 o 1:40 (dependiendo si la dilución del stock fue 1:20, 1:100 o 1:500 respectivamente) . Así la dilución de los antígenos siempre fue 1:20000. La mayoría de los antígenos se unen espontáneamente a la superficie de plástico como la de los pocillos de las placas de ELISA (Catty y Raykundalia, 1988b). El volumen de los reactivos añadido a cada pocillo fue siempre de 200 μl (con excepción del ácido sulfurico al final que era de 50 μl). La solución correspondiente a cada individuo probado se puso en cuatro pocillos.

Se hicieron controles negativos de PBS por duplicado. También se incluyó x1.5 serie de diluciones como estandar por duplicado de nueve diluciones de una mezcla de *P. oleae* y de *E. decipiens*, de la cual la proporción de *P. oleae* disminuyó desde 1:2000 hasta 1:512000 mientras que la de *E. decipiens* subió desde 1:512000 hasta 1:30000. Así, la cantidad de proteínas totales se mantuvo constante. Esta especie fue elegida por que dió una reacción cruzada baja. La razón de la mezcla fue para imitar la condiciones naturales dentro del estómago de un depredador que ha comido varias presas, y no solamente *P. oleae*. La menor dilución tenía sólomente *P. oleae* como control positivo.

Se dejó un marco de pocillos vacíos alrededor de la placa, debido a que a menudo estos dieron resultados anómalos (Kricka *et al.*, 1980).

La placa se dejaba incubar a 4°C por la noche y después se lavaba. Todos los pasos de lavado se realizaban con PBS/ Tween 20, tres veces. El lavado de las placas con detergente era fundamental para eliminar los

reactivos que no se han unido y que podrían ser fuente de reacciones no específicas.

A la mitad de los cuatro pocillos con cada antígeno ensayado, a los estándares y a los controles de PBS se les añadió el antisuero específico y a la otra mitad el NRS. Las placas fueron incubadas durante 1 hora a temperatura ambiente y después lavadas.

El anticuerpo conjugado era IgG anticonejo de cabra, el cual está conjugado a su vez con la enzima peroxidasa de rábano. Se incubaron las placas durante una hora y se lavaron posteriormente.

El paso siguiente consistió en la adición del sustrato ortofenilalanina (OPD) en un tampón de fosfato 0.2M y citrato 0.1M, a pH 5. La reacción se dejó en la oscuridad durante 30 minutos aproximadamente, hasta que los controles positivos desarrollaron su color óptimo: naranja fuerte. Se tomó nota del tiempo transcurrido para estandarizar las placas (Catty y Raykundalia, 1988b). Es importante dejar el sustrato y el conjugado reaccionar el tiempo suficiente para que las reacciones positivas puedan desarrollarse con respecto a las reacciones no específicas.

La reacción se paró con 50 µl de ácido sulfúrico 2.5M por pocillo. Las placas fueron leídas en un lector de ELISA a una longitud de onda de 492nm.

En Fig.3 se hace un resumen del protocolo de ELISA para la determinación de la depredación de *P.oleae*.

4.4. Establecimiento de las condiciones óptimas

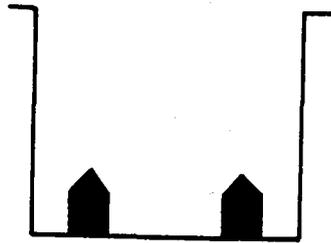
Para saber si el antisuero reacciona con los controles positivos del antígeno de *P.oleae* se hizo una valoración "en tablero de damas", con un bloque de albúmina de suero bovino (BSA). Se utilizaron bloques para aumentar la proporción de señal (positivo) y ruido(de fondo) a causa de reacciones no específicas (Catty y Raykundalia, 1988b). El beneficio del uso del bloque fue valorado.

También se determinaron las concentraciones óptimas de antisuero y antígeno, para la realización de los ensayos. Posteriormente, para encontrar la mejor proporción señal ruido, se fijaron y optimizaron las concentraciones de antisuero y de enzima, utilizando una concentración constante de antígeno ya optimizado.

4.5. Determinación de la especificidad y de la sensibilidad del antisuero

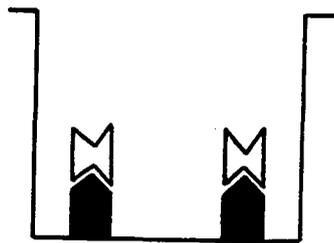
Para determinar la especificidad del antisuero de *P.oleae* y conocer las reacciones cruzadas, se ensayaron hojas de olivo y un gran número de

1. Fijar antígeno a la placa



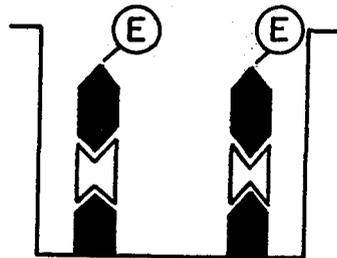
2. Lavar (PBS/ Tween)

3. Añadir anticuerpos



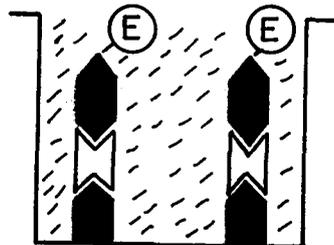
4. Lavar (PBS/ Tween)

5. Añadir anticuerpo conjugado con enzima



6. Lavar (PBS/ Tween)

7. Añadir sustrato del enzima



8. Parar con ácido sulfurico

Intensidad de color α Concentración del antígeno

Fig. 3 Pasos relacionados con el desarrollo de una ELISA indirecta.

especies de artrópodos (Ver Resultados). El problema con los antisueros policlonales es que están compuestos por una gama de distintos anticuerpos, sobre todo cuando el inmunógeno contiene una variedad de determinantes antigénicos. Algunos son más específicos que otros y por eso aparecen problemas de reacciones cruzadas.

La eficacia del inmunógeno para estimular la producción de anticuerpos y el protocolo de inmunización, influyen en la respuesta antigénica, lo cual determina la utilidad del antisuero. Con respecto a la depredación, lo más usual es que los depredadores den una respuesta menor que la de la presa sola. Por eso es importante estimar hasta qué punto se pueden diferenciar los dos antisueros. Este es el límite de detección.

Con una serie de diluciones, doble de los estándares, se compararon la respuesta de los dos antisueros. Se dice que el límite de detección ocurre cuando $SAS \geq 2(NRS)$ (e.g. Tijssen, 1985).

4.6 Producción del antisuero absorbido

Cuando hay un problema de reacciones cruzadas hay varias formas de solucionarlo como producir un antisuero monoclonal, purificar el antisuero policlonal mediante cromatografía de afinidad o adsorber el antisuero contra una de las especies que dan la reacción cruzada más alta.

De las especies ensayadas varias dieron reacciones cruzadas bastante altas. Se eligieron tres de ellas y fueron, la araña, *Pholcus phalangoides*, el cienpies, *Oxidus gracilus*, y el escarabajo, *Phloeotribus scarabaeoides*. Se homogenizaron en PBS (2 μ l de PBS por mg de insecto) en un homogenizador Ultra-Turrax y se centrifugaron a 4000 g durante 15 minutos y posteriormente a 10 000g durante 15 minutos eliminándose la materia particulada. El sobrenadante se mezcló con el antisuero específico y el NRS en la proporción 3:1 (sobrenadante: antisuero). La mezcla estuvo en agitación continua durante 12 horas en frío (4°C) para permitir la precipitación de los anticuerpos que reaccionan de forma cruzada. Una vez que el sobrenadante fue centrifugado a 10 000g durante 15 minutos, se tomaron alícuotas y se almacenaron a -20° C. Los antisueros absorbidos (aSAS, aNRS) y no absorbidos fueron ensayados para conocer los efectos de especificidad y sensibilidad frente al antígeno de *P.oleae* y las otras especies de artrópodos. El antisuero absorbido se utilizó cuatro veces más concentrado que el no absorbido para compensar la dilución realizada durante la preparación del primero.

4.7. Determinación del contenido proteico

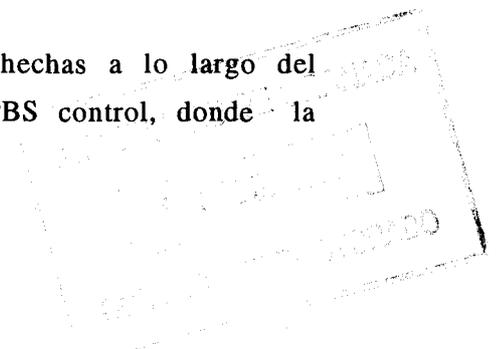
Para determinar el contenido proteico de una muestra desconocida fue necesario disponer de unos estándares de concentración conocida. Por esta razón, se prepararon una serie de diluciones dobles de BSA (1% p/v). Los antígenos de *P. oleae* se diluyeron al 15, 30, 60, 120, y 240. Como controles se utilizaron PBS y agua desionizada. Cada pocillo tenía 80 μ l y se les añadió 20 μ l de reactivo de colorante de ensayo de proteínas Biorad que contiene 55% de ácido fosfórico y 15% de metanol. Las soluciones se mezclaron en los pocillos y, todas las burbujas se eliminaron mediante pinchazos. La placa se leyó en un lector ELISA a 595 nm. Se llevó a cabo la regresión entre la absorbancia y la concentración conocida de BSA, y mediante la ecuación de regresión, se estimó la concentración de proteína del antígeno.

4.8. Contribución del NRS y de las reacciones de fondo a los valores de absorbancia

El antisuero específico (SAS) es una combinación de anticuerpos normalmente encontrados en el suero de un conejo (NRAb) y anticuerpos específicos (SAb) producidos por la inmunización. Para diferenciar en la repuesta de los ensayos de ELISA a estos dos grupos, todas las muestras se probaron por duplicado contra los dos antisueros. Las absorbancias producidas por las reacciones homólogas de los SAb con el antígeno, y las reacciones cruzadas pueden ser calculadas sustrayendo la media de la lectura de los dos NRS de la media de los dos SAS. Esto tiene la ventaja de eliminar también la absorbancia de fondo debido a un cambio espontáneo del sustrato.

Lo ideal sería incluir en cada placa duplicados para hacer lo mismo con los estándares internos de la placa, es decir la serie de diluciones. Sin embargo, no hay espacio suficiente. Aunque las muestras se ensayaron a una dilución de 1:1000, la serie tenía una gama de dilución desde 1:20 000 hasta 1: 1 512 301. Tales niveles tan bajos de proteína causaron reacciones no específicas correspondientes con NRAb, no mucho más elevadas que las observadas con PBS. Sin embargo, debe de tenerse en cuenta la varianza entre placas y la lectura de fondo, en particular, al calcular la lectura de absorbancia de muestras con reacciones desconocidas contra estos estándares. Así se necesitó de alguna manera evaluar la contribución del NRAb y del ruido.

Para estimar este factor se usaron cinco placas hechas a lo largo del año. En cada una había una serie de diluciones y un PBS control, donde la



mitad se probaron con SAS y la otra mitad con NRS. Así había tres repeticiones por cada antisuero.

Se sustrajeron las medias del PBS tratada con NRS de las medias de los valores de la serie de diluciones estandar, asimismo tratadas con aNRS, por los estándares para eliminar las reacciones de fondo. Se hizo una regresión de los valores así obtenidos frente a las concentraciones de los estándares (el recíproco de las diluciones). Se realizó un análisis de la varianza para probar la significación de la regresión con otra prueba, y para determinar la significación de las desviaciones de linealidad.

La ecuación de regresión se usó para calcular la contribución a cada dilución del estándar del NRAb y el ruido en cada placa, relativa al control negativo de PBS.

4.9. Detección de la depredación

Debido a la varianza entre placas y a las reacciones no específicas de fondo, el primer paso fue ajustar los resultados a la serie de diluciones de los estándares de cada placa. Se obtuvo la media de los dos controles negativos del PBS que reaccionaron con el aSAS. Dicha media se multiplicó por los valores de la ecuación de regresión para cada dilución del estándar para dar la absorbancia debida al NRAb. Para determinar la absorbancia del SAb, se sustrajo la absorbancia del NRAb de la absorbancia de cada dilución de estándar que reaccionó con el aSAS. Se hizo una regresión de los valores del SAb (convertido a Ln) frente a las concentraciones (recíprocas de las diluciones convertidas a Ln).

Con las muestras de los depredadores se sustrajo la media de los valores de absorbancia de las muestras que reaccionaron con el aNRS, de la media de los equivalentes que reaccionaron con el aSAS. Se substituyó este resultado en la ecuación de regresión de los estándares para dar el equivalente de concentración (E.C) del estándar de la mezcla de *P.oleae* y *E.decipiens*.

Así, la ecuación de regresión de la placa tomó la siguiente forma:

$$\text{Ln Absorbancia} = a + b (\text{Ln E.C.}),$$

donde a (el término independiente del eje Y) y b (el coeficiente de regresión) se obtuvieron de la ecuación de regresión, y la absorbancia fue la producida por el SAb de la muestra. Los E.C. se calcularon a partir del Ln de E.C., mediante el correspondiente exponencial.

4.10. Estimación del umbral de detección

Siguiendo el protocolo de Symondson y Liddell (1993), se estimó el umbral de detección. Se probaron 10 individuos de *O.gracilus* para obtener la media de C.E y 2.5 de su desviación estándar. Resultados más allá de esos valores fueron considerados como positivos. Tanto los valores del PBS control como los del antisuero de conejo normal absorbido se restaron de la absorbancia del antisuero específico absorbido para dar la adsorbancia debida solamente a los anticuerpos específicos. Se llevó a cabo la regresión de estos valores frente a las concentraciones en nl por ml calculados en el ensayo Biorad. Con la ecuación de regresión se calculó una concentración equivalente, una vez que la absorbancia de la muestra era conocida.

4.11. Estimación de la tasa de digestión en un depredador típico

Se eligió a *C. carnea*, un depredador común en los olivares y citado como uno de las más importantes de *P.oleae*, para estimar la tasa de depredación. Es solamente depredador durante el estadio larvario. La cría de *C.carnea* fue mantenida en cámara a 25°C, 75% humedad relativa y fotoperiodo de 16 horas luz : 8 hora oscuridad.

Todas las larvas usadas en este experimento se pusieron en ayunas durante un día, para vaciar los estómagos y para potenciar su actividad depredadora. Es conocido que las larvas con más hambre, buscan y atacan con más frecuencia (Baumgaertner *et al.*, 1981).

En un tubo eppendorf se colocaron larvas de tercera edad de *C.carnea* junto con larvas de *P.oleae* recién descongeladas. Este recipiente se eligió debido a su pequeño tamaño, por lo que se aumenta la posibilidad del encuentro entre el depredador y la presa. Después de una hora, las larvas predadoras que rechazaban comer fueron eliminadas del experimento. El uso de las larvas descongeladas facilitó el estudio debido a que las presas no podían prevenir el ataque y además, la disponibilidad de material no fue dependiente de la fenología del lepidóptero. Como controles positivos se utilizaron larvas de *P.oleae* y como negativos depredadores en ayunas.

La mitad de las larvas de *C. carnea* que habían comido presa eran alimentadas con huevos de *Ephestia kuhiniella* y a la otra mitad no se les puso comida. Estas se congelaron a 0, 12, 24, 36, 48, y 72 horas y después preparadas como se ha descrito anteriormente para la preparación de antígenos, antes de ser probadas en el ensayo de ELISA. El objetivo era conocer si el cambio de alimento influía en la tasa de digestión.

5. Análisis estadístico de los resultados

En la parte ecológica de este estudio se utilizaron test no-paramétricos como el de Kruskal-Wallis o el de Friedman, dado que los datos no se ajustaban a una distribución normal. Los resultados se expresaron como valores medios de las capturas de los cuatro orientaciones del árbol.

Con los datos inmunológicos, para conocer la relación lineal entre la absorbancia y la concentración, se utilizó el análisis de regresión y el de covarianza. Los datos se transformaron logarítmicamente, cuando fue preciso, para obtener un mejor ajuste a la normalidad.

El paquete estadístico utilizado fue Minitab Versión 8.2 o Systat 5.2 para Macintosh.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Estimación del número de árboles a muestrear

Con los datos de 1994, se evaluó que el número adecuado de árboles a muestrear era de dos por bloque para los botones florales y de cuatro por bloque para los frutos, y así se realizó en 1995.

2. Estimación del número de ramas y brotes por árbol

Antes de intentar valorar la población de *P. oleae*, se consideró necesario indagar la variabilidad del número de brotes entre árboles y zonas.

Entre árboles, los resultados indicaron que tanto en el olivar de Arenales como en el P.I. no existían diferencias significativas con respecto al número estimado de ramas (Tabla 1). En cuanto al número de brotes por rama, solo se encontraron diferencias significativas en el P.I. (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) (Tabla 2).

Tabla 1 Número medio de ramas por árbol y brotes por rama en las zonas de estudio

	<i>Arenales</i>	<i>P.I.</i>
Ramas por árbol	104.4 ± (4.4)	93.0 ± (5.2)
Brotes por rama	106.8 ± (3.1)	81.3 ± (4.0)

Entre ambas zonas se observaron diferencias significativas con respecto al número de ramas por árbol (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) y en relación con el número de brotes por rama (Kruskal-Wallis, $p < 0.005$) (Tabla 1).

Tabla 2 Número medio de brotes por árbol

Arbol	<i>Arenales</i>	<i>P.I.</i>
	Medio ± (D.E.)	Medio ± (D.E.)
1-4	10039.2 ± (35.0)	9577.0 ± (41.4)
5-8	8730.9 ± (35.1)	9962.6 ± (63.8)
9-12	9318.3 ± (28.3)	6015.6 ± (28.3)
13-16	10920.3 ± (23.3)	3381.4 ± (22.7)
17-20	10172.7 ± (43.5)	6864.8 ± (34.0)
21-24	11320.8 ± (35.8)	6725.4 ± (46.7)
25-28	12682.5 ± (37.2)	7195.3 ± (39.7)
29-32	12522.3 ± (30.5)	6705.9 ± (36.8)
33-36	12415.5 ± (46.9)	7547.1 ± (21.6)
37-40	12682.5 ± (45.9)	13501.8 ± (45.2)

3. Estimación de la población de *Prays oleae*

Para conocer la población de *Prays oleae* por árbol y establecer comparaciones, era imprescindible saber el número de órganos vegetales del huésped por árbol (botones florales y de frutos), sobre los cuales la hembra del lepidóptero realiza la oviposición.

3.1 Generación antófaga

3.1.1 Organos vegetativos

En las zonas de estudio existía una gran variedad cuando hablamos del número global de botones florales o de inflorescencias. Desde el punto de vista biológico tiene más sentido utilizar el número de botones florales por inflorescencia y el número de inflorescencias por brote, que los valores absolutos, ya que en este último caso no se tienen en cuenta la variación en el número de inflorescencia o de brotes, respectivamente. La estructura de la inflorescencia de la variedad picual corresponde a corta y laxa (Barranco y Rallo, 1984) y el número de botones florales por inflorescencia es relativamente constante (comunicación personal). En los olivares estudiados, aunque había una estructura de la inflorescencia típica de la variedad Picual, con 13 botones florales, en muchas ocasiones el número de botones por inflorescencia fue inferior (entre 9 y 11) o incluso superior (entre 15 y 19).

3.1.1.2. Inflorescencias por brote

En 1994, el número de inflorescencias por brote fue significativamente superior en Arenales (Tabla 3) (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$); entre árboles (Tabla 5) y fechas (Tabla 3), solo había diferencias significativas en el P.I. (Friedman, $p < 0.005$ y $p < 0.005$, respectivamente).

En 1995, en Arenales, no se encontraron diferencias entre las fechas, al igual que en 1994 (Tabla 3), pero si entre los árboles (Tabla 4c) (Friedman, $p < 0.005$).

En Arenales, se observaron diferencias significativas entre los dos años de estudio, correspondiendo los valores mas elevados a 1995 (Tabla 3) (Friedman, $p < 0.05$).

Tabla 3 Número medio de botones florales (B.f) e inflorescencias (Inf.).

Zona	Fecha	Año	Estructura	Media \pm (D.E.)
Parque	2 May	1994	B.f.a	10.38 \pm (0.101)
			Infl.a	2.87 \pm (0.037)
	9 May		B.f.a	9.62 \pm (0.1149)
			Infl.a	2.64 \pm (0.039)
Arenales	12 May	1994	B.f.a	8.85 \pm (0.069)
			Infl.a	4.27 \pm (0.056)
	22 May		B.f.a	8.64 \pm (0.065)
			Infl.a	4.37 \pm (0.059)
Arenales	2 May	1995	B.f.ab	9.25 \pm (0.075)
			Infl.a	9.11 \pm (0.115)
	15 May		B.f.a	7.10 \pm (0.063)
			Infl.a	7.92 \pm (0.083)
22 May	B.f.ac	6.26 \pm (0.068)		
	Infl.a	7.09 \pm (0.090)		

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente entre sí (Friedman, $p > 0.05$)

3.1.1.2. Botones florales por inflorescencia

Con respecto al número de botones florales por inflorescencia (Tabla 3, 4a y 4b), en 1994 existían diferencias significativas entre los árboles en el P.I. (Friedman, $p < 0.005$) y en Arenales ($p < 0.005$), entre las zonas de estudio (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), y entre las dos fechas de observación (Friedman, $p < 0.05$). Estos resultados podrían explicarse por las diferencias propias de cada cultivar, por las distintas características de ambas zonas y por la evolución natural de la floración. En el P.I. la floración se adelantó unos 10 días con respecto a Arenales.

En 1995, en el P.I., los olivos no tenían flor debido a la acumulada falta de agua y manejo. En Arenales (Tabla 4c), había diferencias significativas entre los árboles (Friedman, $p < 0.005$) pero no entre las fechas, lo cual puede ser debido a que la falta de agua ha conducido a que unos árboles se desarrollen más que otros, observándose árboles con flor abierta y otros con inflorescencias en estadio C. Estas diferencias fenológicas por toda la parcela homogenizó la varianza en cuanto al número de botones florales por inflorescencia por fecha.

Entre años, en Arenales, (Tabla 3), las diferencias fueron significativas (Friedman, $p < 0.05$), lo cual puede ser atribuido a las características agrobiológicas del cultivo y a las diferencias climáticas de cada año. En las primeras fechas, el número de botones florales por inflorescencia fue significativamente superior en 1995, pero en fechas posteriores fue inferior, hecho que pudo deberse a que se produjo el aborto de muchos de ellos. En 1995 la evolución fue más lenta que en 1994.

Tabla 4a. Número medio de botones florales por inflorescencia (B.f./inf.) y el número de inflorescencias por brote (Inf/brote) en Arenales (1994).

Arbol	Bf/Inf (D.E)	Arbol	Bf/Inf (D.E.)	Arbol	Inf/ Brote (D.E.)
1	10.58±(0.185)	21	9.19±(0.210)	1-4	4.55±(0.103)
2	9.14±(0.232)	22	7.17±(0.310)	5-8	4.03±(0.132)
3	11.04±(0.208)	23	7.88±(0.452)	9-12	3.19±(0.137)
4	10.77±(0.216)	24	8.64±(0.417)	13-16	4.68±(0.113)
5	10.41±(0.343)	25	5.29±(0.524)	17-20	4.28±(0.127)
6	10.19±(0.241)	26	7.37±(0.235)	21-24	4.00±(0.144)
7	7.98±(0.245)	27	8.76±(0.375)	25-28	3.60±(0.130)
8	9.42±(0.407)	28	7.89±(0.353)	29-32	4.88±(0.119)
9	7.51±(0.312)	29	11.13±(0.179)	33-36	4.59±(0.134)
10	6.69±(0.346)	30	10.31±(0.208)	37-40	4.44±(0.142)
11	7.62±(0.314)	31	7.83±(0.321)		
12	5.74±(0.539)	32	10.53±(0.227)		
13	8.75±(0.261)	33	8.57±(0.247)		
14	9.64±(0.270)	34	6.85±(0.258)		
15	7.40±(0.221)	35	6.25±(0.171)		
16	7.79±(0.264)	36	7.66±(0.172)		
17	7.5±(0.250)	37	7.10±(0.328)		
18	7.6±(0.275)	38	7.60±(0.408)		
19	9.72±(0.584)	39	9.98±(0.300)		
20	9.07±(0.283)	40	7.97±(0.172)		

Tabla 4b Número medio (±D.E.) de botones florales por inflorescencia B.f./Inf.) y de inflorescencias por brote (Inf/Brote) en el P.I. (1994).

Arbol	B.f./ Infl.	Infl./ Shoot	Arbol	B.f./ Infl.	Infl./ Shoot
1	9.06±(0.289)	3.09±(0.149)	21	8.91±(0.466)	2.36±(0.127)
2	9.84±(0.291)	2.56±(0.115)	22	9.99±(0.365)	3.10±(0.150)
3	11.34±(0.251)	3.04±(0.129)	23	9.12±(0.356)	2.78±(0.162)
4	10.26±(0.316)	2.98±(0.168)	24	9.18±(0.516)	2.33±(0.125)
5	14.35±(0.480)	3.32±(0.190)	25	7.54±(1.184)	1.74±(0.139)
6	12.17±(0.301)	3.77±(0.155)	26	9.23±(0.318)	3.36±(0.152)
7	11.9±(0.323)	2.50±(0.129)	27	8.57±(0.314)	2.34±(0.124)
8	17.46±(0.517)	4.08±(0.196)	28	6.97±(0.476)	1.57±(0.126)
9	11.98±(0.414)	2.83±(0.133)	29	6.88±(0.431)	1.87±(0.137)
10	12.17±(0.493)	2.76±(0.144)	30	4.26±(0.569)	1.12±(0.181)
11	7.38±(0.558)	1.82±(0.198)	31	7.20±(0.372)	2.73±(0.182)
12	8.36±(0.780)	1.45±(0.155)	32	4.84±(0.362)	1.94±(0.196)
13	6.82±(0.750)	1.23±(0.135)	33	10.56±(0.266)	3.32±(0.150)
14	12.46±(0.471)	3.01±(0.179)	34	9.57±(0.290)	2.92±(0.140)
15	3.67±(0.471)	1.41±(0.226)	35	9.17±(0.308)	2.87±(0.135)
16	8.08±(0.450)	2.02±(0.158)	36	10.44±(0.308)	2.86±(0.122)
17	5.87±(0.607)	1.26±(0.119)	37	9.48±(0.306)	2.85±(0.119)
18	4.24±(0.868)	0.75±(0.145)	38	10.19±(0.305)	3.14±(0.148)
19	8.92±(0.773)	1.38±(0.134)	39	10.59±(0.278)	2.84±(0.141)
20	14.32±(0.570)	2.48±(0.141)	40	7.9±(0.181)	3.49±(0.132)

Tabla 4c Número medio (\pm D.E.) de botones florales por inflorescencia (B.f./Inf.) y de inflorescencias por brote (Inf./Brote) en Arenales (1995).

Arbol	B.f./Infl.	Estats.	Infl./Brote	Estats.
1-4	3.4 \pm (0.179)	S=59.85	3.7 \pm (0.223)	S=45.13
5-8	3.7 \pm (0.101)	D.f.=19;	6.5 \pm (0.221)	D.f.=19;
9-12	8.9 \pm (0.105)	p<0.005	8.6 \pm (0.152)	p<0.005
13-16	8.3 \pm (0.092)		9.0 \pm (0.146)	
17-20	2.7 \pm (0.066)		5.1 \pm (0.156)	
21-24	8.9 \pm (0.093)		8.2 \pm (0.126)	
25-28	8.8 \pm (0.108)		8.6 \pm (0.152)	
29-32	1.0 \pm (0.071)		2.0 \pm (0.150)	
33-36	4.0 \pm (0.068)		6.6 \pm (0.152)	
37-40	7.3 \pm (0.095)		8.1 \pm (0.147)	

3.1.2 Huevos de *P. oleae*

Para conocer las relaciones entre *P. oleae* y sus posibles depredadores, era necesario determinar los periodos de presencia en el campo, su número y en el caso de los huevos, las distintas categorías.

3.1.2.1 Zonas

En 1994 el número total de huevos sobre las flores fue significativamente superior en Arenales (Kruskal-Wallis, $p<0.001$) (Tabla 5).

Tabla 5. Número medio de huevos y larvas de *P. oleae* por brote.

Año	Zona	Arenales		Parque	
1994	Fecha	12/5	22/5	2/5	9/5
	Vivos	3.53 \pm (0.44)	2.60 \pm (0.41)	0.40 \pm (0.12)	3.28 \pm (0.41)
	Eclosionados	1.03 \pm (0.28)	5.05 \pm (0.70)	1.58 \pm (0.32)	4.33 \pm (0.84)
	Vacíos	0.33 \pm (0.07)	0.28 \pm (0.28)	0.25 \pm (0.09)	0.48 \pm (0.23)
	Muertos	0.00 \pm (0.00)	0.25 \pm (0.03)	0.15 \pm (0.07)	0.03 \pm (0.03)
	Total	4.87 \pm (0.63)	7.95 \pm (0.85)	5.13 \pm (0.96)	5.35 \pm (0.65)
	Larvas	4.54 \pm (3.86)	7.65 \pm (5.37)	4.73 \pm (0.87)	4.85 \pm (0.60)
1995	Zona	Arenales			Parque
	Fecha	2/5	15/5	22/5	
	Vivos	2.65 \pm (1.16)	2.25 \pm (0.63)	0.65 \pm (0.41)	Ningún
	Eclosionados	0.05 \pm (0.28)	7.55 \pm (2.28)	2.90 \pm (0.88)	
	Vacíos	0.20 \pm (0.14)	1.40 \pm (0.50)	0.10 \pm (0.07)	
	Muertos	0.00 \pm (0.00)	0.10 \pm (0.10)	0.05 \pm (0.05)	
	Total	3.25 \pm (1.34)	11.30 \pm (3.00)	6.15 \pm (1.61)	
	Larvas	3.15 \pm (1.34)	9.95 \pm (2.50)	6.05 \pm (1.60)	

En cuanto al número de huevos depredados no había diferencias significativas, probablemente debido a su bajo número, en ambas zonas (Tabla 5). Los porcentajes de depredación observados (Tabla 6) concuerdan con los de Ramos y Ramos (1990), los cuales registran porcentajes de depredación, a lo largo de 20 años, entre el 2% y el 8%. Estos valores podrían

estar influenciados, entre otras causas, por la baja población de huevos y por el elevado número de botones florales existentes. De todas formas hay que tener en cuenta que muchos depredadores mastican y no dejan pista de su acción, por los que los porcentajes de depredación calculados pueden estar subestimados. Es importante indicar que se encontraron huevos depredados a lo largo de todo el periodo de observación (Tabla 5).

La duración del periodo de oviposición fue similar en ambas zonas, es decir, de unos 12-14 días. Sin embargo, en el P.I., la oviposición se adelantó unos 10 días con respecto a Arenales, comenzando a primeros de mayo.

Tabla 6 Porcentaje de huevos depredados de *P. oleae*.

		1994			1995		
	Arenales	5/5	12/5	22/5	2/5	15/5	22/5
% Depredación		25	6.7	3.4	5.1	13.3	1.9
	P.I.	2/5	9/5				
% Depredación		5.4	5.2				

3.1.2.2 Arboles

Para conocer la variabilidad a nivel de árbol, se compararon las distintas categorías de huevos. En 1994, solamente en Arenales, diferían significativamente el número total de huevos, de huevos eclosionados y depredados (Friedman, $p < 0.01$; $p < 0.05$; $p < 0.05$) (Fig. 4).

En 1995 se observaron diferencias significativas en cuanto al número total de huevos y huevos eclosionados (Friedman, $p < 0.005$, respectivamente) (Fig. 4).

3.1.2.3 Años

En Arenales la población de huevos de *P. oleae* fue significativamente superior en 1995 (Friedman, $p < 0.05$) (Tabla 7).

Tabla 7 La media y error estándar (S.E.) de huevos y de larvas potenciales de la generación antófaga.

Zona		Año	Media \pm S.E.		Media \pm S.E.
P.I.	Vivos	1994	1.50 \pm (0.25)	Muertos	0.01 \pm (0.01)
Aren.		1994	3.06 \pm (0.31)		0.09 \pm (0.04)
		1995	1.85 \pm (0.47)		0.05 \pm (0.04)
P.I.	Depredados	1994	0.30 \pm (0.06)	Total	6.41 \pm (0.55)
Aren.		1994	0.26 \pm (0.06)		6.10 \pm (0.55)
		1995	0.57 \pm (0.19)		6.90 \pm (1.27)
P.I.	Eclosionados	1994	3.04 \pm (0.44)	Larvas	6.54 \pm (0.66)
Aren.		1994	4.69 \pm (0.54)		6.20 \pm (0.63)
		1995	3.65 \pm (0.89)		6.38 \pm (1.13)

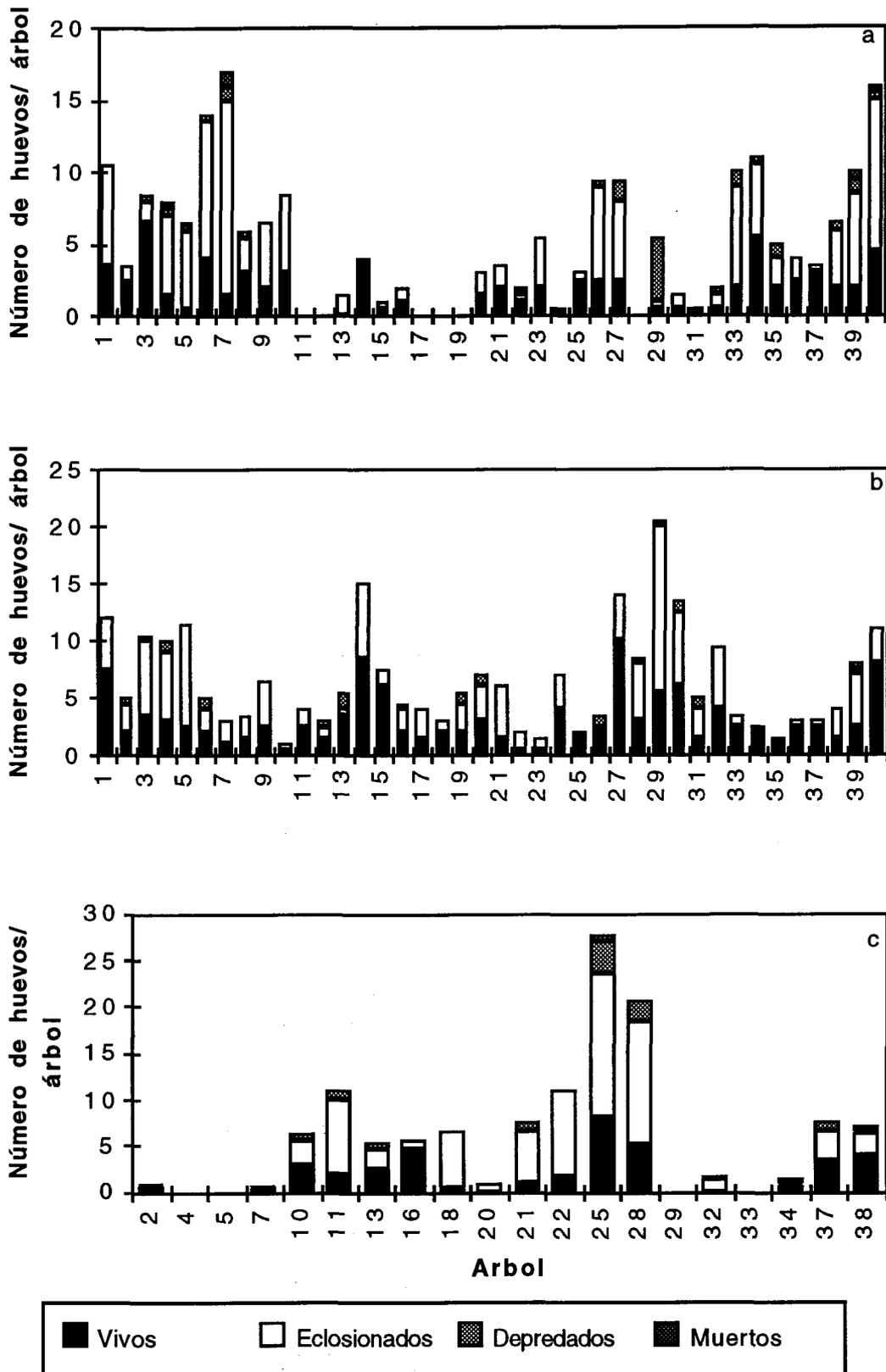


Fig 4. Número de las distintas categorías de huevos de la generación antófaga en a) P.I. 1994; y Arenales b) 1994; c) 1995.

En 1994, el periodo de oviposición fue más corto de lo normal en la zona, que suele ser de unos 22 días (Campos, 1976). Sin embargo, en 1995 duró unos 24-26 días (Tabla 5), lo cual podría explicar que el número medio de huevos depredados fuese superior (Tabla 7).

3.1.3 Larvas de *P. oleae*

En 1994 no había diferencias significativas entre las zonas (Tabla 7).

En Arenales, en 1994 y 1995, se encontró significación entre árboles (Friedman, $p < 0.01$; $p < 0.005$, respectivamente) lo cual es lógico dada la diferencia entre árboles en cuanto a los huevos (Fig.4). Entre los dos años, las diferencias son significativas, encontrándose mayor número de larvas en 1995 (Tabla 7).

Hay que indicar que la mortalidad de las larvas recién emergidas, a causa de la reacción del vegetal, es prácticamente nula.

3.1.4 Estimación de la población de *P. oleae* por árbol

En 1994, para estimar la población total de huevos y larvas potenciales por árbol, se han utilizado los datos de la última fecha de observación, donde el periodo de oviposición había casi finalizado y la mayor parte de los huevos habían eclosionado (Tabla 8). En estas fechas, se puede valorar con mayor exactitud la población larvaria, debido a que ya han incidido negativamente todos los factores bióticos (parasitismo y depredación) y abióticos (temperatura y humedad) sobre la población de huevos.

Tabla 8. Porcentajes de huevos eclosionados de *P. oleae*.

		1994			1995		
	Arenales	5 / 5	12 / 5	22 / 5	2 / 5	15 / 5	22 / 5
% Eclosión		0	21.0	63.5	14.1	64.3	84.6
	P.I.	2 / 5	9 / 5				
% Eclosión		30.7	85.4				

La estimación del número de botones florales, huevos y larvas por árbol (Tabla 9a-d) se ha basado en el número medio de botones florales por inflorescencia, de inflorescencias por brote y de brotes por árbol.

Tabla 9a: Número estimado de botones florales, huevos y larvas por árbol y sus intervalos de confianza, en el P.I. (1994).

Árbol	B.F.		Huevos		Larvas	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1	103691.4	103643.3	1312.5	1311.9	1312.6	1311.9
2	89578.4	89536.8	837.1	836.8	717.6	717.3
3	108199.7	108149.5	947.6	947.2	861.5	861.1
4	105553.5	105504.5	765.5	765.1	680.4	680.1
5	40672.7	40630.8	742.9	742.1	742.9	742.1
6	39813.2	39772.1	238.9	238.4	191.0	190.8
7	31178.5	31146.4	129.6	129.4	129.6	129.4
8	36804.7	36766.8	302.2	301.9	302.2	301.9
9	100235.7	100211.7	2596.8	2596.2	2596.8	2596.2
10	89291.2	89269.8	376.8	376.7	376.8	376.7
11	101703.8	101679.5	1153.5	1153.3	1153.5	1153.3
12	76611.6	76593.2	829.7	829.5	829.7	829.5
13	104033.5	103992.5	727.5	727.2	606.3	606.0
14	114615.2	114570.0	1503.9	1503.3	1503.9	1503.3
15	87982.6	87948.0	968.4	968.0	968.4	968.0
16	92619.5	92583.1	485.6	485.4	364.2	364.0
17	189357.9	189325.8	2042.4	2042.0	2042.4	2042.0
18	191882.7	191850.1	948.7	948.6	948.7	948.6
19	245407.8	245366.2	2079.7	2079.4	1819.8	1819.5
20	228996.8	228958.0	2090.2	2089.9	1858.0	1857.7
21	249490.1	249453.4	1868.8	1868.6	1868.8	1868.6
22	194651.2	194622.5	1255.8	1255.6	1255.8	1255.6
23	213926.2	213894.7	873.2	873.0	873.2	873.0
24	234558.7	234524.2	4384.3	4383.6	4384.3	4383.6
25	106456.0	106436.9	1061.0	1060.8	1061.0	1060.8
26	148313.9	148287.4	890.8	890.6	668.1	668.0
27	176286.2	176254.7	5998.4	5997.3	5998.4	5997.3
28	158778.4	158750.0	2818.6	2818.1	2818.6	2818.1
29	363417.7	363363.3	4420.2	4419.5	4420.2	4419.5
30	336643.0	336592.6	4189.6	4188.9	3943.1	3942.5
31	255665.8	255627.6	2635.7	2635.3	2635.7	2635.3
32	343826.4	343775.0	4032.1	4031.5	4032.1	4031.5
33	232379.2	232339.9	1117.2	1117.0	1117.2	1117.0
34	185740.7	185709.2	2164.8	2164.4	2164.8	2164.4
35	169471.4	169442.7	722.2	722.1	722.2	722.1
36	207704.2	207669.0	205.7	205.6	205.7	205.6
37	349285.9	349254.4	2830.5	2830.3	2830.5	2830.3
38	373883.5	373849.8	4504.6	4504.2	4504.6	4504.2
39	490968.1	490923.8	4997.1	4996.7	4580.7	4580.3
40	392085.7	392050.4	8168.5	8167.7	8168.5	8167.7

En 1994, el número total de botones florales, huevos y larvas (Friedman, $p < 0.001$) fue superior en Arenales (Tabla 9d). Existen diferencias entre árboles con respecto a los huevos y a las larvas (Friedman, $p < 0.01$) en ambas zonas (Tabla 9a y 9b).

Tabla 9b: Número estimado de botones florales, huevos y larvas por árbol y sus intervalos de confianza, en Arenales (1994).

Árbol	B.F.		Huevos		Larvas	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1	522789.5	143406.1	6617.6	1815.3	6617.6	1815.3
2	1727680.6	1399933.4	16146.6	13083.5	13839.9	11214.4
3	545519.5	149641.1	4777.6	1310.6	4343.3	1191.4
4	532178.0	145981.4	3859.5	1058.7	3430.6	941.1
5	416754.2	163823.7	7612.0	2992.2	7612.0	2992.2
6	407946.7	160361.6	2445.7	961.4	1956.6	769.1
7	319471.5	125582.5	1327.4	521.8	1327.4	521.8
8	377120.5	148244.0	3096.2	1217.1	3096.2	1217.1
9	253344.2	78195.3	6563.3	2025.8	6563.3	2025.8
10	225682.1	69657.3	952.3	293.9	952.3	293.9
11	257055.0	79340.7	2915.6	899.9	2915.6	899.9
12	193634.6	59765.8	2097.1	647.3	2097.1	647.3
13	472706.3	94000.7	3305.6	657.3	2754.7	547.8
14	520787.3	103561.9	6833.5	1358.9	6833.5	1358.9
15	399774.5	79497.8	4400.0	875.0	4400.0	875.0
16	420843.7	83687.5	2206.3	438.7	1654.7	329.1
17	322251.9	121980.0	3475.8	1315.7	3475.8	1315.7
18	326548.6	123606.4	1614.6	611.2	1614.6	611.2
19	417638.5	158086.1	3539.3	1339.7	3096.9	1172.3
20	389710.0	147514.5	3557.2	1346.5	3162.0	1196.9
21	407962.5	100759.2	3055.9	754.7	3055.9	754.8
22	318290.6	78611.9	2053.5	507.2	2053.5	507.2
23	349809.0	86396.3	1427.8	352.6	1427.8	352.6
24	383546.9	94729.0	7169.1	1770.6	7169.1	1770.6
25	221776.9	41773.0	2210.4	416.3	2210.4	416.3
26	308978.4	58197.9	1855.7	349.5	1391.8	262.2
27	367252.5	69174.2	12496.3	2353.8	12496.3	2353.8
28	330778.8	62304.2	5871.8	1106.0	5871.8	1106.0
29	649437.3	102219.7	7899.0	1243.3	7899.0	1243.3
30	601590.2	94688.7	7486.9	1178.4	7046.4	1109.1
31	456881.8	71912.0	4710.1	741.4	4710.1	741.4
32	614427.2	96709.2	7205.4	1134.1	7205.4	1134.1
33	425618.8	118756.3	2046.2	570.9	2046.2	570.9
34	340197.0	94921.9	3965.0	1106.3	3965.0	1106.3
35	310398.8	86607.6	1322.7	369.1	1322.7	369.1
36	380424.7	106146.2	376.7	105.1	376.7	105.1
37	347520.6	88740.0	2816.2	719.1	2816.2	719.1
38	371993.9	94989.4	4481.8	1144.5	4481.9	1144.5
39	488486.7	124736.0	4971.9	1269.6	4557.6	1163.8
40	390104.1	99613.8	8127.1	2075.3	8127.2	2075.3

En 1995, debido a la gran variabilidad entre árboles en cuanto al inicio de la floración, el cálculo del número de botones florales por árbol se hizo teniendo en cuenta la fecha de máxima floración de cada árbol (Tabla 9c) pero no había diferencia significativa entre los árboles.

Tabla 9c. Número estimado de botones florales, huevos y larvas por árbol y sus intervalos de confianza, en Arenales (1995).

Árbol	B.F.		Huevos		Larvas	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1	288007.2	79003.1	1854.1	508.6	1854.1	508.6
2	283576.3	77787.7	0	0	0	0
3	222981.6	71683.9	0	0	0	0
4	368055.2	118321.9	0	0	0	0
5	682728.2	152768.5	6560.2	1467.9	937.2	209.7
6	1153205.9	258043.4	14126.7	3161.0	5650.7	1264.4
7	1517786.6	240406.6	14831.8	2349.3	6042.6	957.1
8	1004458.8	159099.1	5470.9	866.6	5470.9	866.6
9	227750.5	91259.9	8950.9	3586.6	8950.9	3586.6
10	201536.9	80756.1	1542.4	618.0	1542.4	618.0
11	1375575.6	374340.1	9189.7	2500.8	7466.6	2031.9
12	1623111.0	441702.8	10338.3	2813.4	10338.3	2813.4
13	1763457.5	466926.7	28297.6	7492.6	21866.4	5789.8
14	1917247.4	507647.0	25057.9	6634.8	21202.8	5614.1
15	59858.3	12143.1	0	0	0	0
16	108063.5	21922.2	29756.6	6036.6	29756.6	6036.6
17	471501.5	181698.2	0	0	0	0
18	681167.0	262495.1	1268.5	488.8	1268.5	488.8
19	1441574.7	527584.6	11009.3	4029.2	9066.5	3318.1
20	994368.0	363916.8	7723.3	2826.5	6436.0	2355.5

Tabla 9d: Resumen.

Año	Zona	B.F.		Huevos		Larvas	
		Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1994	P.I.	184044.1	111929.7	2005.5	1812.2	1956.5	1803.2
1994	A	427872.8	235961.9	4472.3	3183.0	4299.4	3014.8
1995	A	819300.6	615816.5	8798.9	9508.8	6892.5	8385.7

Entre los dos años en Arenales, no se observaron diferencias significativas en cuanto a los botones florales, los huevos y las larvas (Tabla 9d).

3.2. Generación carpófaga

3.2.1. Organos vegetativos

La escasez de fruto en el P.I., durante los dos años de estudio, hizo que no se pudiera cuantificar la población de *P. oleae*. En 1994 solo dos árboles de los 40 tenían fruto y en 1995 ninguno. Este hecho puede ser debido a la gran sequía existente y a sus características de olivar semiabandonado.

En Arenales, en las dos fechas de observación de 1994, las diferencias eran altamente significativa entre árboles en cuanto al número de frutos por brote (Tabla 11a) (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$; y $p < 0.001$ para las fechas 18/6 y 28/6, respectivamente). También entre fechas había diferencia

significativa entre las fechas tanto en 1994 como en 1995 (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$).

Tabla 10 El número medio de frutos por brote en las distintas fechas en Arenales.

Fecha	Año	Media \pm (D.E.)
08 June	1994	2.87 \pm (0.02)
28 June		1.67 \pm (0.18)
18 June	1995	3.75 \pm (0.18)
27 June		1.84 \pm (0.07)
07 July		1.58 \pm (0.06)

Tabla 11a. Número medio de frutos por brote en Arenales (1994).

Arbol	18/6		28/6	
	Media	\pm D.E.	Media	\pm D.E.
1	2.80	0.521	5.15	0.755
2	3.45	0.741	4.35	0.634
3	4.05	0.613	5.45	0.671
4	4.95	0.708	3.90	0.827
5	1.60	0.443	4.45	0.752
6	3.00	0.593	3.90	0.836
7	2.15	0.534	3.50	0.835
8	1.15	0.412	3.35	0.625
9	0.95	0.336	2.35	0.704
10	0.85	0.342	1.50	0.574
11	1.20	0.500	2.30	0.476
12	0.50	0.359	0.95	0.413
13	1.80	0.394	3.85	0.949
14	3.10	0.750	5.35	0.907
15	1.65	0.534	3.35	0.985
16	0.35	0.166	3.35	0.674
17	3.00	0.917	3.30	0.859
18	1.40	0.443	2.85	0.654
19	2.10	0.491	2.25	0.486
20	1.75	0.315	4.35	0.708
21	2.15	0.460	4.10	0.703
22	0.75	0.346	1.85	0.599
23	0.15	0.109	1.55	0.569
24	0.85	0.412	2.00	0.548
25	0.40	0.222	0.75	0.250
26	1.00	0.290	2.50	0.478
27	0.25	0.123	1.00	0.316
28	1.10	0.354	2.15	0.449
29	1.95	0.407	3.00	0.771
30	1.80	0.394	3.25	0.855
31	0.60	0.275	3.55	0.694
32	2.65	0.608	2.05	0.510
33	0.65	0.254	0.90	0.390
34	0.40	0.222	1.40	0.659
35	1.15	0.371	2.30	0.603
36	1.90	0.611	2.45	0.444
37	0.40	0.266	0.70	0.317
38	2.45	0.713	2.00	0.637
39	2.20	0.622	4.20	0.899
40	2.35	0.379	5.15	0.871

En 1995, había diferencias significativas entre las tres fechas (Kruskal-Wallis, entre el 18 y el 27 de junio, $p < 0.001$; entre el 18 de junio y 7 de julio, $p < 0.001$; entre el 27 de junio y el 7 de julio, $p < 0.001$) (Tabla 10). En cada fecha se encontraron diferencias significativas entre los árboles (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$ por el 18, 27 de junio y el 7 de julio) (Tabla 11b).

Tabla 11b : Número medio de frutos por brote en Arenales (1995).

Arbol	18/6		27/6		7/7	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0.85	0.399	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	2.05	0.599	0.95	0.266	0.3	0.147
6	0	0	0	0	0	0
7	2.1	0.876	1.1	0.441	0.7	0.282
8	0	0	0.45	0.235	0.25	0.160
9	3.55	0.647	2.6	0.554	1.8	0.367
10	3.4	0.510	1.95	0.462	2.0	0.447
11	4.6	0.617	1.75	0.458	1.4	0.400
12	2.25	0.602	1.55	0.414	0.75	0.167
13	5.75	0.566	2.95	0.387	2.3	0.385
14	11.65	3.030	3.0	0.481	2.75	0.593
15	4.25	0.403	2.25	0.339	2.7	0.508
16	7.25	1.070	3.3	0.291	1.6	0.387
17	2.9	0.703	1.75	0.369	2.25	0.580
18	0.45	0.170	0.15	0.109	0.2	0.092
19	3.05	0.622	1.75	0.280	0.85	0.264
20	1.4	0.438	0.15	0.082	0.3	0.128
21	1.9	0.566	1.7	0.349	1.7	0.378
22	6.9	1.210	3.2	0.374	3.2	0.627
23	5.65	1.070	0.65	0.182	4.7	0.624
24	5.1	1.080	4.5	0.467	1.4	0.380
25	4.55	0.609	4.35	0.595	2.1	0.458
26	7.25	1.070	2.1	0.376	3.8	0.555
27	5.75	0.606	2.95	0.359	2.85	0.499
28	4.45	0.569	3.25	0.502	2.8	0.511
29	0	0	0.3	0.219	0.4	0.303
30	2.4	0.472	1.5	0.366	1.6	0.366
31	5.3	0.508	4.05	0.578	2.6	0.5078
32	0	0	0	0	0	0
33	1.4	0.419	0.55	0.264	0.65	0.264
34	2.85	0.591	1.35	0.216	0.75	0.216
35	4.9	0.648	3.3	0.499	3.15	0.499
36	14.05	2.430	2.55	0.357	1.85	0.357
37	5.1	0.891	2.85	0.473	1.95	0.473
38	5.2	1.180	2.05	0.399	1.35	0.399
39	6.7	0.960	2.65	0.680	3.1	0.680
40	5.85	0.859	3.4	0.591	3.15	0.591

Las diferencias entre fechas se deben a la caída fisiológica, que suele oscilar entre 10-12% de la cosecha potencial por árbol, y a la caída de los

pequeños frutos provocada por la entrada de la pequeñas larvitas de *P. oleae*, que puede alcanzar valores del 3.3%. Este valor representa el 80% de la caída total de los frutos atacados por *P.oleae* (Campos, 1976).

Entre años, no se observaron diferencias significativas en cuanto al número medio de frutos por brote, alcanzandose valores de 2.79 ± 0.098 en 1994 y de 2.92 ± 0.114 en 1995.

3.2.2. Huevos de *P. oleae*

3.2.2.1 Arboles

Dada la gran variabilidad de frutos por brote, los datos se expresan en número de huevos por fruto.

En 1994, el número total de huevos depuestos en cada árbol fue similar. Sin embargo, había diferencias significativas en cuanto al número de huevos depredados (Friedman, $p < 0.05$ (Tabla 12, Fig. 5).

En 1995, las diferencias fueron significativas en relación con el número de huevos totales (Friedman, $p < 0.001$), de huevos eclosionados y depredados (Friedman, $p < 0.001$, respectivamente) (Tabla 12. Fig. 5).

Tabla 12. Número medio de huevos y larvas de *P. oleae* por fruto en Arenales.

Año				
1994	Fecha	18/7	28/7	
	Vivos	$0.69 \pm (0.05)$	$0.09 \pm (0.03)$	
	Eclosionados	$0.30 \pm (0.03)$	$0.65 \pm (0.05)$	
	Vacíos	$0.78 \pm (0.06)$	$2.08 \pm (0.16)$	
	Muertos	$0.01 \pm (0.003)$	$0.03 \pm (0.01)$	
	Total	$1.78 \pm (0.09)$	$2.85 \pm (0.18)$	
	Larvas	$0.54 \pm (0.03)$	$0.44 \pm (0.02)$	
1995	Fecha	18/6	27/6	10/7
	Vivos	$0.09 \pm (0.01)$	$0.06 \pm (0.01)$	$0.01 \pm (0.01)$
	Eclosionados	$0.10 \pm (0.02)$	$0.10 \pm (0.02)$	$0.15 \pm (0.02)$
	Vacíos	$0.35 \pm (0.05)$	$0.65 \pm (0.09)$	$0.87 \pm (0.09)$
	Muertos	0.00	$0.0006 \pm (0.0006)$	$0.0008 \pm (0.0008)$
	Total	$0.54 \pm (0.07)$	$0.82 \pm (0.10)$	$1.04 \pm (0.09)$
	Larvas	$0.14 \pm (0.02)$	$0.14 \pm (0.02)$	$0.13 \pm (0.02)$

3.2.2.2 Años

En la generación de fruto, la duración del periodo de vuelo de los adultos suele ser de unos 45 días ((Ramos *et al.*, 1981a) y la presencia de huevos vivos es aproximadamente de un mes. El periodo de incubación de los huevos es de unos 6 días (Ramos *et al.*, 1988a).

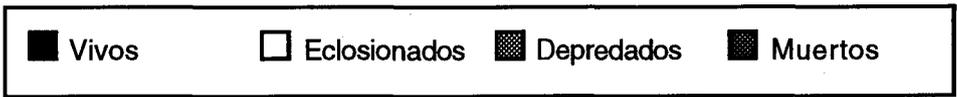
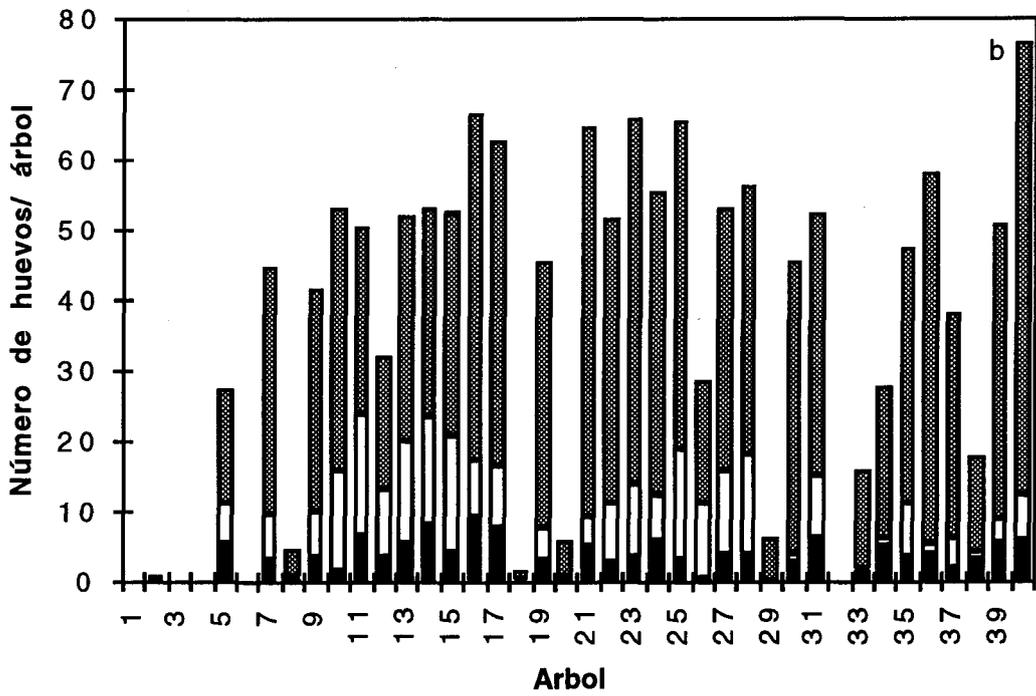
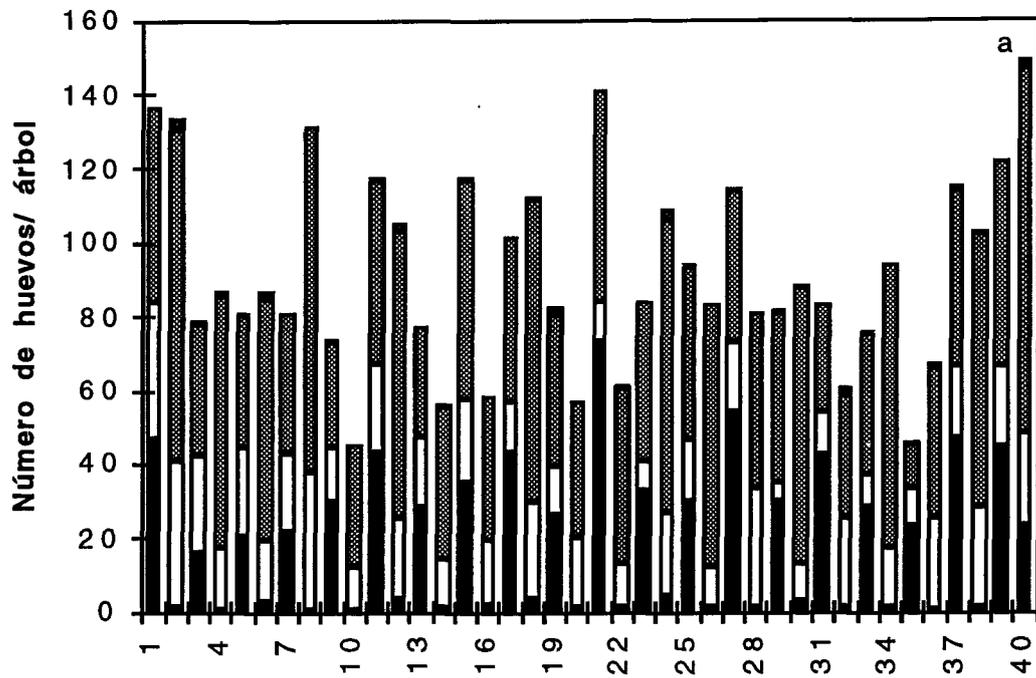


Fig 5. Número de los distintos categorías de huevos de la generación carpófaga por árbol en Arenales en a) 1994; y b) 1995.

Los primeros huevos vivos se observaron en 1994 en julio, mientras que en 1995 fue casi un mes antes y además, permanecieron durante más tiempo en el campo (Tabla 12). Estos resultados son lógicos si tenemos en cuenta que en 1994 el porcentaje de adultos emergidos paso en tan solo 10 días desde un 35.9% (18 de julio) a un 86.7% (28 de julio), mientras que en 1995 los porcentajes de emergencia en las tres fechas de observación fueron del 48.6% (18 de junio), el 68.6% (27 de junio) y el 97.4%(10 de julio).

En 1994 el número medio de huevos por fruto fue significativamente más elevado que en 1995 (Kruskal-Wallis , $p < 0.05$), y sin embargo, en cuanto a la depredación las diferencias no fueron significativas, alcanzandose valores bastante elevados (Tabla 13 y 14). En este sentido, Ramos y Ramos (1990) indican que en Granada, en la generación carpófaga, el porcentaje medio de depredación correspondiente a 20 años es del 71%. En Italia, Saccheti (1990) registra tasas entre el 60-80%.

Uno de los factores que inciden en la depredación es la distribución de los huevos por fruto, incrementandose cuando los huevos estan agrupados en 3 o más por fruto (Alrouechdi, 1980; Ramos *et al.* 1985). Según Campos y Ramos (1984) las categorías más frecuentes son los frutos con uno, dos, y tres huevos, entre los que no existen diferencias significativas, seguido por los frutos con 4 huevos, los cuales son significativamente menos frecuentes. En 1994 entre el 45% y el 37% de los frutos tenían uno o dos huevos mientras que en 1995 entre el 33% y el 50%. Los porcentajes son parecidos en ambos años, lo que podía explicar la simultud entre años en cuanto el número de huevos depredados.

Tabla 13. Número medio de huevos y de larvas potenciales de la generación carpófaga de *P. oleae* por fruto en Arenales.

	Año	Media ± D.E.		Año	Media ± D.E.
Vivos	1994	0.39 ± (0.045)	Muertos	1994	0.0228 ±(0.0048)
	1995	0.05 ± (0.008)		1995	0.0004 ±(0.0004)
Depredados	1994	0.48 ± (0.034)	Total	1994	2.32 ± (0.115)
	1995	0.61 ± (0.0579)		1995	0.79 ± (0.065)
Eclosionados	1994	1.43 ± (0.111)	Larvas	1994	0.49 ± (0.018)
	1995	0.13 ± (0.015)		1995	0.14 ± (0.012)

La estructura externa del huevo favorece su vulnerabilidad a la falta de humedad y elevadas temperaturas, observandose mortalidades del 100% con humedades por debajo del 50% y temperaturas iguales o superiores a 40° (Arambourg, 1964; Montiel, 1981). En 1994 el número de huevos muertos ha sido significativamente superior con respecto a 1995, aunque los valores no

son muy elevados, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Campos (1976) en Granada.

Tabla 14. Porcentaje del número de huevos eclosionados y depredados de *P. oleae* en Arenales.

		1994		1995		
	Arenales	18/6	28/6	18/6	27/6	10/7
% Eclosión		18.4	24.1	19.2	15.3	15.4

3.2.2 Larvas de *P. oleae*

En la generación carpófaga las larvas están muy protegidas de la acción de los depredadores y parásitos, ya que se encuentran a lo largo de su desarrollo en el interior de la aceituna, saliendo solamente para crisalidar. Sin embargo, la mortalidad larvaria en esta generación suele ser muy elevada, es decir alrededor del 80%- 90%, debido a la acción de diferentes factores como son la caída de las aceitunas atacadas, el rápido crecimiento de la pulpa o la falta de almendra, entre los más importantes (Campos, 1976; Pralavorio and Arambourg, 1981; Jardak, 1995).

En 1994, el número de larvas por fruto fue similar en los distintos árboles y en las dos fechas (Tabla 12), donde los porcentajes de huevos eclosionados era del 43.5% y del 71.7%, respectivamente (Tabla 14). Sin embargo, en 1995 (que se espera viendo la varianza entre arboles en cuanto a los huevos Fig. 5) se observaron diferencias significativas entre árboles (Friedman, $p < 0.001$) y fechas (Friedman, $p < 0.05$) (Tabla 12), probablemente debido a la heterogeneidad en el olivar como consecuencia de la sequía.

Al comparar entre años se comprobó que en 1994 el número de larvas fue significativamente superior (Kruskal-Wallis, $p < 0.00$) (Tabla 13).

3.2.3 Estimación de la población por árbol

Para estimar el número de frutos, huevos y larvas por árbol en Arenales, se utilizó el número medio de brotes por árbol y el número medio de frutos por brote (Tabla 11a,b).

Había una diferencia significativa entre los dos años en cuanto al número estimado de frutos, huevos y larvas potenciales (Friedman, $p < 0.001$).

Datos de este tipo, junto con las capturas en trampas, son necesarios para desarrollar ecuaciones predictivas sobre el nivel de ataque (Ramos *et al.* 1988), y tomar las medidas oportunas para la aplicación de los medios de control de la plaga, si ello fuera necesario.

Tabla 15a. Número estimado de frutos, huevos y larvas por árbol (y su límite de confianza) en Arenales (1994).

Árbol	Fruta		Huevos		Larvas	
	Medias	± D.E.	Medias	± D.E.	Medias	± D.E.
1	55928.58	15341.43	105145.7	28841.88	16219.29	4449.013
2	47241	12958.65	98261.28	26953.99	9920.61	2721.317
3	59187	16235.55	113047.2	31009.9	20123.58	5520.087
4	48461.78	5510.325	87715.81	9973.688	16477	1873.511
5	39540.48	12711.43	105573.1	33939.5	14629.98	4703.227
6	34653.45	11140.35	80396	25845.61	16287.12	5235.965
7	31099.25	9997.75	71528.28	22994.83	9329.775	2999.325
8	29766.43	9569.275	56853.87	18277.32	14287.88	4593.252
9	22133.48	4952.625	115315.4	25803.18	10402.73	2327.734
10	14127.75	3161.25	48175.63	10779.86	8335.373	1865.138
11	21662.55	4847.25	86650.2	19389	13214.16	2956.823
12	8947.575	2002.125	44737.88	10010.63	5010.642	1121.19
13	42305.73	6700.925	156531.2	24793.42	15230.06	2412.333
14	58788.48	9311.675	130510.4	20671.92	29982.12	4748.954
15	36811.48	5830.675	118901.1	18833.08	14356.48	2273.963
16	36811.48	5830.675	62947.62	9970.454	10528.08	1667.573
17	39559.9	15851.7	106020.5	42482.56	12738.29	5104.247
18	29669.93	11888.78	100581	40302.95	12758.07	5112.173
19	23423.63	9385.875	67460.04	27031.32	9603.686	3848.209
20	45285.68	18146.03	80155.64	32118.46	19472.84	7802.791
21	47074.15	12810.45	177469.5	48295.4	29656.71	8070.584
22	21240.78	5780.325	54588.79	14855.44	13594.1	3699.408
23	17796.33	4842.975	71185.3	19371.9	13347.24	3632.231
24	22963	6249	119407.6	32494.8	12170.39	3311.97
25	9642	2553	8002.86	2118.99	1639.14	434.01
26	32140	8510	117311	31061.5	8035	2127.5
27	12856	3404	23526.48	6229.32	8613.52	2280.68
28	27640.4	7318.6	91489.72	24224.57	15202.22	4025.23
29	31455.73	1230.725	98456.42	3852.169	16514.26	646.1306
30	39176.38	6432.625	66599.84	10935.46	20371.72	3344.965
31	42588	6821.75	106470	17054.38	14054.04	2251.178
32	25909.95	5256.2	84207.34	17082.65	13732.27	2785.786
33	11422.8	4401.9	31412.7	12105.23	3769.524	1452.627
34	17768.8	6847.4	28963.14	11161.26	11194.34	4313.862
35	29191.6	11249.3	96332.28	37122.69	10217.06	3937.255
36	31095.4	11982.95	82713.76	31874.65	16791.52	6470.793
37	9063.25	3316.95	33987.19	12438.56	3444.035	1260.441
38	25895	9477	21233.9	7771.14	5437.95	1990.17
39	54379.5	19901.7	104952.4	38410.28	22295.6	8159.697
40	66679.63	24403.28	346734.1	126897	32673.02	11957.6

Tabla 15b: Número estimado de frutos, huevos y larvas por árbol (y su límite de confianza) en Arenales (1995).

Árbol	Fruta		Huevos		Larvas	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	58869	11583	78492	15444	29434.5	5791.5
6	0	0	0	0	0	0
7	137361	27027	264910.5	52123.5	39246	7722
8	49057.5	9652.5	68680.5	13513.5	9811.5	1930.5
9	315990	98946	403765	126431	52665	16491
10	351100	109940	394987.5	123682.5	114107.5	35730.5
11	245770	76958	333545	104443	35110	10994
12	131663	41227.5	193105	60467	17555	5497
13	460920	124614	440880	119196	90180	24381
14	551100	148995	390780	105651	80160	21672
15	541080	146286	480960	130032	90180	24381
16	320640	86688	260520	70434	10020	2709
17	536175	120015	726815	162687	107235	24003
18	47660	10668	35745	8001	11915	2667
19	202555	45339	393195	88011	35745	8001
20	71490	16002	95320	21336	11915	2667
21	354365	142239	760842.5	305395.5	41690	16734
22	667040	267744	802532.5	322129.5	145915	58569
23	979715	393249	865067.5	347230.5	145915	58569
24	291830	117138	521125	209175	31267.5	12550.5
25	516957	165963	430797.5	138302.5	73851	23709
26	935446	300314	1058531	339829	356946.5	114593.5
27	701585	225236	640042	205478	73851	23709
28	689276	221284	726201.5	233138.5	160010.5	51369.5
29	98620	23004	197240	46008	0	0
30	394480	92016	825942.5	192658.5	49310	11502
31	641030	149526	406807.5	94891.5	36982.5	8626.5
32	0	0	0	0	0	0
33	179777	48802	262751	71326	13829	3754
34	207435	56310	193606	52556	0	0
35	871227	236502	580818	157668	69145	18770
36	511673	138898	649963	176438	13829	3754
37	496997	192758	433279	168045	12743.5	4942.5
38	344075	133448	242126.5	93907.5	12743.5	4942.5
39	790097	306435	777353.5	301492.5	63717.5	24712.5
40	802841	311378	1057711	410227.5	25487	9885

Tabla 15c: Resumen

Año	Fruta		Huevos		Larvas	
	Media	± D.E.	Media	± D.E.	Media	± D.E.
1994	32534.6	14957.6	90038.8	55437.2	13791.5	6776.2
1995	362397.4	293159.6	399861.0	308047.1	51562.8	66517.4

3.1.5 Adultos

En ambos años las capturas fueron más altas en Arenales que en el P.I.. Esto fue más evidente durante los vuelos de los adultos de las generaciones filófagas y antófagas que en la carpófaga (Fig. 6).

En Arenales, las capturas en los dos años de estudio fueron bastante similares, a excepción del mes de abril, donde en 1995 la población de adultos capturada fue mayor. Según a Ramos *et al.* (1978a), el número de días con temperatura igual o inferior a 0°C provoca una alta mortalidad de las larvas de la generación de la hoja, lo cual influye en la población de los adultos. Se pudo comprobar que en el invierno de 1993-1994 hubo 45 días con temperatura igual o inferior a 0°C, mientras que durante el invierno de 1994-1995 hubo 29 días.

Contrariamente, en el P.I. en 1994, las capturas correspondientes a los adultos de la generación filófaga fueron superiores a las de 1995, e inferiores en las otras dos generaciones, lo que corrobora que son numerosos los factores que pueden incidir en las capturas de los adultos de *P. oleae* (Ramos *et al.*, 1984). De todas formas, si tenemos en cuenta la falta de frutos en el P.I., es difícil de explicar el número de adultos capturados. Quizás podría pensarse que las trampas son capaces de atraer adultos de *P. oleae* desde grandes distancias (Jardak *et al.*, 1985).

4. Población de los depredadores

4.1. Copa

En el olivar la mayor parte de los estudios realizados sobre la entomofauna auxiliar están dirigidos hacia los parásitos, por lo que las especies depredadoras son mal conocidas. Las referencias existentes son meros inventarios en relación con el huésped, donde ni siquiera, se indica el cultivo (Arambourg, 1986; De Andrés, 1991).

4.1.1 Número de individuos

Globalmente el P.I. tenía mayor número de depredadores que Arenales, pero solamente en 1995 las diferencias fueron significativas (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$). Si comparamos los dos años en ambas zonas, se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis $p < 0.001$) (Tabla 16,17). Este resultado puede ser atribuido al efecto continuado de la sequía, las altas temperaturas y probablemente a la diferencia en cuanto a la disponibilidad de presas. En Italia, Belcari y Dagnino (1995), también advirtieron el efecto profundo del clima sobre las capturas en los dos años de muestreo.

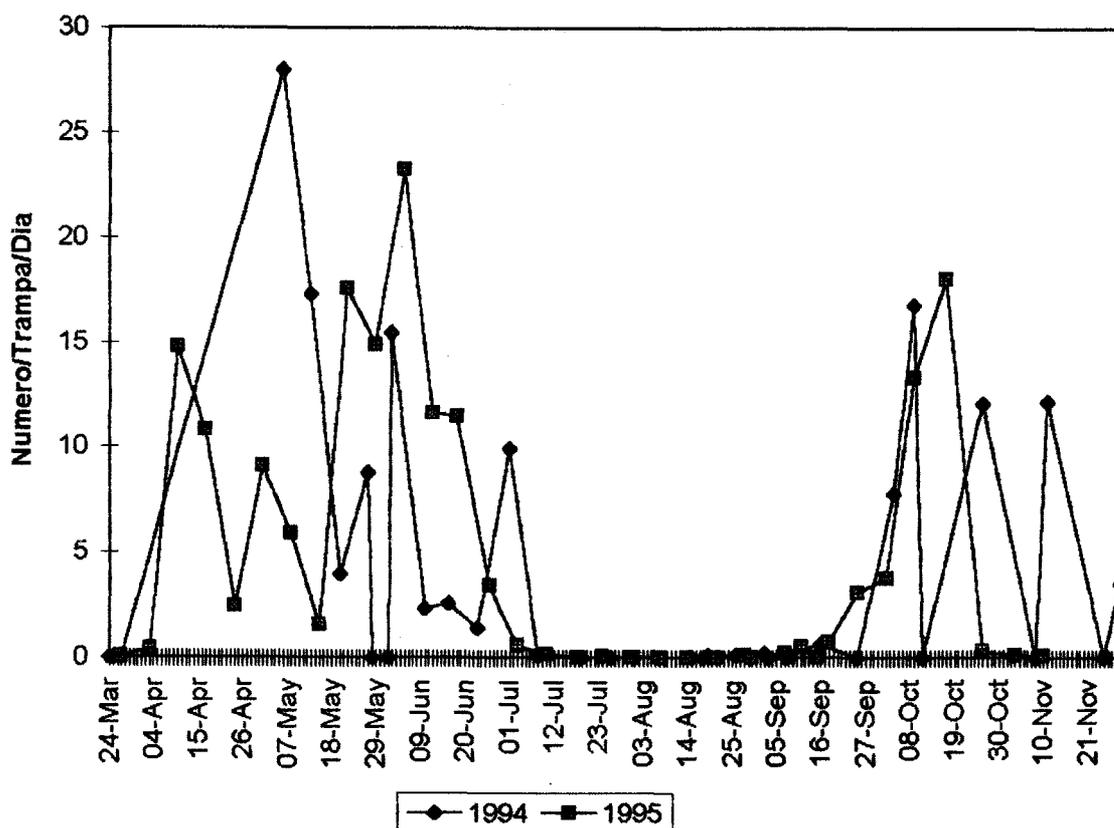
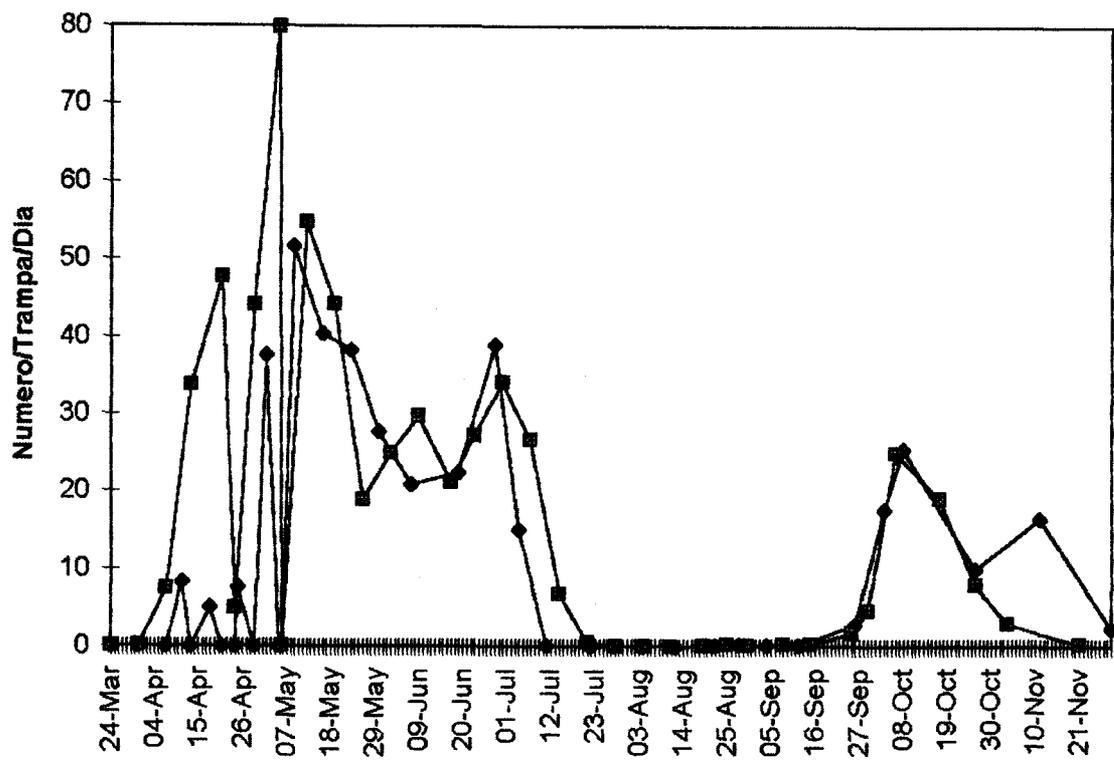


Fig 6. Capturas de *P.oleae* por trampa por día durante 1994 y 1995 en a) Arenales y b) el Parque de Invierno.

Tabla 16 Número medio de individuos capturados en ambos años y zonas

	Arenales		P.I.	
	1994	1995	1994	1995
Mañana	17.8 ± 1.2	5.3 ± 0.4	18.5 ± 1.1	4.0 ± 0.4
Tarde	12.6 ± 1.0	4.1 ± 0.3	12.4 ± 0.7	4.3 ± 0.4
Total	15.3 ± 0.7	4.8 ± 0.2	15.4 ± 0.7	6.1 ± 0.3

Tabla 17 Número total de individuos y especies capturados en ambos años y zonas

		Arenales		Parque de Invierno	
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	3569	94	4522	78
	Tarde	2557	81	2818	75
	Total	6126	110	7340	110
1995	Mañana	1406	55	1015	55
	Tarde	1093	62	1100	56
	Total	2499	63	2115	59

Durante ambos años y en las dos zonas (Tabla 18) se observaron diferencias significativas entre los árboles, lo que demuestra la heterogeneidad tanto en 1994 (Kruskal-Wallis $p < 0.005$ y $p < 0.001$ para Arenales y P.I., respectivamente), como en 1995 (Friedman $p < 0.001$ para Arenales y el P.I., respectivamente).

El número de individuos capturados empezó a aumentar en el mes de mayo, alcanzándose el máximo durante el mes de junio en 1994 y en mayo en 1995. En el P.I. el máximo se observó 12 días antes que en Arenales. A primeros de julio se inicia el descenso de las poblaciones, siendo éste más rápido y con cifras más bajas en Arenales. Durante la estación, las diferencias entre el número de individuos capturados eran significativas en Arenales y P.I. en los dos años de estudio (Kruskal-Wallis $p < 0.001$). Como puede observarse existe una relación inversa entre las capturas y las temperaturas (Fig. 7).

En 1994, (Fig. 7) había diferencias significativas entre las capturas realizadas por la tarde y por la mañana en el P.I. (Friedman $p < 0.05$) y en Arenales (Friedman $p < 0.05$) (Tabla 17). Esto puede ser debido a que las temperaturas correspondientes a las hora en que se tomaban las muestras por la tarde eran más elevadas. En 1995 (Fig. 7) solamente había diferencias significativas en Arenales (Kruskal-Wallis $p < 0.05$) (Tabla 17).

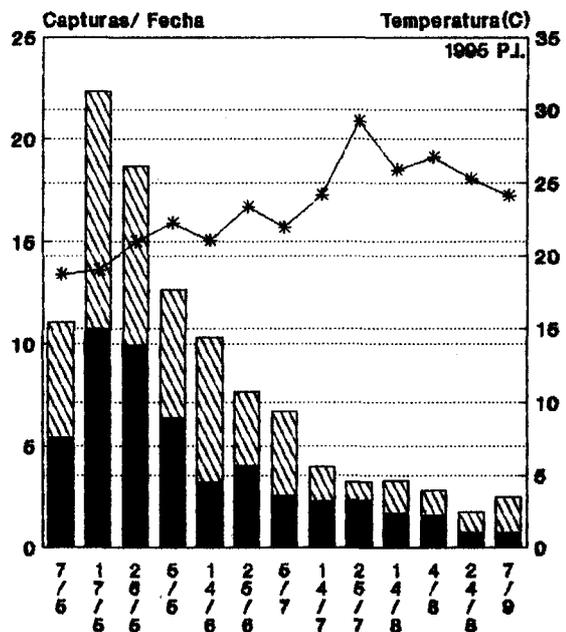
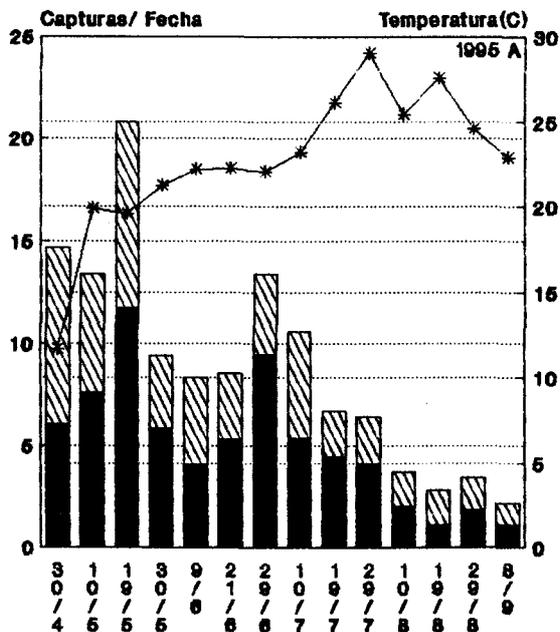
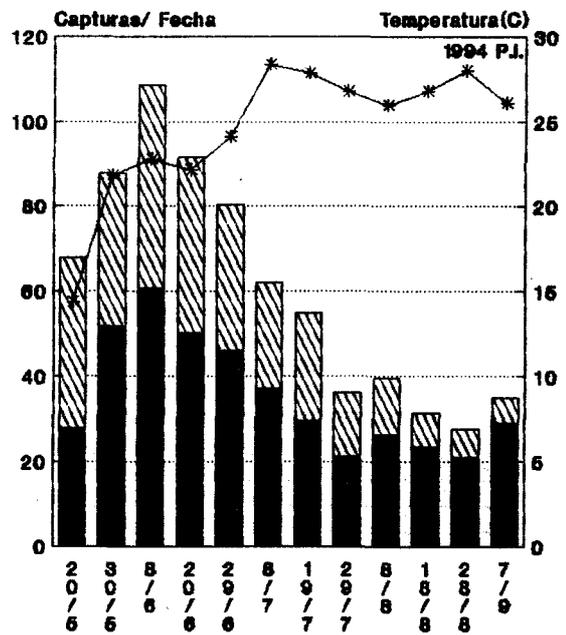
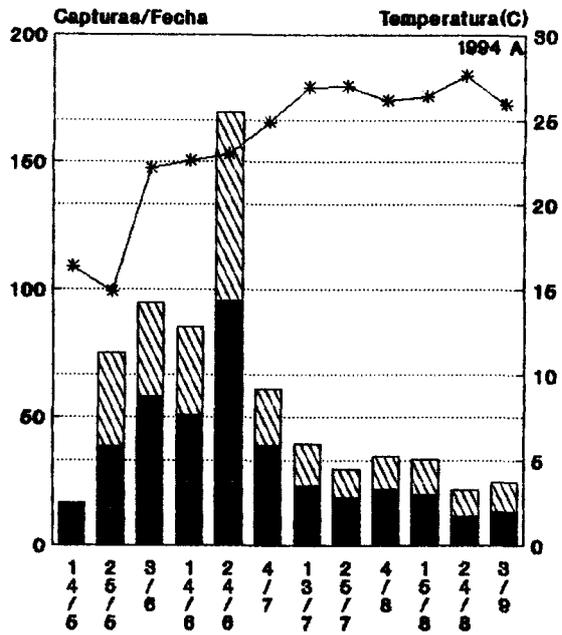


Fig. 7. Número medio de individuos por fecha capturadas por la mañana (■) y por la tarde (▨) a Arenales (A) y el Parque de Invierno (P.I.) con la temperatura media durante la estación de muestreo.

Tabla 18 Número medio de individuos capturados por árbol (en las dos zonas y durante los dos años)

Arbol	1994			1995			P.I.		
	Arenales		P.I.	Arenales		P.I.	P.I.		
	Media	± S.D.	Media	± S.D.	Media	± S.D.	Media	± S.D.	
1	9.3	5.05	37.5	26.14	2.4	2.24	3.6	3.75	
2	14.8	11.83	24.2	15.62	4.4	3.35	7.8	12.33	
3	10.7	12.86	17.4	7.53	2.2	2.42	3.2	4.28	
4	10.8	11.79	32.9	18.51	2.6	3.20	3.5	3.67	
5	12.5	8.75	15.0	13.76	6.4	5.59	2.2	1.68	
6	10.0	7.63	17.0	9.47	6.3	6.58	1.5	1.05	
7	20.8	13.33	11.4	9.70	7.1	7.57	2.2	2.97	
8	17.4	11.94	13.3	14.44	9.1	6.87	2.9	3.48	
9	16.0	16.13	9.2	7.63	4.8	9.11	12.9	14.16	
10	16.1	14.77	12.4	10.47	3.5	3.45	2.5	3.50	
11	10.4	7.65	12.8	9.84	2.9	3.58	3.8	3.22	
12	9.0	7.38	12.1	8.38	3.9	7.46	4.8	4.89	
13	14.6	12.61	17.8	9.35	5.2	4.76	4.4	3.93	
14	12.7	8.99	15.0	8.58	2.8	2.61	7.5	8.19	
15	8.9	7.06	10.8	6.47	2.4	3.10	1.7	2.36	
16	8.6	12.05	15.3	12.14	3.5	3.30	1.8	1.96	
17	8.5	8.63	14.7	14.79	3.0	1.80	2.7	2.87	
18	12.4	9.64	13.8	11.41	3.4	2.77	4.9	9.47	
19	9.0	6.26	9.8	5.49	2.5	2.85	6.1	7.46	
20	8.7	7.39	6.6	5.71	2.9	2.62	2.2	2.23	
21	18.6	19.29	35.0	20.89	3.5	5.02	3.2	3.85	
22	28.8	21.55	20.1	12.21	6.4	4.01	6.1	3.84	
23	22.1	17.22	15.2	7.70	8.4	6.71	2.4	2.47	
24	23.2	17.32	11.1	6.91	7.4	7.30	4.6	4.13	
25	42.0	42.0	25.3	35.64	7.0	7.22	1.5	1.20	
26	15.7	11.39	14.3	8.82	6.8	4.93	1.7	2.06	
27	13.8	15.80	12.4	9.00	1.0	1.18	2.4	3.15	
28	20.5	18.34	9.6	6.99	2.8	2.55	2.4	2.84	
29	17.8	11.78	14.6	8.10	3.9	2.83	7.5	5.98	
30	14.1	7.81	14.4	12.74	5.3	4.14	5.9	7.99	
31	12.2	11.67	13.5	7.94	6.1	5.64	13.6	11.78	
32	13.7	12.74	7.9	5.81	2.4	2.02	2.5	2.40	
33	11.0	9.14	10.7	8.90	7.0	3.86	2.6	3.64	
34	11.8	10.66	13.6	7.96	6.1	4.17	7.2	5.96	
35	19.7	21.45	14.5	14.77	4.8	3.49	2.1	2.99	
36	8.6	10.06	9.7	8.41	2.3	1.73	2.1	2.72	
37	19.9	23.22	8.1	6.33	1.9	1.59	2.2	2.65	
38	15.9	22.95	11.6	12.34	4.4	4.43	2.0	2.68	
39	24.3	23.68	6.6	5.14	5.9	8.34	2.9	3.40	
40	12.3	7.76	23.5	17.38	4.5	2.21	7.9	8.81	

4.1.2 Número de especies

En 1994 se encontraron el mismo número de especies en ambas zonas (Tabla 16,19). Sin embargo, en 1995 el número de especies capturadas en Arenales fue significativamente superior (Kruskal-Wallis $p < 0.001$) (Tabla 16,19). Cuando las comparaciones se hicieron entre años, hubo

significación estadística (Kruskal-Wallis $p < 0.001$), probablemente debido a la persistencia de la sequía en 1995.

Tabla 19 Número medio de individuos capturados en ambos años y zonas

	Arenales		P.I.	
	1994	1995	1994	1995
Mañana	5.8 ± 0.2	2.7 ± 0.1	5.9 ± 0.2	1.9 ± 0.1
Tarde	5.0 ± 0.2	2.5 ± 0.1	5.1 ± 0.2	1.9 ± 0.1
Total	5.5 ± 0.1	2.6 ± 0.1	5.5 ± 0.1	1.9 ± 0.1

En ambas zonas y años se comprobó que existían diferencias significativas entre los árboles (Kruskal-Wallis $p < 0.05$ en 1994, y Friedman $p < 0.001$ en 1995) (Tabla 20). La época en la que se observaron mayor número de especies fue en los meses de mayo y junio (Fig. 8).

Tabla 19 Número medio de especies capturadas por árbol.

Arbol	1994		P.I.		1995		P.I.	
	Media	± S.D.						
1	4.4	2.23	5.4	1.88	1.8	1.25	1.6	1.12
2	6.2	2.82	6.2	2.21	2.3	2.02	2.4	2.06
3	4.2	2.91	5.7	1.87	1.1	1.17	1.2	1.17
4	3.6	2.28	6.8	2.17	1.8	1.67	1.9	1.72
5	4.8	2.41	4.7	2.31	2.9	1.59	3.1	1.55
6	3.7	2.27	4.7	1.92	2.6	1.74	2.8	1.64
7	6.7	3.00	3.3	2.23	2.6	2.38	2.6	2.50
8	4.4	2.19	3.2	1.90	3.1	1.38	3.2	1.41
9	4.8	2.33	4.0	1.86	2.6	2.24	2.8	2.20
10	5.7	2.27	3.8	1.90	2.5	2.25	2.5	2.33
11	5.1	2.74	4.4	2.61	1.7	1.49	1.8	1.56
12	4.9	2.51	5.0	2.26	2.0	1.80	1.9	1.85
13	5.1	1.45	6.5	2.81	2.6	1.28	2.7	1.25
14	5.9	2.02	5.9	2.58	2.2	2.22	2.4	2.22
15	4.2	1.94	4.9	2.11	1.9	2.10	2.0	2.16
16	3.5	2.38	3.4	2.11	2.5	2.14	2.7	2.10
17	4.2	3.19	3.2	2.08	2.6	1.39	2.7	1.44
18	5.2	3.68	3.3	2.18	2.2	1.37	2.3	1.38
19	3.8	1.83	4.3	1.82	1.8	1.72	1.8	1.77
20	3.9	2.02	3.5	1.88	2.3	1.98	2.5	1.94
21	4.9	2.57	5.1	2.23	1.9	2.16	2.1	2.18
22	5.1	2.50	6.0	2.49	3.1	1.59	3.2	1.63
23	6.2	2.13	6.0	1.91	3.5	2.28	3.5	2.37
24	7.1	3.00	4.9	2.78	3.7	2.30	3.8	2.39
25	6.8	2.21	5.5	2.20	3.0	1.71	3.1	1.75
26	5.3	2.38	5.2	2.48	3.6	1.82	3.8	1.83
27	5.8	3.31	6.2	3.69	0.9	0.95	0.9	0.95
28	5.3	2.46	3.9	2.58	2.0	1.52	2.1	1.55
29	5.8	1.86	5.3	2.14	2.9	1.86	3.2	1.73
30	6.3	2.26	5.0	2.17	2.6	1.28	2.6	1.33

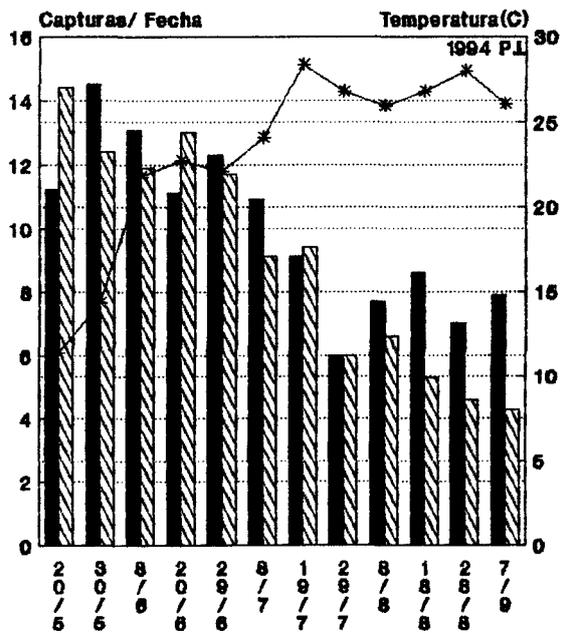
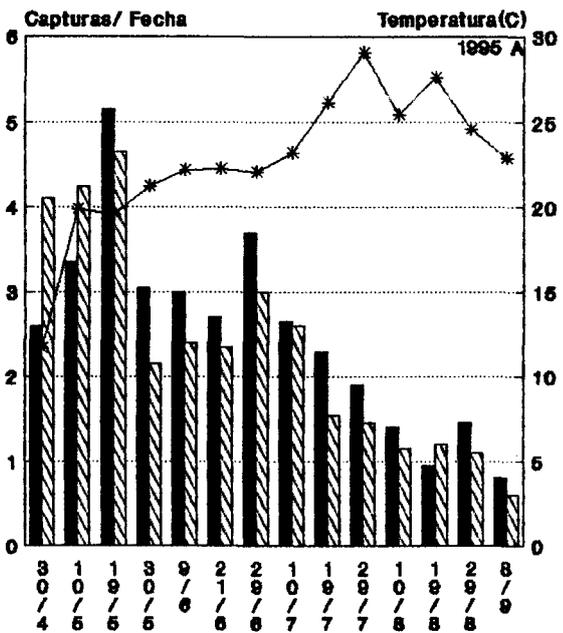
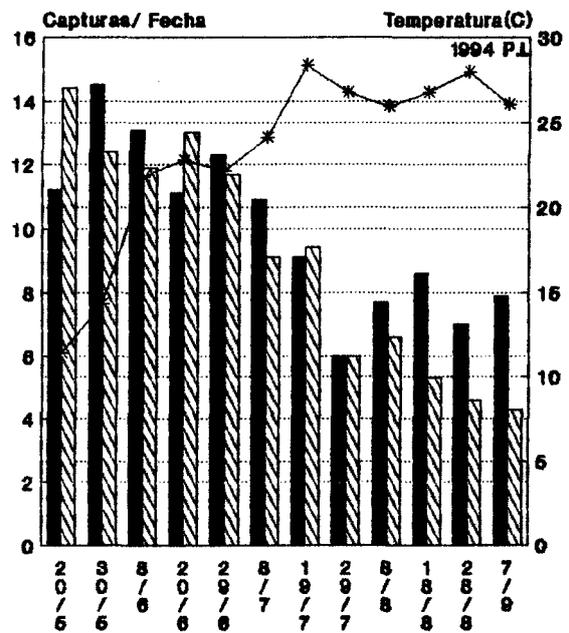
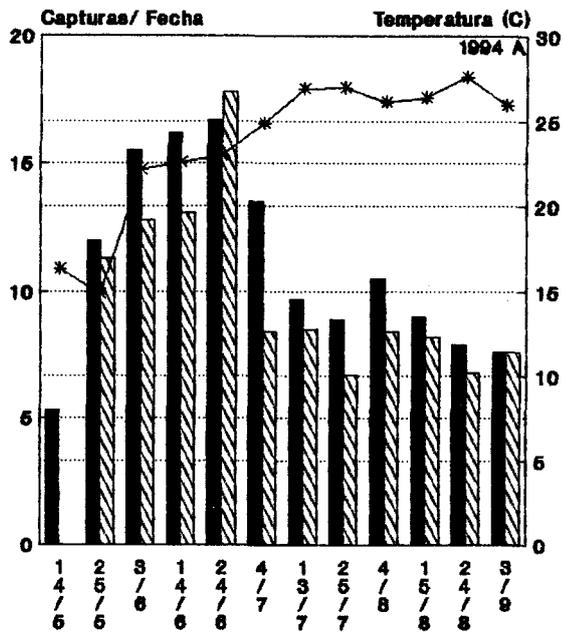


Fig. 8. Número medio de especies por fecha capturadas por la mañana (■) y por la tarde (▨) a Arenales (A) y el Parque de Invierno (P.I) con la temperatura media durante la estación de muestreo.

31	5.1	2.47	5.7	2.42	2.9	1.92	2.9	1.98
32	4.7	2.53	4.3	2.30	1.7	1.38	1.9	1.35
33	5.6	3.11	5.1	2.81	3.4	1.58	3.5	1.13
34	5.6	2.88	5.6	2.71	3.3	2.23	3.5	2.22
35	4.8	2.04	4.8	2.41	2.8	1.97	2.9	1.98
36	3.8	3.13	4.3	2.99	1.8	1.25	1.9	1.28
37	4.7	2.57	4.3	3.11	1.4	1.28	1.5	1.33
38	3.4	2.54	4.3	3.55	2.5	1.87	2.5	1.94
39	5.6	2.01	3.2	1.68	2.2	1.81	2.4	1.78
40	4.6	2.01	5.5	2.97	3.1	1.61	3.2	1.64

Solamente en 1994 (Fig. 8), el número de especies capturadas por la mañana fue superior al de la tarde en la mayoría de las fechas, en ambas zonas (Kruskal-Wallis $p < 0.005$).

4.1.3 Diversidad Global

En 1994 la diversidad fue más alta que en 1995, en ambas zonas, aunque las tendencias fueron distintas (Tabla 21). En Arenales fue mas elevada por la tarde, mientras que en el P.I. lo fue por la mañana. La única diferencia significativa encontrada fue entre los índices de las tardes, en las dos zonas en 1995 (T-student $p < 0.05$).

Tabla 21. Índices de diversidad (Shannon-Weaver)

Año	Arenales		P.I.	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
1994	1.06a	1.17ab	1.17a	1.04ac
1995	0.94a	0.98abd	0.93a	0.89ace

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente entre sí (T-student, $p > 0.05$)

Con respecto a los distintos órdenes capturados, se observó que en 1994, casi todos son más abundantes durante los meses de mayo y junio. Esta tendencia es más clara en el P.I. que en Arenales, donde aparece un pico de heterópteros en julio. A excepción de esta fecha, las hormigas predominan en ambas zonas (Fig. 9). En 1995, en el P.I., el patrón de capturas fue similar al de 1994, pero en Arenales las hormigas fueron escasas, los heterópteros dominaron en mayo y los coleópteros en julio (Fig. 10).

La mayor diversidad de especies fue encontrada en el grupo de las arañas con 42 especies en Arenales y 50 en el P.I. (Fig. 11). Entre zonas las diferencias eran pequeñas, pero entre años, sin duda en 1994 se capturaron un número de especies muy superior. En cuanto a número, ellas representan al segundo grupo más numeroso y suponen el 20% de las

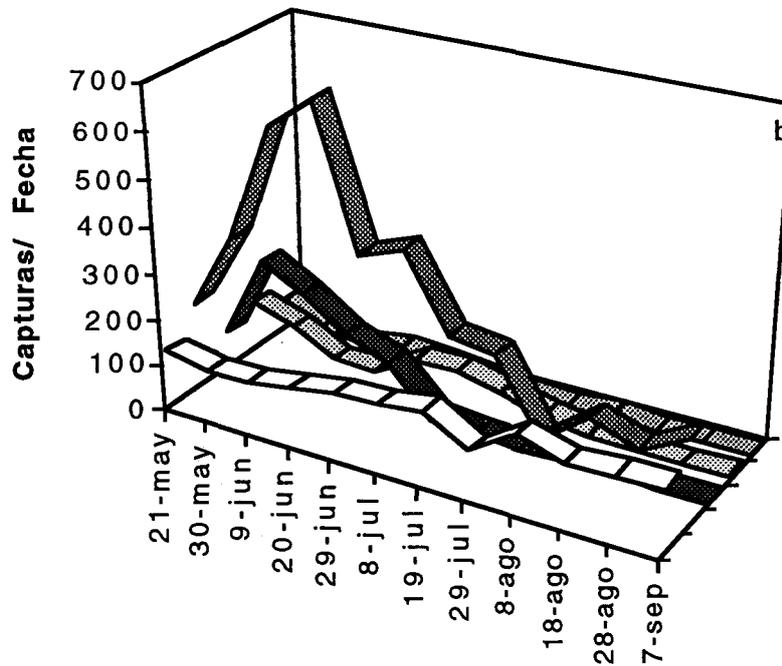
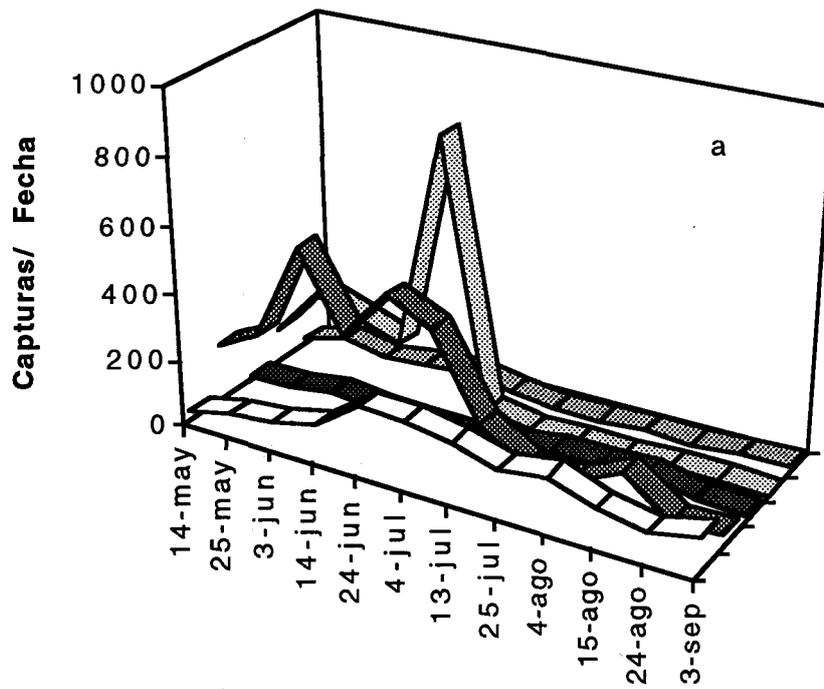


Fig. 9 Capturas en 1994 de los distintos grupos en a) Arenales b) Parque de Invierno.

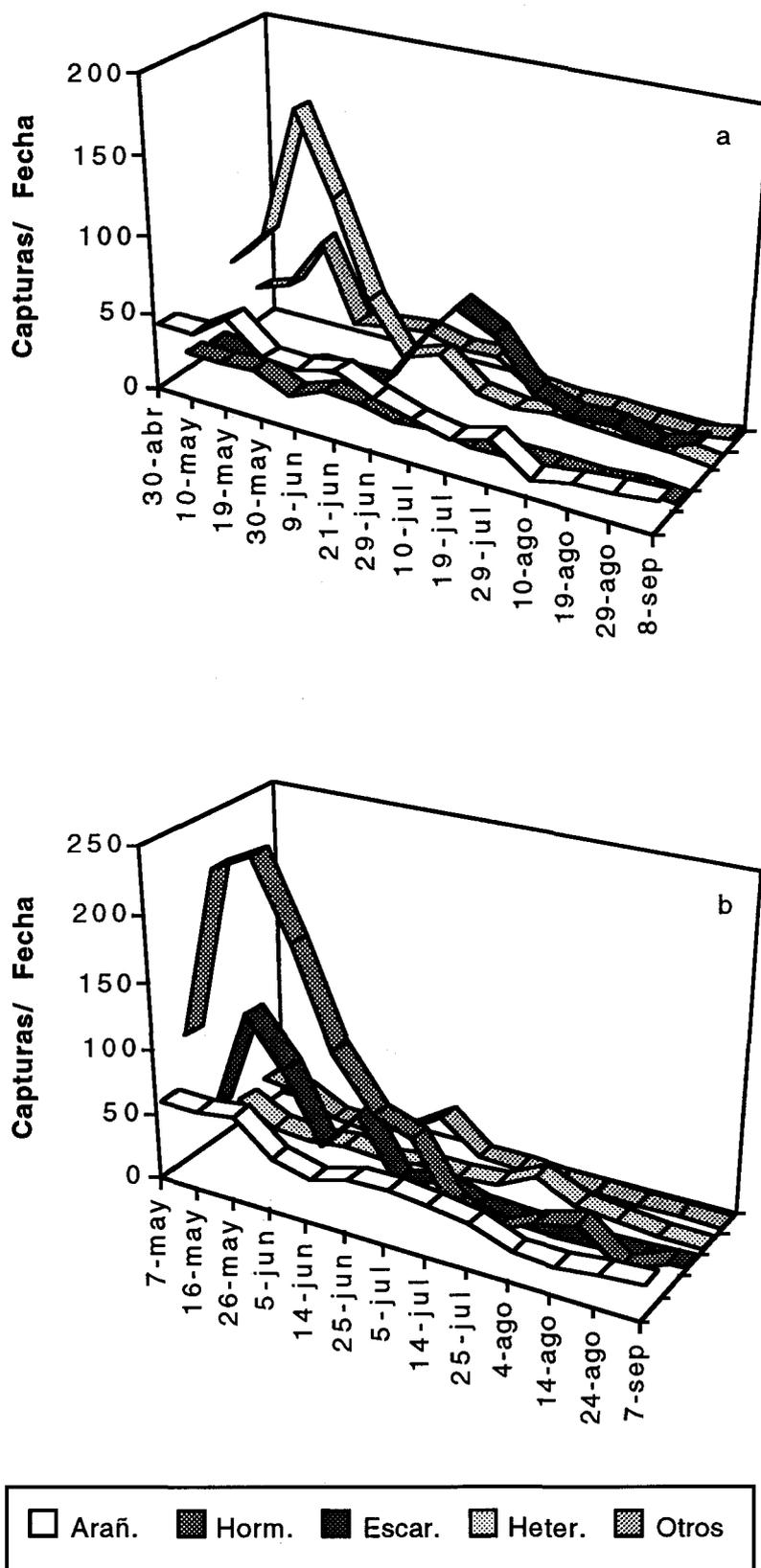
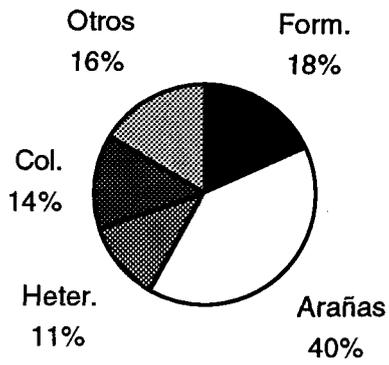
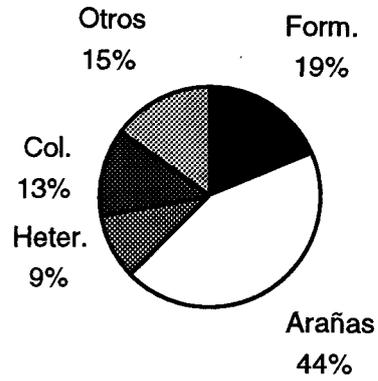


Fig.10 Capturas en 1995 de todos los grupos en a) Arenales b) Parque de Invierno.

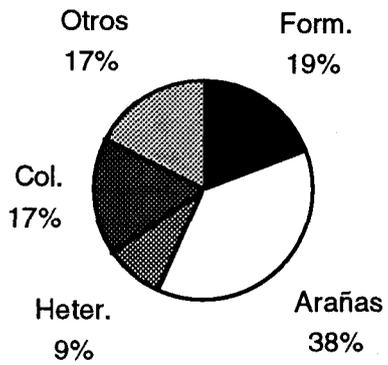
1994 Arenales



1994 Parque de Invierno



1995 Arenales



1995 Parque de Invierno

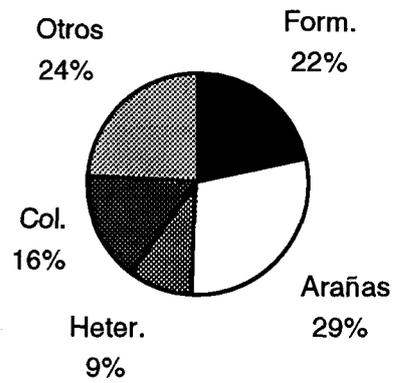


Fig 11. Proporción de especies de las distintas categorías de depredadores en ambos olivares en los dos años. Form.=Formícidos, Col.=Coleópteros, Heter.=Heterópteros.

capturas totales, lo cual es lógico, ya que las arañas son uno de los grupos mas abundantes de insectos depredadores en los ecosistemas terrestres (Moulder and Reichle, 1972; Bristowe, 1971). Aún asi, su importancia como agentes de control biológico es relativamente desconocida (Nyffeler, 1982).

No obstante, las hormigas eran numericamente superiores a los otros grupos, sobretudo en el P.I. (Fig. 12). El número de especies permanece relativamente constante en ambas zonas y años (Fig. 11). Esto podría estar en relación con su naturaleza social y con el hecho de que formen hormigueros, desde donde salen un gran número de obreros para buscar alimento en la copa del olivo. En el P.I. la falta de cuidados ha favorecido el establecimiento de grandes colonias.

En ambas zonas, existían pocas diferencias en cuanto al número de especies de los otros grupos de depredadores capturados. Los coleópteros y hemípteros estaban pobremente representados (Fig. 11). En relación con el número de especies, los heterópteros eran marcadamente más numerosos en Arenales en ambos años, mientras que los coleópteros eran un poco más abundantes en 1995. En ambos casos, una o dos especies componen casi la totalidad de las capturas: el coccinelido, *Scymnus suturalis*, el antocórido, *Anthocoris nemoralis* y una ninfa de un mírido sin identificar.

En el grupo de otros órdenes estan incluidos fundamentalmente los neurópteros, dictiópteros y dermápteros, junto con otros depredadores encontrados de forma ocasional como dípteros, o tisanópteros. En 1995, en el P.I., el número de especies fue superior con respecto a 1994 y a Arenales, donde los valores estaban alrededor del 16%. Este grupo de otros órdenes llegó a suponer entre el 3 y el 9% de las capturas totales.

Raspi and Malfatti, (1985) y Petacchi and Minnocci (1994), utilizan trampas amarillas con pegamento, mientras que Belcari and Dagnino (1996), trabajan con trampas Malaise. Raspi and Malfatti, (1985) capturan fundamentalmente dípteros (53.9%), seguidos por tisanópteros (17.7%); en el caso de Petacchi and Minnocci (1994), los dípteros supusieron un 42% y los homópteros un 31.7%. Con la trampas Malaise, los himenópteros es el grupo más representado (46.9%) y el porcentaje de dípteros fue del 17.8%. Ellos indican que las diferencias entre las proporciones son bebidas al tipo de trampa, lo que confirma de nuevo lo ya señalado por Southwood (1976) sobre la influencia del diseño de trampa en los estudios ecológicos.

Hay una pobre representación de los ordenes correspondientes a los enemigos naturales. Los himenópteros parásitos significaron en el estudio de Petacchi and Minnocci (1994) solamente un 9.7% de las capturas totales. El total de individuos capturados fue de 29147 y procedían de 17 muestreos

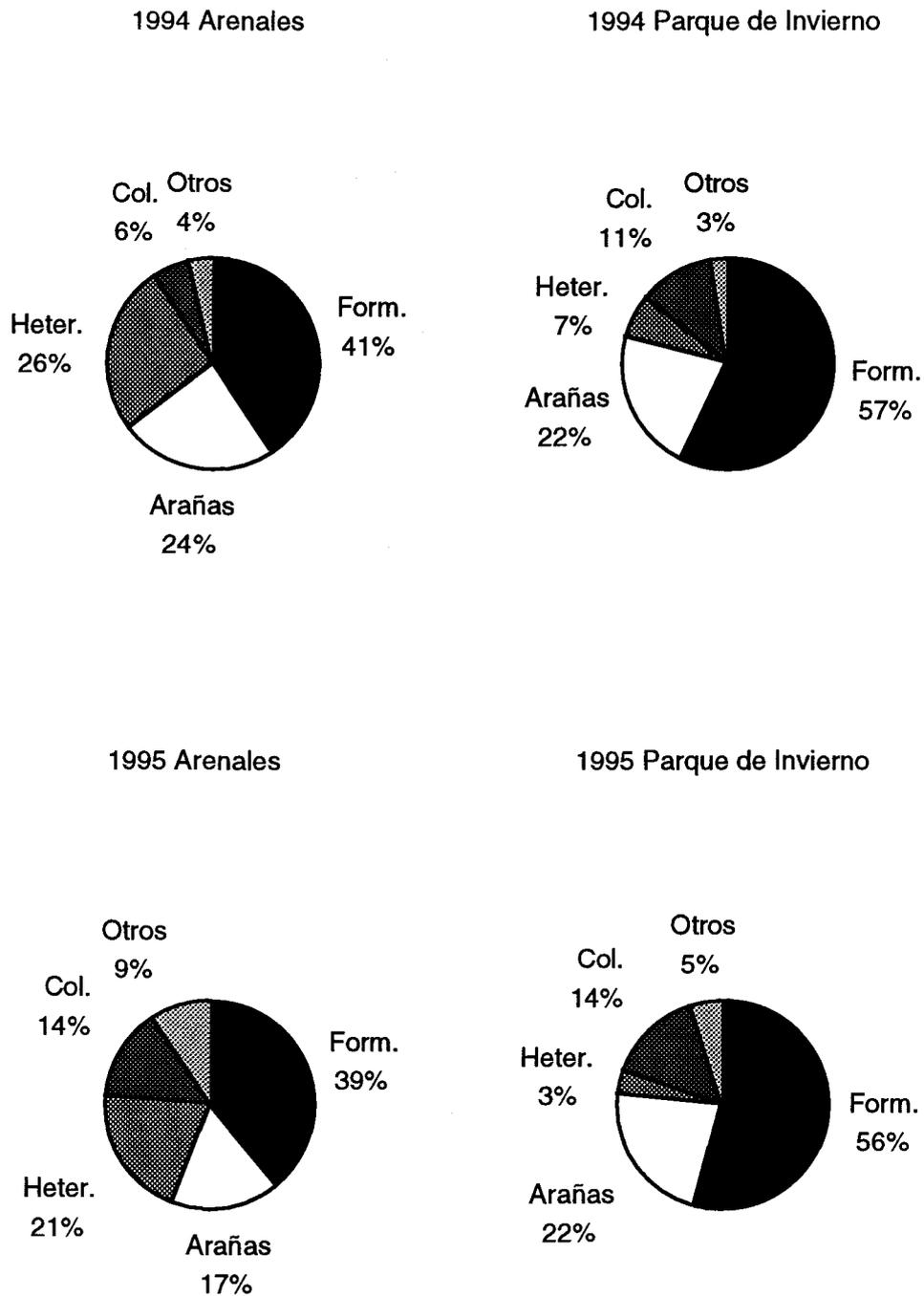


Fig 12. Proporción de individuos de las distintas categorías de depredadores en ambos olivares en los dos años. Form.=Formícid, Col.=Coleópteros, Heter.=Heterópteros.

en cinco parcelas. Dado que el 9.6% correspondió a otros himenópteros, entre los que se incluirían las hormigas, se podrían suponer que como máximo recogieron 2827 hormigas, un valor muy inferior al encontrado por nosotros en ambas zonas, que fue de 7000 en 1994 (12 muestreos) y de casi 2000 en 1995 (14 muestreos). En el caso de Belcari and Dagnino (1996) los himenópteros predominan con el 46.9% del total. De este porcentaje el 50% son parásitos, es decir un valor casi el doble que lo registrado por Petacchi y Minnocci (1994). Indican que el 10.9% de la aculeatas pertenecen a la superfamilia Formicoidea, pero no dan el número total de aculeatas, por lo que es difícil hacer comentarios a excepción de que las capturas son muy inferiores a las realizadas en nuestro estudio. Sus resultados provienen de muestreos semanales a lo largo del año y con al menos una trampa Malaise. Rapi y Malfatti (1985) utilizan en su estudio 64 trampas, las cuales muestrearon cada 10 días un total de 16 veces, y observan que más del 50% de todos los himenópteros, que representan el 12.4% de todos los insectos, son parásitos y las hormigas solo alcanzan el 14.1% (631 individuos). En todos estos trabajos es probable que, la baja predominancia de las hormigas sea reflejo del método de muestreo ya que ellas son capaces de escapar del pegamento que normalmente se utiliza en las trampas (Morris and Campos, 1995).

En relación con los homópteros, Petacchi y Minnocci (1994), observan que en su mayoría pertenecen a la familia Cicadellidae, lo cual lo atribuyen a la flora presente en el olivar. Al igual que Raspi and Malfatti (1985) encuentran que el suborden heterópteros representa el 1.3% del total y en este último estudio están representados fundamentalmente por míridos y antocóridos. Estos valores son considerablemente más bajos que en nuestro estudio. Belcari y Dagnino (1996) registran que el 12% de las capturas totales son hemípteros, del cual el 51.8% son heterópteros. De este suborden, las familias más numerosas son la Miridae (35%) y la Nabidae (16,6%), con un número de individuos (26.7% del total) muy superior al capturado en nuestra zona (Fig.12). La diferencia más importantes con respecto a nuestros resultados es la ausencia de antocóridos.

Los coleópteros fueron el tercer grupo más importante con el 13.3% (Belcari y Dagnino,1996) mientras que Petacchi y Minnocci (1994) los incluyen en el grupo de otros ordenes. El 24.4% son especies zooófagas y están representadas por 260 individuos. Para Raspi and Malfatti (1985) este orden solamente supuso el 2.1% del total. Todas estas cifras son muy inferiores a las de nuestras observaciones, y de nuevo, probablemente

consecuencia de la diferente metodología utilizada. Al igual que en nuestras zonas, la familia depredadora más numerosa fue la coccinellidae.

La proporción del grupo otros órdenes, el cual incluye neurópteros, dermápteros, mantóidos, psocópteros y ortópteros, es también muy inferior (< 1%) en Italia, incluso teniendo en cuenta los valores absolutos (Fig.12). Ninguno de los dos estudios hacen referencia a la presencia de arañas.

La temperatura juega un papel importante en la abundancia temporal de los depredadores tanto a corto como a largo plazo. Por la mañana temprano las temperaturas aún no son elevadas, mientras que cerca del final de la tarde, aunque el calor del día está disminuyendo, es más intenso que por la mañana. Como consecuencia, se puede decir que probablemente las especies menos tolerantes al calor son menos activas por la tarde. Durante el verano, algunas especies de hormigas exhiben una actividad diurna bimodal para evitar el calor del día (Retana *et al.*, 1987). Cuando el verano comienza, las temperaturas aumentan y el número de especies y sobretodo el número de depredadores disminuye. Este comportamiento puede ser debido a que intentan evitar el gran calor del verano y la falta de presas, que también buscan lugares donde resguardarse.

Otro importante factor que regula el número de depredadores es la disponibilidad de presas. El periodo de mayor abundancia coincidió con la generación antófaga de *P. oleae* y la oviposición de sus hembras sobre el fruto del olivo, así como con las larvas y hembras jóvenes de *Saissetia oleae* (Fig. 13). En el P.I. el máximo número de especies y de individuos depredadores se alcanzó antes que en Arenales, y se comprobó que tanto la floración como la generación antófaga del lepidóptero también se desarrollaron antes que en Arenales. Podría parecer que el periodo con más número de depredadores refleja la fenología de *P. oleae*, dado la coincidencia en ambas zonas.

La generación antófaga de *P.oleae* es la más corta y la más vulnerable de las tres, durando aproximadamente un mes. Los huevos están expuestos sobre los botones florales, las larvas salen y se alimentan externamente de las flores, y cuando emergen los adultos, las hembras realizan la oviposición sobre los pequeños frutos. Las nuevas larvas que penetran al interior del fruto están protegidas de los depredadores (Arambourg, 1981).

Saissetia oleae, es otra de las plagas importantes en el olivar, pero en los años de estudio sus poblaciones han sido bastante bajas, en relación con otros años (Briales, 1984). Es una de las presas potenciales de mayor interés

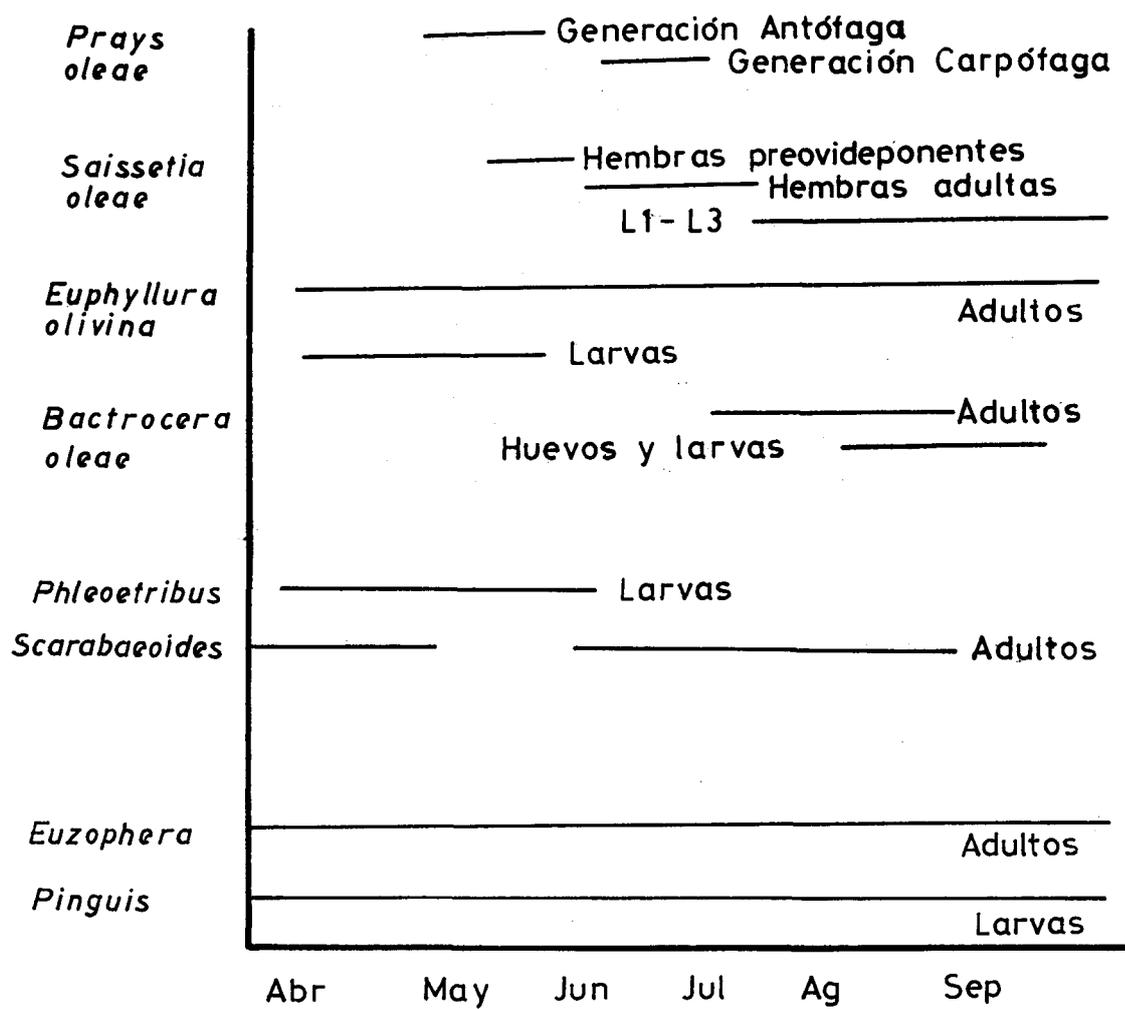


Fig. 13 Fenología de cuatro plagas principales del olivo. Datos sobre *P. oleae*, *S. oleae*, *E. olivina* y *P. scaraboides*. Vienen del autor. Datos sobre *B. oleae*, *E. Pinguis* de Andrés (1991)

para los depredadores, ya que la mayor parte de su ciclo está sobre la superficie de las hojas y su movilidad es muy baja.

La mosca del olivo, *Bactrocera oleae*, está presente en primavera como adulto, iniciando la oviposición debajo de la epidermis del fruto a finales de agosto. Las larvas se alimentan de la pulpa por lo que también están protegidas. La única presa de este fitófago para los depredadores serían las pupas (Arambourg, 1986), pero estas se encuentran fundamentalmente en el suelo. Por todo ello, es poco probable que el pico de los depredadores esté relacionado con esta especie

El psyllido, *Euphyllura olivina* (Costa) ha sido bastante frecuente durante los años de estudio, sobretodo en Arenales. La oviposición comienza en abril y los huevos son depuestos preferentemente en los botones florales y hojas apicales de los jóvenes brotes (Chermiti, 1994). Aunque las larvas estan protegidas por una sustancia cero-alogodonosa blanca, estas son el objetivo de algunos depredadores como el sírfido, *Xanthandrus comptus* (Arambourg, 1986). Otros depredadores de esta especie son el neuróptero, *Chrysoperla carnea* y el antocórido, *Anthocoris nemoralis*, generalmente muy activo en el momento de la floración.

Cuando se estudiaron las correlaciones entre las poblaciones de *P. oleae* y las de los depredadores por árbol, tanto en relación con el número de especies como con el número de individuos, se observó que no existía ninguna correlación entre ellos. Por tanto se puede suponer que, por lo menos, al nivel del árbol, las poblaciones de la plaga no influye en las de los depredadores.

4.1.4 Formicídos

Las hormigas son un grupo especial debido a que son insectos sociales. Su captura está influenciada por factores como proximidad del hormiguero o el pista del forrageo, el tamaño del mismo (con respecto al número de obreros etc.), y el lugar donde hacen los hormigueros (en el suelo, tronco, ramas etc.). Cuando se llevan a cabo comparaciones entre especies, algunos autores (Andersen y Reichel, 1994) utilizan una escala para disminuir el efecto de tales factores. En este estudio se han usado valores absolutos y las especies capturadas se encuentra en Apendice B.4.

Tabla 22 Número de individuos y especies absoluto de Formicídos capturado en ambas zonas y años.

Formicídos		Arenales		Parque de Invierno	
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	1615	16	2883	14
	Tarde	834	16	1318	15
	Total	2499	19	4201	20
1995	Mañana	600	11	512	12
	Tarde	373	11	641	10
	Total	973	11	1153	12

4.1.4.1. Número de individuos

El número de hormigas encontradas en el P.I. fue significativamente superior al de Arenales en ambos años (Friedman $p < 0.001$) (Tabla 22). Esto puede ser debido a la falta de manejo en el P.I., lo que favorece la instalación de especies sucesionales como *A.gibbosa* y *C.scutellaris* así como las de pioneras como *P.pallidula* (Mazomenos *et al.*, 1994). Ellos encuentran una densidad de hormigueros más altas donde no se eliminaban las malas hierbas (hasta un máximo de 13 hormigueros por m^2).

La fenología fue parecida en ambos olivares. En general, las capturas fueron altas en los meses de mayo y junio, disminuyendo en julio y agosto. En ambas zonas en el mes de junio, la presencia de hormigas es más elevada (Fig. 14-17). En Arenales, en 1995, se observó a finales de mayo una importante disminución en las capturas, lo cual pudiera ser atribuido a que el 30 de mayo se realizó un riego. En esta zona, 1994 se regó alrededor del 13 julio, y aunque posteriormente disminuyó el número de hormigas capturado, es difícil en este caso relacionar ambos hechos, dado el número de días transcurridos. Otra práctica que podría influir sobre los hormigueros del suelo, como los de *T.nigerrimum* y *M.barbarus*, son los arados. En 1994, en Arenales araron el 15 de agosto, y las capturas en las fechas posteriores fueron muy bajas.

Entre fechas, las diferencias eran significativas tanto en Arenales (Friedman $p < 0.001$ y $p < 0.005$ por 1994 y 1995, respectivamente) como en el P.I. (Friedman $p < 0.001$ por 1994 y 1995) (Fig. 14-17).

En 1995 las capturas fueron significativamente inferiores a 1994, en las dos zonas de estudio (Friedman $p < 0.0001$) (Tabla 22,23).

En Arenales, durante los dos años, el número de hormigas encontrado por la mañana fue significativamente superior (Friedman $p < 0.001$ y $p < 0.005$ para 1994 y 1995, respectivamente), al igual que en el P.I., pero solamente en 1994 (Friedman $p < 0.001$) (Tabla 22,23).

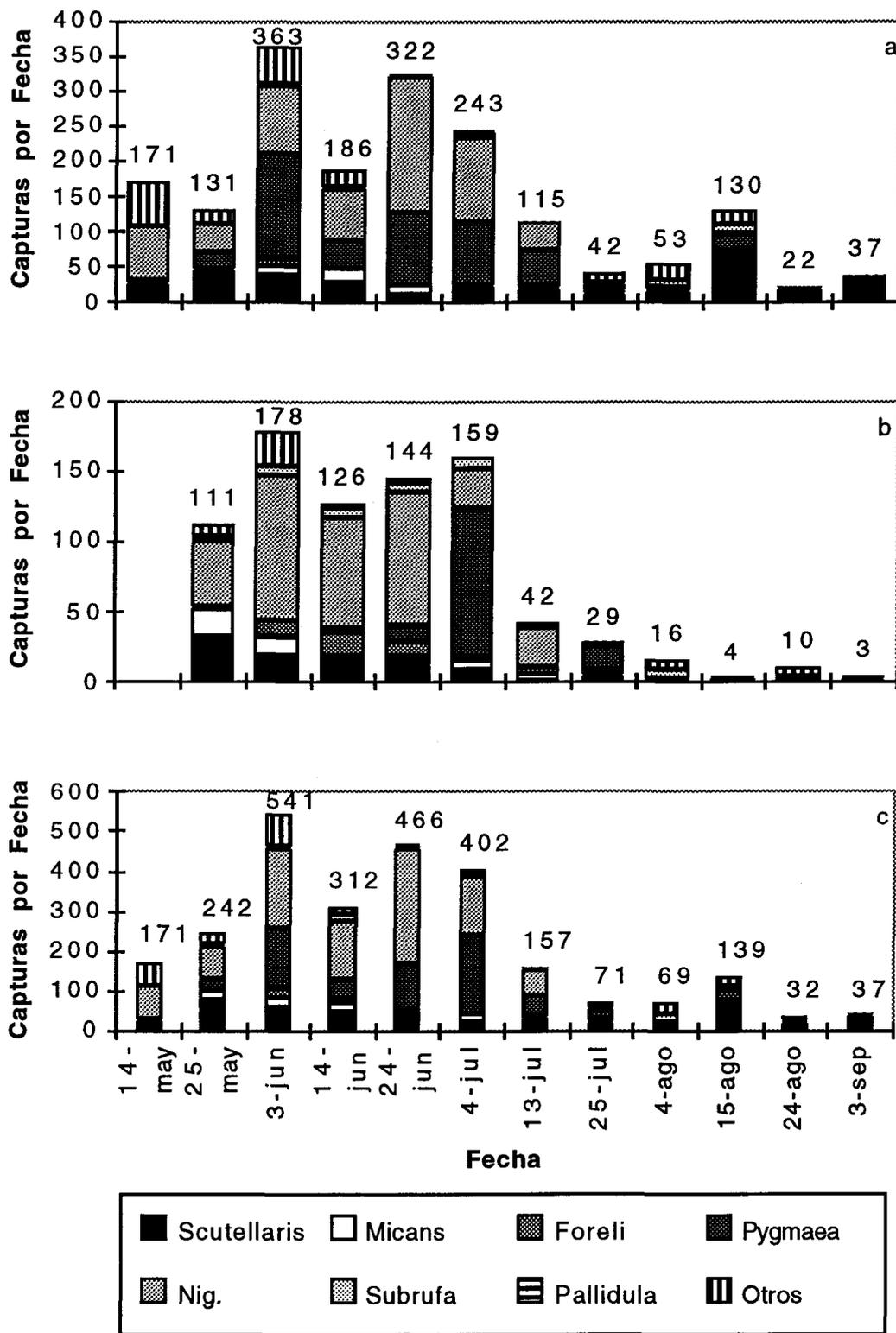


Fig. 14 Capturas de las hormigas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1994.

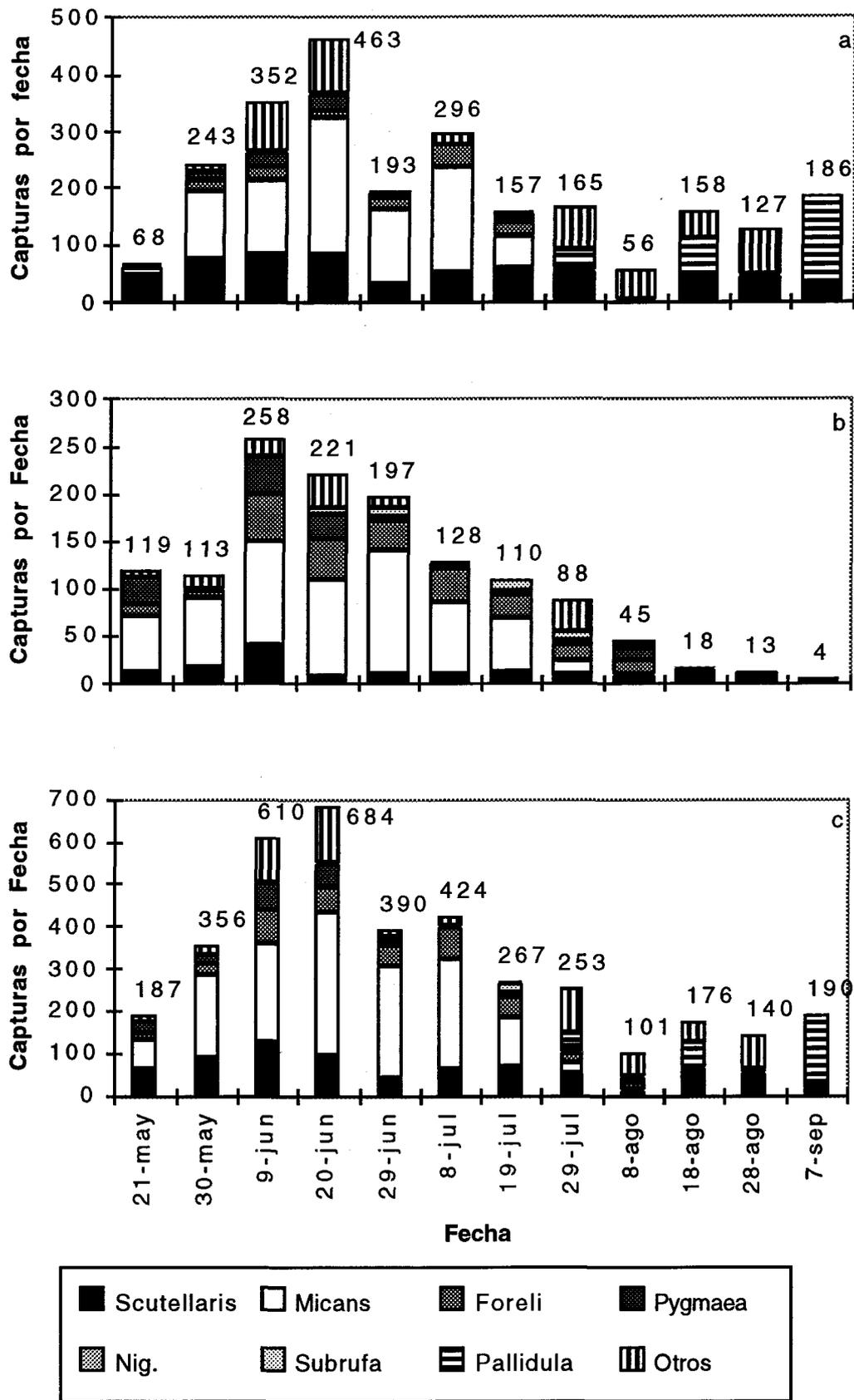


Fig. 15 Capturas de las hormigas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el P.I. en 1994. (Nig. = Nigerrimum)

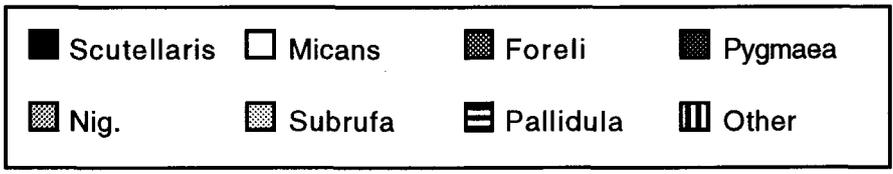
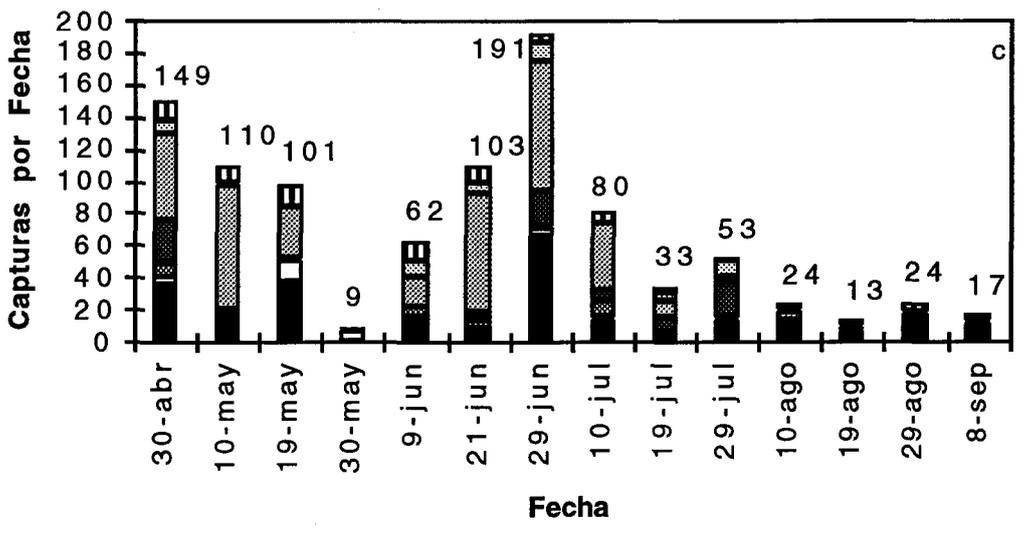
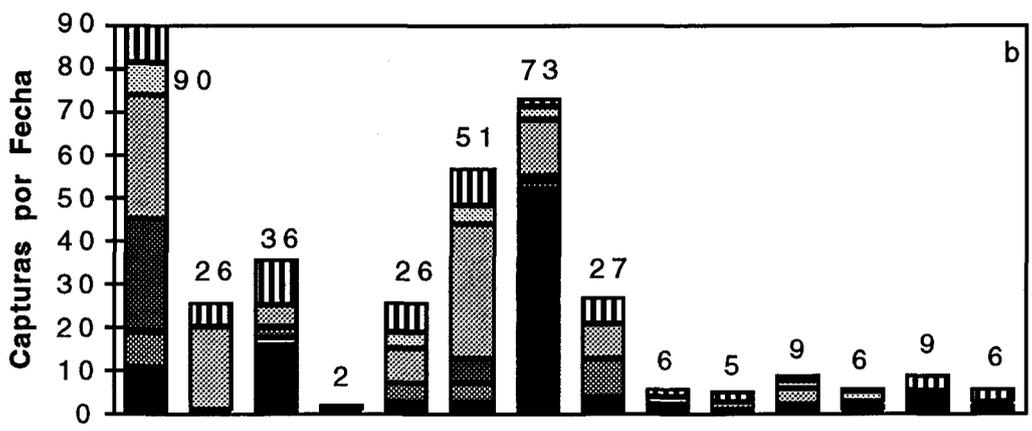
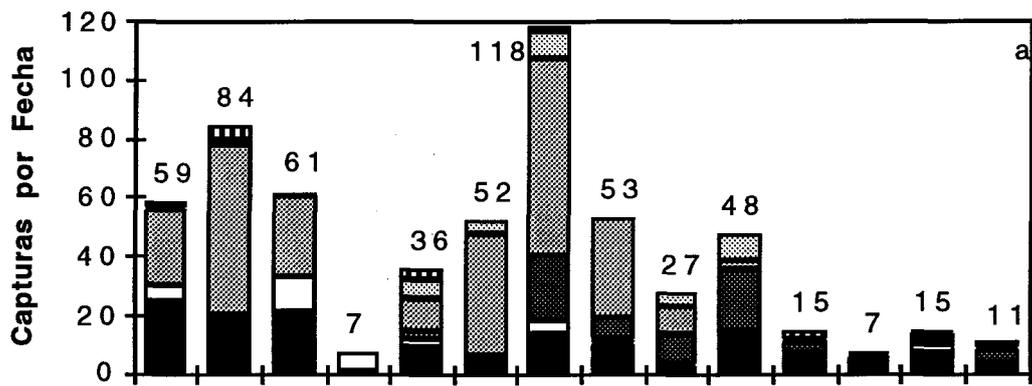


Fig. 16 Capturas de las hormigas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1995. (Nig.= Nigerrimum).

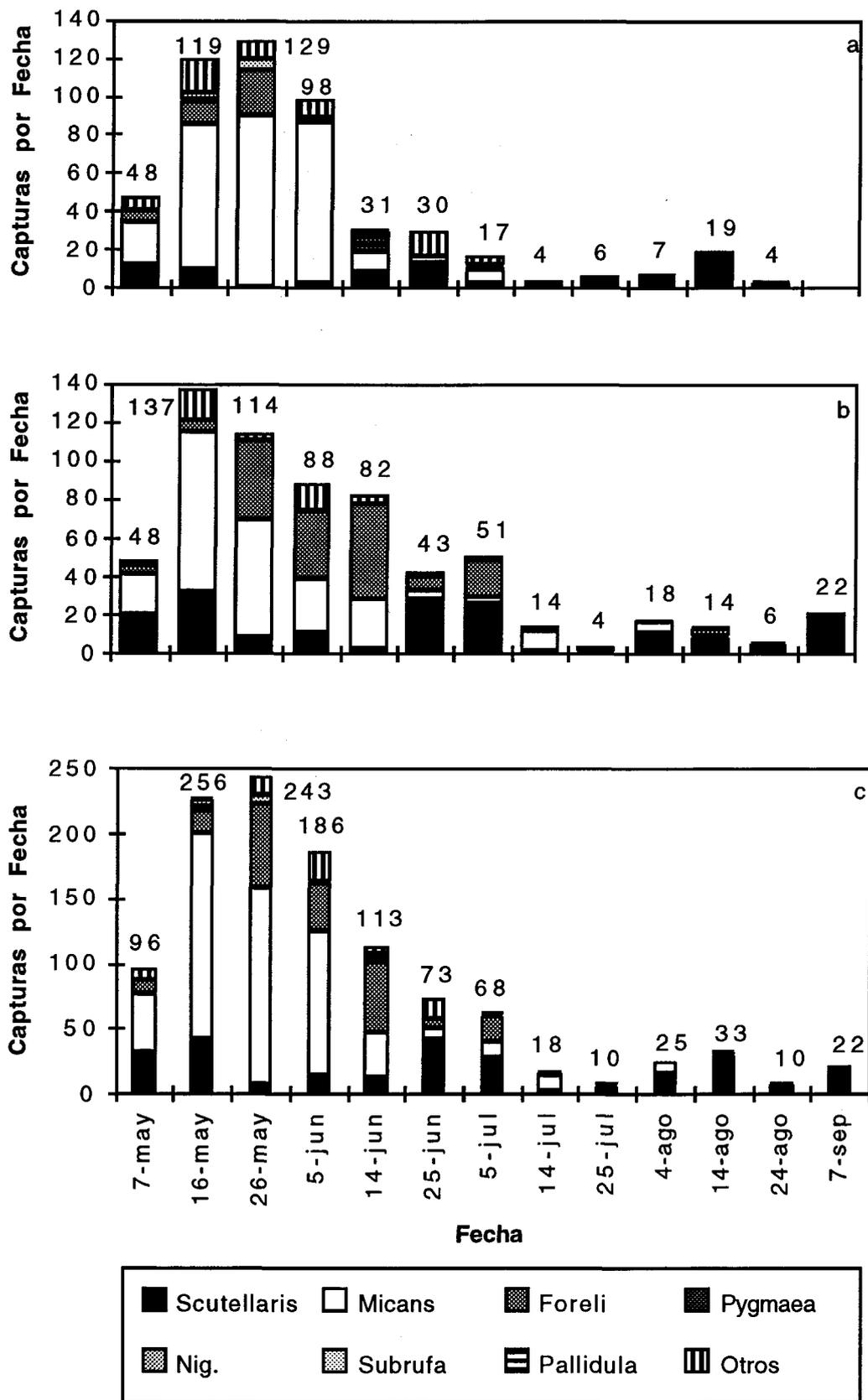


Fig. 17 Capturas de las hormigas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1995. (Nig.= Nigerrimum).

Tabla 23 Número medio (\pm D.S.), mínimo (Min) y máximo (Máx.) de especies y de individuos de hormigas capturadas.

Zona	Año	Número			Especies		
		Medio \pm D.S.	Min.	Máx.	Medio \pm D.S.	Min.	Máx.
Arenales	1994	5.81 \pm (0.52)a	0	119	0.90 \pm (0.04)e	0	5
	1995	1.60 \pm (0.14)b	0	26	0.50 \pm (0.03)fg	0	3
P.I.	1994	8.33 \pm (0.59)c	0	95	1.11 \pm (0.04)e	0	4
	1995	2.23 \pm (0.23)d	0	38	0.55 \pm (0.03)fg	0	4

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente entre sí al nivel $p < 0.05$ (Kruskal-Wallis)

4.1.4.2. Número de especies

Se observaron diferencias estadísticas entre los dos años en ambas zonas y entre zonas en 1994 (Tabla 22, 23).

En ambos años y zonas, el número de especie encontrado en los distintos árboles, fechas y la mañana y la tarde, fueron significativamente diferentes (Kruskal- Wallis $p < 0.001$ en 1994; Friedman $p < 0.001$ en 1995).

4.1.4.3. Diversidad

En 1995 había diferencias significativas entre los índices de diversidad de ambas zonas, pero no en 1994 (Tabla 24).

En Arenales, la diversidad fue significativamente superior en 1995 que en 1994 ($T p < 0.05$). En el P.I. ocurrió lo contrario, es decir en 1995 el índice de diversidad fue inferior al de 1994, aunque no existía significación (Tabla 24).

Tabla 24 Índices de diversidad de formícidos entre zonas durante los dos años de estudio.

Año	Arenales			Parque de Invierno		
	Mañana	Tarde	Global	Mañana	Tarde	Global
1994	0.55a	0.48b	0.46e	0.45g	0.52h	0.53k
1995	0.47c	0.58d	0.63ef	0.35i	0.31j	0.47f

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente entre sí al nivel $p < 0.05$ (T-student)

Entre las capturas de la mañana y la tarde en ambas zonas, se observó que la diversidad es significativamente superior por las tardes (Tabla 24) en el P.I. en 1994 ($T p < 0.05$) y en Arenales en 1995 ($T p < 0.05$). Comparando Arenales con el P.I. las capturas en Arenales tenían una diversidad significativamente más alta, tanto por la mañana ($T p < 0.05$) como por la tarde ($p < 0.001$), en 1995, pero menor en 1994 (Tabla 24). Estos

resultados reflejan la actividad de las distintas especies de hormigas, las cuales tienen distintos patrones, lo que ayuda a reducir la competencia entre ellas.

4.1.4.4. Las especies capturadas

Dado que se trata de una familia que hace hormigueros, era de esperar que entre árboles existiesen altas diferencias significativas en ambos años y zonas (Friedman $p < 0.001$ (1994) y $p < 0.005$ (1995) en Arenales y $p < 0.001$ en el P.I.). Así pues, se puede indicar que cada olivo presenta una variedad de hormigas realmente distinto.

Los resultados obtenidos a lo largo de los dos años de estudio, sobre las distintas especies de hormigas, indican que ambos olivares se diferencian fundamentalmente en que la especie *T. nigerrimum* se encontró solamente en Arenales, mientras *C. micans* fue frecuente solamente en el P.I. *C. foreli* y *T. semilaevae* fueron más comunes en el P.I., mientras que *P. pygmaea* lo fue en Arenales. La única especie que se observó con frecuencia en las dos zonas de estudio fue *C. scutellaris*.

Tapionoma nigerrimum es una especie agresiva y sus colonias consisten en varios hormigueros conectados entre sí. En Barcelona observan (Cerdá *et al.*, 1989) que es diurna durante los meses de marzo a mayo, y posteriormente, es decir hasta noviembre, su comportamiento es crepuscular y nocturno. En Arenales fue capturada durante los meses de abril hasta mediados de julio y fundamentalmente por la mañana. Al igual que en Barcelona (Cerdá *et al.*, 1989), en Granada se mostró activa al principio de la estación, disminuyendo su acción en el mes de julio, cuando la actividad de *C. sylvaticus* aumentó. En su relación con otras especies de hormigas se sabe que es víctima de los ataques de *P. pallidula*, la cual fue poco frecuente en Arenales. Con respecto a *C. foreli*, no le supone ninguna amenaza ya que es poco agresiva, salen solos por el alimento y no se estorban. La competencia con otras especies agresivas como *C. cruentatus* y *C. sylvaticus* debió ser baja ya que no coincidieron ni en las mismas horas ni en los mismos meses.

El género *Camponotus* es el mejor representado en este estudio ya que se capturaron seis especies. Arambourg, (1986) la cita como un género con atiende a *S. oleae* en los olivares. De ellas, *C. micans* fue la más usual, y se observó en el P.I. desde mayo hasta agosto. Las mayores capturas ocurrieron en junio, siendo escasas en julio y agosto (Fig. 16,17). En Arenales, en los dos años, su presencia fue bajísima (Fig. 14,15).

C. foreli es una especie cuyo ritmo de actividad está influenciado por la radiación solar y la temperatura (Retana *et al.*, 1987). Estos autores observan en Barcelona que en el mes de mayo, donde su actividad es mínima, exhiben un patrón de actividad unimodal coincidiendo con la época más calurosa del día. Sin embargo, en verano el patrón es bimodal, para evitar el calor intenso de mediodía. En Granada ha sido encontrada habitualmente por las tardes (Fig. 14-17). Ningún muestreo a mediodía fue hecho. Hace colonias pequeñas, que comparte con otras especies más agresivas del mismo género como *C. sylvaticus* y *C. cruentatus*, por lo que no defiende un territorio (Retana *et al.*, 1987).

C. sylvaticus y *C. cruentatus*, fueron poco comunes en los olivares granadinos. La primera se encontró con más frecuencia en 1995 donde las capturas supusieron el 6.6% en el P.I. y el 1% en Arenales. La segunda tan solo se observó en un árbol en el P.I. hasta primeros de julio y representó menos del 1% de las capturas totales. Mientras que *C. sylvaticus* es una hormiga crepuscular y nocturna, *C. cruentatus* es bastante tolerante a las condiciones ambientales, lo que le permite salir en busca del alimento las 24 horas en verano (Alsina, *et al.*, 1988).

Las especies menos frecuentes del género *Camponotus*, en los olivares de estudio fueron *C. lateralis*, que solo se halló en Arenales y *C. piceus*. En ambos casos no alcanzaron el 1% del total de lo capturado. Du Merle (1982) indica que suele ser activa desde abril hasta octubre. Su actividad depende de la altitud, la cual disminuye por encima de los 700m. La ha observado alimentandose de melaza de áfidos y de frutos de plantas .

Del género *Crematogaster* solo se capturaron dos especies, pero sin duda *C. scutellaris* fue el formícido que abundó en ambos olivares (Fig.s h) Estuvo presente durante toda la temporada, es decir desde abril hasta septiembre y fue encontrado fundamentalmente por la mañana, lo que sugiere que esta especie es más activa en las primeras horas del día posiblemente para evitar el calor del día y aprovechar que hay mayor número de presas. Es considerada como una plaga de los alcornocales debido a que hacen sus hormigueros en la corteza (Villagran y Ocete, 1990). Es omnívora ya que se alimenta de la melaza de los homópteros, de la vegetación y también es citada como un depredador oófago (Du Merle, 1982). Los individuos tienen un comportamiento típico cuando son provocados, ya que levantan el abdomen y segregan sustancias defensivas. La otra especie de este genero fue *C. auberti*, la cual se observó Arenales sólo y años de estudio. Estaba presente por toda la estación, y contribuyó a menos del 1%

de las capturas totales en 1994 y el 1.7% en 1995. Arambourg, (1986) la cita como un género con atende a *S.oleae* en los olivares.

Las dos especies del género *Lasius* recogidas, en ambos años y olivares, fueron *L. alienus* y *L. niger*. Ambas especies fueron más frecuentes en Arenales que en el P.I. donde las capturas en ambos años ni siquiera llegó a ser más del 1% de las capturas totales. Aunque se aparece durante toda la estación son más frecuentes en mayo/ junio. En Arenales se cogió más de *L.alienus* que *L.niger* y más en 1994 que en 1995. De la primera en 1994 se representó el 2.9% de todas las hormigas capturadas y en 1995 el 3.5%. De la segunda en 1994 había el 2.7% y menos del 1% en 1995. *L. niger* es omnívora y ha sido citada atendiendo pulgones para aprovechar las secreciones de melaza (Banks and Nixon, 1958; Du Merle, 1982). En esta relación los áfidos son protegidos de la acción de depredadores, como larvas de coccinélidos (Jiggins *et al.*, 1993). En el olivar las cochinillas, las cochinillas harinosas y los psílidos serían los objetivos reales de estas hormigas, mientras que los fitófagos que no ofrecen ninguna recompensa solo serían considerados como presas potenciales.

Plagiolepis pygmaea es una especie pequeña, encontrada con regularidad en el olivar (Fig. 14-17). En 1994 fue más frecuente alcanzando cifras, con respecto al total, del 24% en Arenales y del 5.6% en el P.I.. Detrain (1990) la describe como una hormiga que desarrolla su actividad fundamentalmente por la mañana y alrededor del mediodía, siendo poco activa al atardecer. Nuestros resultados confirman este comportamiento.

Formica subrufa es frecuente en ambos olivares (Fig. 14-17), tanto por la mañana como por la tarde. Ligeramente más abundante en Arenales, en 1994 supuso el 1.8% del total capturado y en 1995 el 6.7%. Es una especie poco estudiada en cuanto a la actividad diaria y alimentación y ha sido citada en Creus (Gerona) (De Haro, 1982) y en Portugal (Way and Cammell, 1992).

Cataglyphis rosenhaueri ha sido encontrada en ambos años y zonas, aunque realmente fue en el P.I. en 1994 donde alcanzó su significación más elevada (2.1%). El mes de máximo capturas fue junio. Al igual que la anterior, es poco citada en la bibliografía y en este caso las referencias encontradas sobre el género se hacen sobre la especie *C. cursor*.

Del género *Tetramorium* se capturaron dos especies en el P.I., *T. semilaeve* y *T. caespitum*. Estaban presentes al finales de junio hasta agosto y los dos especies juntos contribuyeron al 2.8% de las capturas totales en 1994 y menos del 1% en 1995. *T. semilaeve* fue más abundante que *T. caespitum*. Ambas son omnívoras. El 48.1% de la ingesta de *T. semilaeve* es

aminal y no se alimenta de líquidos. Su actividad diaria es fundamentalmente crepuscular y nocturna y estacionalmente es más activa durante los meses de mayo hasta primeros de julio (Retana *et al.*, 1992) González y Campos, (1990) la ha descrita como un depredador de los escolítidos del olivo.

L. humile es una especie considerada como una plaga doméstica y agrícola en Francia (Benois, 1973), Australia (Majer and Flagge, 1984) y EE.UU ((Ward, 1986; Shorey *et al.*, 1992). Se sabe que molesta a distintos depredadores por lo que disminuye su eficacia en el control de las plagas (Dechene, 1970; Panis, 1981; Haney *et al.*, 1987). Tiene un impacto negativo sobre la entomofauna auctotona de hormigas (Majer and Flagge, 1984; Ward, 1987) ya que llega a reemplazarlas, debido a su agresividad, a la elevada fecundidad de las reinas (Benois, 1973) y a la formación de colonias compuestas de varios homigueros que le permite una extensión rápida en la zona invadida. Panis, (1981) y Arambourg, (1986) la cita como una especie con atiende a *S. oleae* en los olivares. En los olivares granadinos fue encontrada a lo largo de la temporada pero en bajo número (>1%). En 1994 apareció en Arenales con más frecuencia.

Pheidole pallidula es un formícido muy agresivo, el cual debe su éxito a su estrategia de defensa. La casta menor inmoviliza a los intrusos, agarrandolos de las patas, y posteriormente la casta mayor lo mata. (Detrain and Pasteels, 1991). Su éxito ecológico se basa en que es activo de día y de noche, en que utiliza distintas técnicas para conseguir comida y en que los mayores recolectan el alimento y defienden la fuente de comida (Detrain, 1990). Su actividad aumenta paulatinamente desde mayo hasta julio alcanzando su máximo a final de julio, en Cataluña (Retana *et al.*, 1992). En Granada, fue capturado principalmente en el P.I., en 1994, pero la casta mayor capturas se obtuvieron al final de la estación, es decir en agosto y septiembre. Este retraso puede ser debido a las diferencias climáticas entre el norte y el sur de España.

De la especie *Colobopsis truncata* solamente se encontró un individuo el 31 de mayo de 1994 en el P.I.. Esta especie está asociada con agallas (Espalder y Nieves, 1983) y en este olivar hay numerosos árboles con agallas producidas por *Agrobacterium tumesfaciens*.

Messor barbarus es una hormiga granívora y se observó un individuo el 10 de julio en el P.I.. Hay que indicar que si en este olivar se hubiesen colocado trampas de caída, las capturas de esta especie hubiesen sido superiores, dada la cantidad de hormigueros que han sido observados en esta zona durante los dos años de estudio. Diaz (1991) indica que uno de

los factores que restringen las poblaciones de esta especie es el arado debido a que las zonas con cobertura favorecen la formación de sus hormigueros. Este hecho podría ser la explicación de que no se haya encontrado en Arenales.

Leptothorax kraussei fue capturado solamente encontrado una vez en ambos olivares por la tarde en 1994: el 6 de junio en Arenales y el 30 de junio en el P.I. Se contribuyó menos que el 1% de las capturas totales.

En resumen, se puede indicar que la competencia espacial, durante el día, y temporal, a lo largo de la estación, entre las diferentes hormigas encontradas en los olivares granadinos fue baja debido a la especialización de la comida y a la diferenciación de los territorios. Así, algunas especies, como *C. scutellaris*, solo se observaron en determinados árboles, lo cual lógico, ya que se trata de especies que hacen los hormigueros en el árbol .

4.1.5 Arañas

Los individuos capturados son identificados solamente hasta familia, dada la dificultad de su taxonomía (Apendice B.1).

Son unos de las depredadores de insectos más abundantes de los ecosistemas terrestres (Moulder y Reichle, 1972; Bristowe, 1971). En las dos últimas décadas se han realizado numerosos estudios sobre la ecología de arañas en distintos ecosistemas de todo el mundo, y sin embargo, todavía su importancia como agentes de control natural de plagas es más bien desconocido (Nyffeler, 1982). En una crítica sobre su eficacia en el control de plagas, Nyffeler y Benz (1987) no llegaron a ninguna conclusión definitiva sobre si las arañas podían o no controlar plagas arboreas. Pudiera ocurrir, que su verdadero papel haya sido subestimado (Nyffeler *et al.*, 1990) ya que en muchos trabajos no se ha tenido en cuenta su incidencia en la depredación de huevos aunque hay trabajos que están saliendo que describen un efecto significativo de las arañas en reducir las poblaciones de plagas (Sunderland *et al.*, 1985, Chiverton, 1986), incluso mediante manipulaciones del habitat a favor a las arañas (Jones, 1981). Las familias que cazan en vez de hacer tela-arañas son las implicadas en este comportamiento y en este sentido, es importante tener en cuenta que el uso de pesticidas puede reducir de forma significativa la población de arañas (Luczak, 1979).

En el caso del olivar, las arañas son poco conocidas y tan solo se han realizado dos trabajos en Italia sobre las arañas epigeas (Jona Lasinio y Zapparoli, 1993; Thaler y Zapparoli, 1993).

4.1.5.1 Número de individuos

En ambas zonas había diferencias significativas entre años (Friedman $p < 0.001$ para ambas zonas) ya que en 1995 se capturaron tres veces menos que en 1994.

Durante 1994 y 1995, el número de individuos recogidos en Arenales y P.I. fue bastante similar (Tabla 25, 26).

Tabla 25 Número de individuos y especies absoluto de arañas capturado en ambas zonas y años.

Arañas		Arenales		Parque de Invierno	
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	812	34	916	30
	Tarde	650	36	710	30
	Total	1462	42	1626	47
1995	Mañana	228	15	248	15
	Tarde	191	22	226	16
	Total	419	22	474	16

En Arenales, en ambos años, se observó que las capturas de las mañanas eran ligeramente superiores (Tabla 25), aunque las diferencias no son significativas.

En el P.I. solamente en 1994 hubo diferencias significativas (Friedman $p < 0.005$) con respecto a la hora de muestreo, siendo superiores las capturas de la mañana.

Solamente en el P.I. había una diferencia significativa entre árboles (Friedman $p < 0.005$ y $p < 0.01$ por 1994 y 1995 respectivamente) (Tabla 26).

Tabla 26 Número de individuos y de especies de arañas capturados

Zona	Año	Número			Especies		
		Medio \pm D.S.	Min.	Máx.	Medio \pm D.S.	Min.	Máx.
Arenales	1994	3.36 \pm (0.13)a	0	28	2.21 \pm (0.07)c	0	8
	1995	0.80 \pm (0.04)b	0	7	0.70 \pm (0.04)d	0	4
P.I.	1994	3.49 \pm (0.13)a	0	16	2.32 \pm (0.06)c	0	7
	1995	0.90 \pm (0.05)b	0	7	0.78 \pm (0.04)d	0	5

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (Kruskal-Wallis)

En 1994, en Arenales hubo una época de mayor abundancia bien marcada a finales de junio-principio de julio, por lo que en esta zona las diferencias entre las arañas capturadas en distintas fechas son significativas (Friedman $p < 0.001$). Se puede decir julio y agosto son los meses con mayor abundancia de arañas (Friedman, $p < 0.01$). Sin embargo, en el P.I. las poblaciones de arañas no parecen variar tanto a lo largo de la

estación. No obstante, se observó un descenso notable el 29 de julio entre las dos fechas de mayor capturas, que ocurrió en las segunda quincena de julio y la primera de agosto (Fig. 18, 20).

En 1995 en ambas zonas las capturas van disminuyendo poco a poco a lo largo de la estación, llegandose a recoger al final algo menos de la mitad que al principio. En ambas zonas las diferencias entre fechas fue significativa, Friedman $p < 0.001$ y $p < 0.01$ por Arenales y el P.I. respectivamente.

4.1.5.2 Número de especies

En 1994 el número total de especies de arañas encontradas fue superior en el P.I. (47sp.), aunque si comparamos las especies capturadas por la mañana y la tarde, estas fueron más elevadas en Arenales. En 1995 se observó que tanto globalmente, como por la mañana y la tarde, Arenales fue la zona con mayor número de especies, que fue de 22 (Tabla 25). Había diferencias significativas entre las capturas por la mañana y por la tarde solamente en 1994: Kruskal-Wallis, $p < 0.05$ y $p < 0.005$ en Arenales y el P.I. respectivamente.

En los olivares griegos se encontraron tan solo de 17 especies de arañas, de las cuales cinco fueron exclusivamente sobre olivos silvestres ((Mazomenos *et al.*, 1994).

En ambos años en P.I. y en Arenales en 1994, había diferencias significativas entre el número de especies por árbol (Tabla 26): Kruskal-Wallis, $p < 0.05$ y $p < 0.005$ en Arenales y el P.I. en 1994, y Friedman, $p < 0.005$ en 1995.

A lo largo de la estación también había diferencias significativas entre fechas: Kruskal-Wallis, $p < 0.001$ por Arenales; y Friedman, $p < 0.001$ por ambas zonas en 1995.

4.1.5.3 Diversidad

En 1994 los índices de diversidad son bastante similares en ambas zonas. En 1995 es superior en Arenales, aunque no hay significación (Tabla 27).

En ambas zonas (Tabla 27) la diversidad fue significativamente mas alta en 1994 (T $p < 0.05$ y $p < 0.001$, para Arenales y P.I.).

Los resultados indican que la diversidad es superior por la tarde en las dos zonas y en ambos años de estudio, aunque tan solo en Arenales en 1995 las diferencias fueron significativas (T $p < 0.005$) (Tabla 27).

Tabla 27. Indices de diversidad de las arañas

Año	Arenales			Parque de Invierno		
	Mañana	Tarde	Global	Mañana	Tarde	Global
1994	0.84a	0.85c	0.90d	0.81e	0.87g	0.87i
1995	0.63b	0.74b	0.76d	0.63f	0.67h	0.70i

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (T-Student)

4.1.5.4. Las especies capturadas

El bajo número de algunas de las especies capturadas no permitieron su análisis estadístico. Entre las arañas estudiadas, *Salticus* spp., (Salt 1) fue la única que era significativamente más abundante en Arenales en relación con el P.I. (Fig. 18-21). Es capturada en mayor número, en las dos zonas, por la mañana (0.52 ± 0.05 ; 0.91 ± 0.07) que por la tarde (0.18 ± 0.03 ; 0.61 ± 0.06) (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$ y $p < 0.001$, para Arenales y P.I. respectivamente). En Arenales, además de ser una de las especies más abundantes en ambos años (Tabla 28), se pudo comprobar que su presencia cambiaba significativamente a lo largo del periodo de estudio. Así, en 1994 se observó con más frecuencia a finales de julio- primeros de agosto, mientras que en 1995 las capturas más elevadas ocurrieron durante los meses de mayo- junio.

Tabla 28 Porcentaje que representan las especies más comunes de las capturas totales de arañas

Zona	Año	Salt a ₁	Salt a ₂	Thom a ₁	Thom a ₂	Club a ₃	Ther a ₁	Linp a ₁	Oxyo a ₁
P.I.	1994	10.5	9.1	26.9	11.1	17.4	11.1	2.4	2.9
	1995	14.8	14.4	30.2	23.4	-	7.6	2.7	1.2
Arenales	1994	23.4	7.7	6.7	27.1	7.6	1.2	2.5	1.8
	1995	30.2	15.5	9.5	18.6	-	8.6	3.3	3.1

^aSalt=Salticidae, Thom=Thomisidae, Club=Clubionidae, Ther=Theridae, Linp=Linyphiidae, Oxyo=Oxyopidae.

Otro saltícido (Salt.2) observado fue *Marpissa* sp., el cual fue más frecuente por la mañana en Arenales, y por la tarde en el P.I. (Fig. 18-21). En ambas zonas, las capturas fueron más elevadas en 1994, pero en este año su proporción en relación con las demás especies fue inferior a 1995 (Tabla 28). En ambas zonas estuvo presente a lo largo de la estación, sin unos picos de abundancia claros. Los saltícidos son cazadores diurnos muy activos que avanzan a trompicones cuando andan. Tiene patas poderosas que les permiten saltar, de ahí su nombre, y aterrizar sobre su presa. Cuando cazan

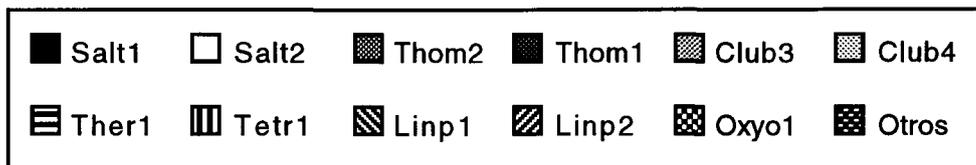
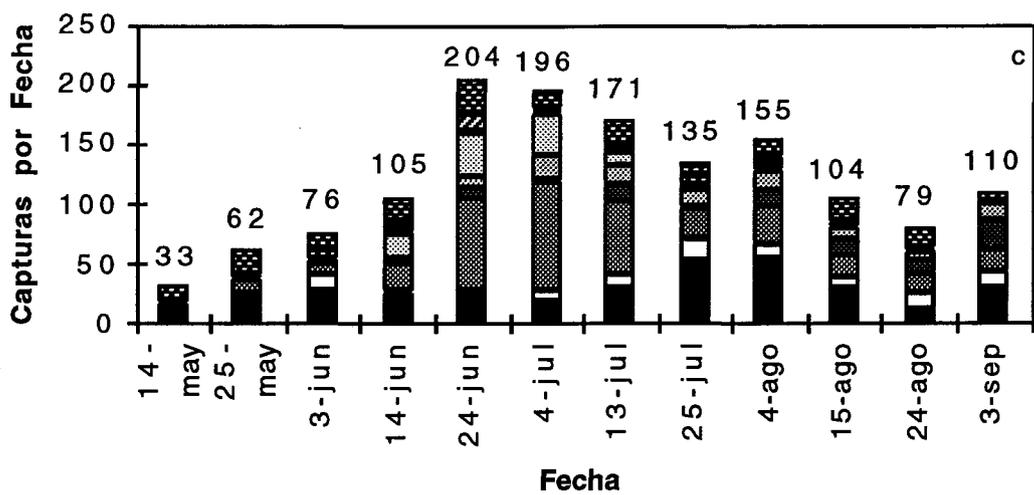
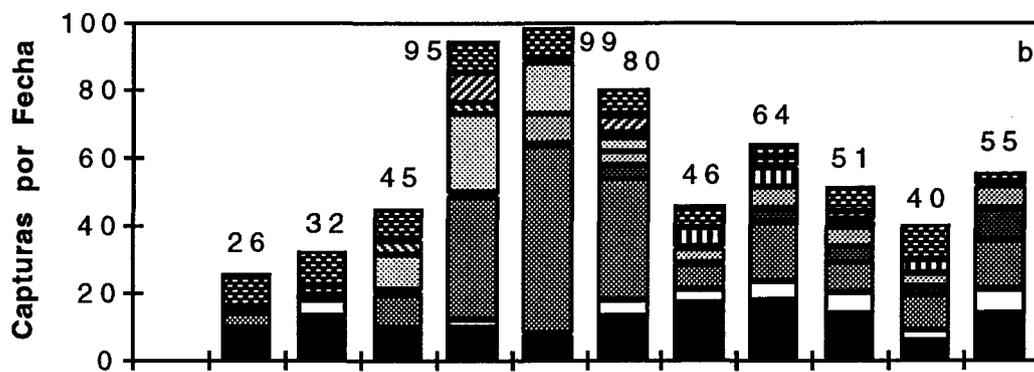
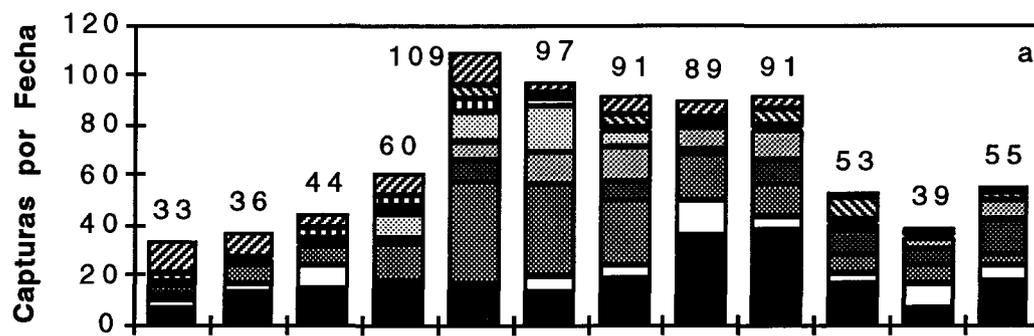


Fig. 18 Capturas de las arañas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1994.

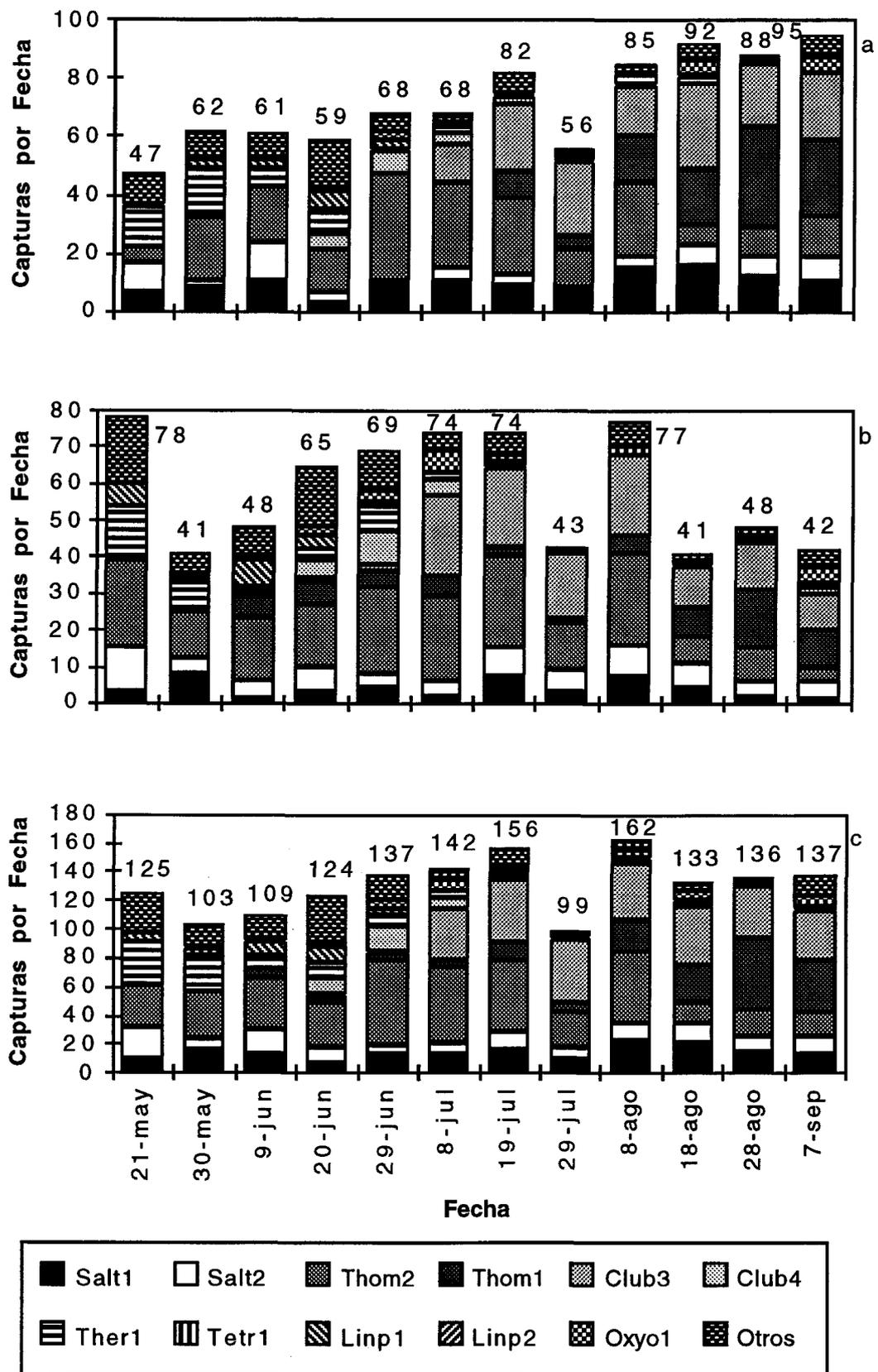


Fig. 19 Capturas de las arañas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1994.

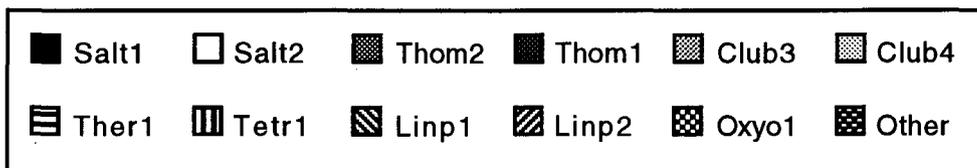
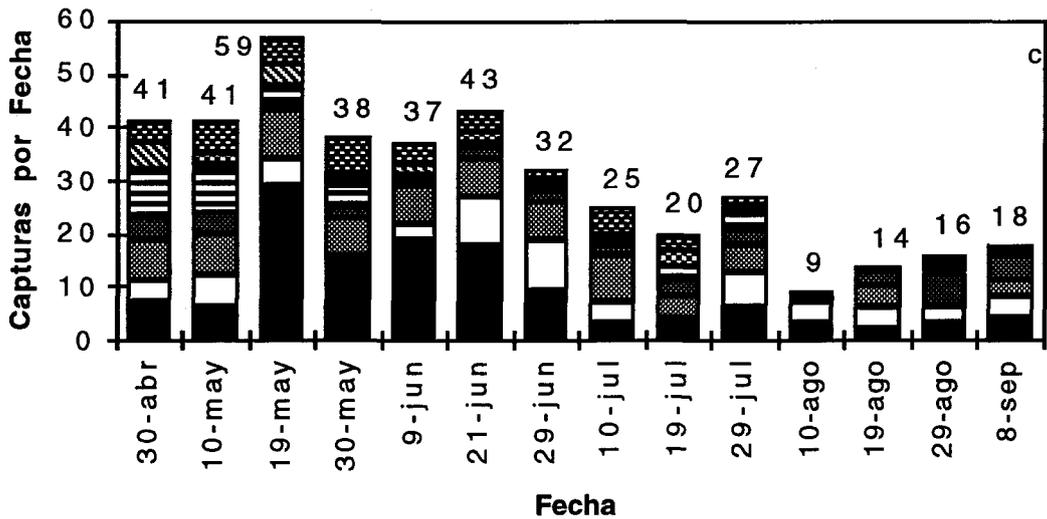
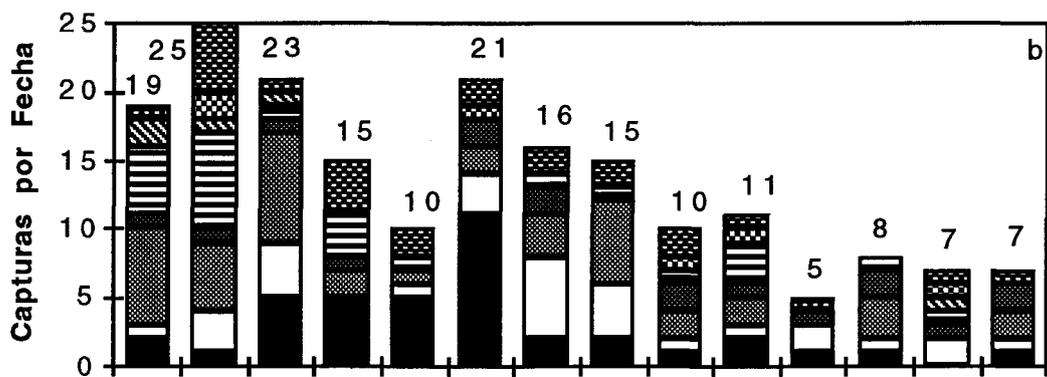
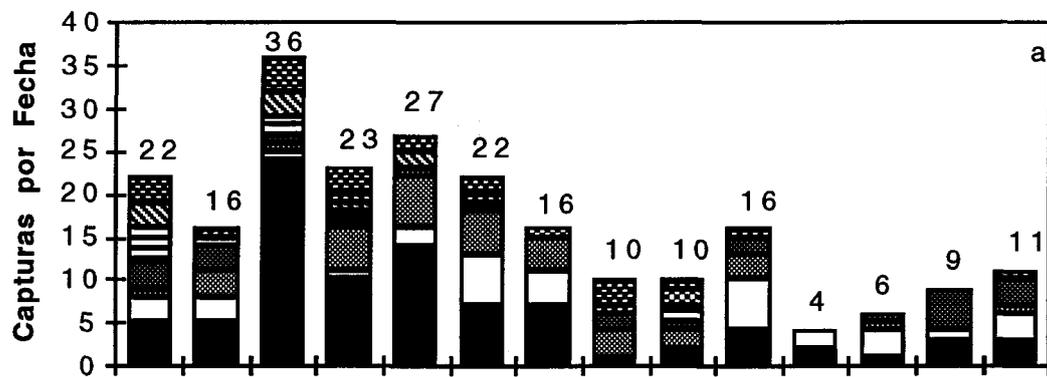


Fig. 20 Capturas de las arañas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1995.

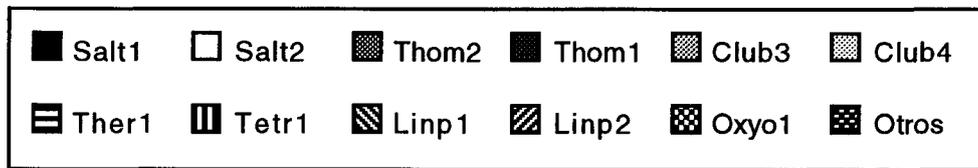
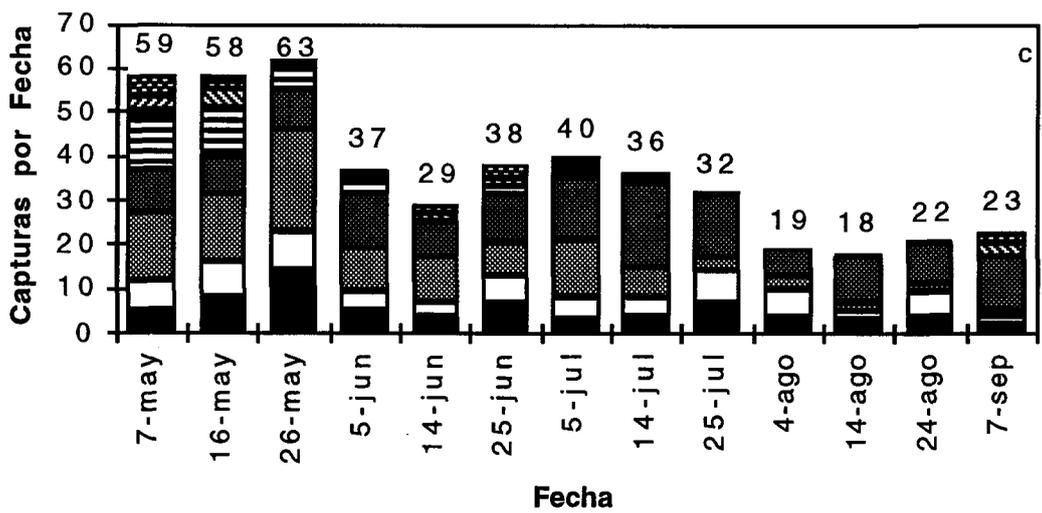
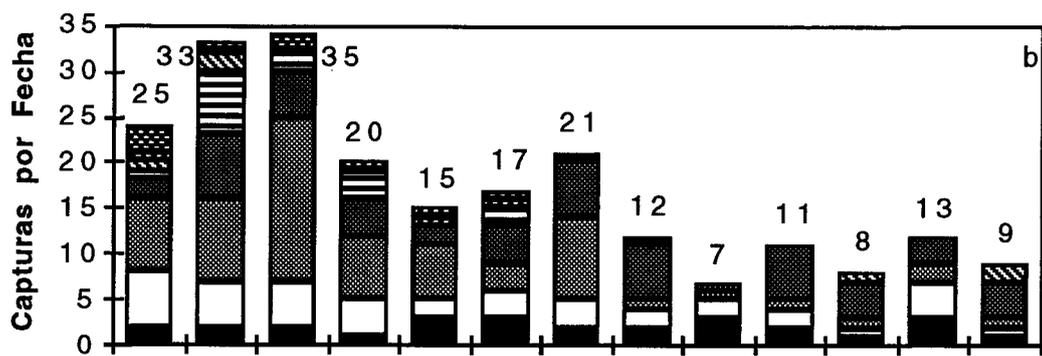
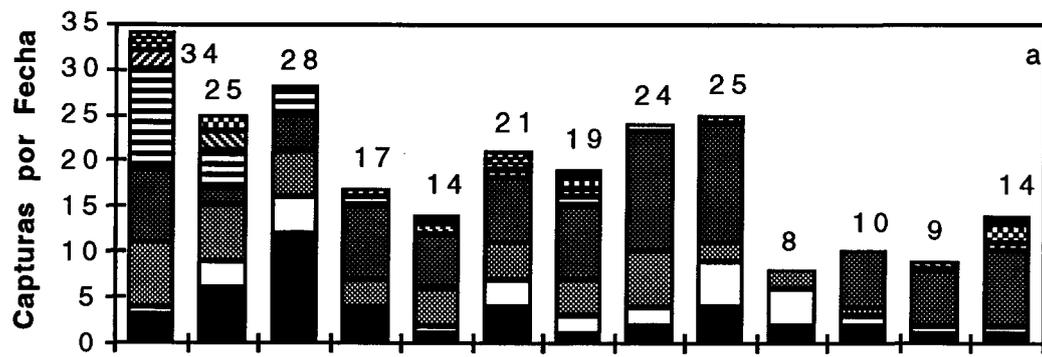


Fig. 21 Capturas de las arañas a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1995.

o atacan estan sujetas por un hilo, para evitar caer al suelo (Bristowe, 1971) y se caracterizan por tener dos pares de ojos anteriores grandes.

De la familia Thomisidae se capturaron dos especies. A los miembros de esta familia se les llama arañas cangrejos por su forma de andar debido a que los primeros pares de patas los tienen extendidos lateralmente. A diferencia de otras arañas cazadoras que buscan sus presas, estas suelen estar escondidas a la espera de las mismas (Bristowe, 1971). El Thom 2 (*Systicus?*) es el arácnido mas frecuente en 1994 en ambos olivares (Tabla 28) y en 1995 en el P.I. ocupa el segundo lugar. Es capturado durante todo el periodo de estudio en ambos olivares. En 1994, donde las capturas son mas elevadas, se observa un máximo a finales de junio-principio de julio, sobretodo en Arenales. Excepto en 1994, en el P.I., el número de individuos recogidos por la tarde fue superior(Fig. 18-21).

El otro Thomícido, Thom1, también estuvo presente en todos los muestreos, pero esta especie fue mas frecuente por las mañanas. (Fig. 18-21). Aunque en 1994 fue más abundante que en 1995, en este último año ocupó el primer lugar en relación con las otras arañas en el P.I. y el segundo en Arenales (Tabla 28).

Otra familia con una representación interesante en el olivar es la Clubiónidae. Suelen ser cazadores nocturnos por lo que son considerados como las panteras del mundo invertebrado (Bristowe, 1971). Una de sus principales especies, Club 3, fue observada casi exclusivamente durante 1994, suponiendo el 17.4% de las capturas totales en el P.I. En ambas zonas se recogió fundamentalmente durante los meses de julio y agosto y por las mañanas, por lo que es posible que cayeran de su escondite diurno.

La especie Oxyo1 fue capturada a lo largo del periodo de estudio, en ambas zonas, pero en bajo número (Fig. 18-21). Las especies del género Oxyopes cazan sus presas sin las ayudas de las telas, y lo hacen abalanzandose sobre ellas a corta distancia (Bellman, 1994).

Todas las especies anteriormente descritas son cazadoras y representan entre el 70 y el 80% del total de las arañas capturadas.

Entre las familias que hacen telarañas se ha encontrado la Theridae, representada la especie, Ther1. Es mucho más abundante en el P.I. que en Arenales (Fig. 18-21), donde en 1994 significó el 11.1 % de las capturas totales (Tabla 28). Es hallada con más frecuencia por las mañanas, a excepción de en Arenales en 1995 y fundamentalmente en mayo. Los theridos tienen un rasgo particular y es que son de las pocas familias que incluyen en su dieta a las hormigas, e incluso para algunas especies son el

componente principal de su dieta. Esta característica debe ser tomada en cuenta a la hora de considerar su papel en el olivar.

La familia Linyphiidae es una de las más ricas en cuanto a número de especies (Bellman, 1994), son de pequeño tamaño y hacen sus telas en forma de tapiz. Son las más abundantes en las zonas templadas (Bristowe, 1971). En el olivar solo se han capturado dos especies (Fig. 18-21), de las cuales Linpl representa una proporción baja, pero más o menos constante de las capturas totales en ambas zonas y años (Tabla 28). Esta presente durante toda la estación, tanto por la mañana como por la tarde.

4.1.6 Heterópteros

Los heterópteros en ocasiones se comportan como fitófagos y zoófagos, por lo que desde el punto de vista de lucha integrada, a veces es difícil saber si son nocivos o beneficiosos. Entre las familias no depredadoras se pudo comprobar que los cicadélidos son muy abundantes en los olivares granadinos durante los meses veraniegos, al igual que en los italianos (Petacchi y Minnocci, 1994), donde predominan con el 30% del total.

Las especies capturadas que son conocidas como depredadores figuran en Apéndice B.2.

4.1.6.1 Número de individuos

En Arenales los heterópteros fueron significativamente más numerosos que en el P.I. en 1994 ($p < 0.001$) y en 1995 ($p < 0.0001$) (Tabla 29, 30). Se comprobó que en Arenales las capturas llegaron a un máximo en mayo o junio, según los años, y después casi desaparecen. En el P.I. hubo dos máximos, uno en mayo y otro en julio. Entre fechas el número de individuos fue significativamente diferente en ambas zonas y años (Friedman $p < 0.001$).

Tabla 29 Número de individuos y especies absoluto de heterópteros capturado en ambas zonas y años.

Heterópteros		Arenales		Parque de Invierno	
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	847	11	279	9
	Tarde	740	11	217	9
	Total	1587	12	486	10
1995	Mañana	292	8	39	6
	Tarde	231	9	37	7
	Total	523	9	76	7

En los dos olivares, en 1994 las capturas fueron superiores a 1995 (Friedman $p < 0.001$) (Tablas 29,30).

Entre árboles, solo hubo significación estadística en 1994 en el P.I. (Friedman $p < 0.005$) y en Arenales en 1995 (Friedman $p < 0.001$).

Tabla 30 Número de individuos y de especies de heterópteros capturados

Zona	Año	Número			Especies		
		Medio \pm D.S.	Min.	Máx.	Medio \pm D.S.	Min.	Máx.
Arenales	1994	4.01 \pm (0.35)a	0	48	0.90 \pm (0.05)d	0	4
	1995	1.05 \pm (0.09)b	0	18	0.55 \pm (0.04)e	0	5
P.I.	1994	1.05 \pm (0.13)a	0	6	0.51 \pm (0.03)f	0	5
	1995	0.14 \pm (0.02)c	0	8	0.11 \pm (0.01)g	0	2

La comparación entre las horas de muestreo sugiere que los heterópteros son más activos por la mañana, aunque las diferencias no fueron significativas, ni en Arenales ni en el P.I. durante ambas estaciones.

4.1.6.2 Número de especies

De los cuatro grupos principales de depredadores encontrados en el olivar, los heterópteros fueron los que presentaban un número inferior de especies (Tabla 29, 30). Este fue significativamente superior en Arenales en ambos años ($p < 0.001$) y en 1994 en las dos zonas ($p < 0.001$), y fue similar en la capturas realizadas a lo largo del día.

Entre los árboles, solo se observó significación en Arenales en 1995 (Friedman, $p < 0.001$). El número de especies observado en las distintas fechas fue significativamente diferente en los dos olivares en 1994 (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$) y en 1995 (Friedman, $p < 0.0001$).

4.1.6.3 Diversidad

En Arenales la diversidad fue más elevada que en el P.I., pero solo hubo significación en 1995 ($p < 0.05$).

Al comparar la diversidad entre 1994 y 1995, tanto en Arenales como en el P.I. fue más alta en 1994, aunque las diferencias fueron significativas en el P.I. en 1995 (T $p < 0.05$).

En los dos años, no se observaron diferencias significativas entre la diversidad de las capturas realizadas por las mañanas y por las tardes, en ambas zonas (Tabla 31). Entre zonas, en 1995 en Arenales las capturas fueron significativamente más elevadas por la mañana y por la tarde ($p < 0.05$).

4.1.6.4 Las especies capturadas

La especie *A. nemoralis* fue la más frecuente, en ambas zonas (Fig. 22-25). Se capturó fundamentalmente durante la floración del olivo y después de esta época se observó en muy bajo número. En Arenales fue unas dos veces más abundante que en el P.I. y de los dos años, lo fue en 1994. Excepto en 1995 en el P.I., se encontró más por las mañanas. Este heteróptero es descrito como un depredador polífago (Coller, 1953; Anderson, 1962a,b; Herard, 1986; Hodgson and Aveling 1988) y ha sido introducida en EE.UU. contra el psílido de la *Acacia* (Dreistadt y Hagen, 1994). Está implicado en el control de los psílicos de manzano en Inglaterra (Anderson, 1962a,b) y del peral en Francia (Herard, 1986), Holanda (Trapman y Blommers, 1992; Scutareanu *et al.*, 1994) y Grecia (Santas, 1987). El hecho de que Anderson (1962b) encontrase que *A. nemoralis* es más fecundo y que crece mejor sobre un regimen de psílicos que de pulgones y que la mayoría de la literatura lo implica en el control de psílicos, hace pensar que quizás en el olivar el psílido *Euphyllura olivina* podría constituir su dieta preferida. Sin embargo, su fenología coincide con la generación antófaga de *P. oleae* y después ya no es evidente, aunque el psílido está presente todo el año. Las hembras de este depredador ovideponen los huevos en los botones florales del olivo, al igual que *P. oleae* y *E. olivina*. Arambourg (1986) lo describe dentro de la fauna depredadora de ambos fitófagos. En los olivares griegos los antocóridos son considerados depredadores importantes de las larvas de la generación antófaga, aunque allí, *A. nemorum* es más importante que *A. nemoralis* (Informe griego). Aunque en Italia algunos autores no observaron antocóridos en el olivar (Belcari y Dagnino, 1995; Petacchi y Minnocci, 1994), otros los citan como uno de los hemípteros más frecuentes (Raspi y Malfatti, 1985)

Tabla 31 Indices de diversidad de heterópteros entre zonas durante los dos años de estudio.

Año	Arenales			Parque de Invierno		
	Mañana	Tarde	Global	Mañana	Tarde	Global
1994	0.27a	0.32c	0.41e	0.31g	0.28h	0.31cg
1995	0.23b	0.23d	0.31f	0.08b	0.12f	0.14cdg

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (T-student)

Entre las capturas se observó en gran numero la ninfa de un mírido no identificado que llegó a dominar fundamentalmente en junio, aunque su presencia también fue importante en mayo y julio (Fig. 22-25). En Arenales

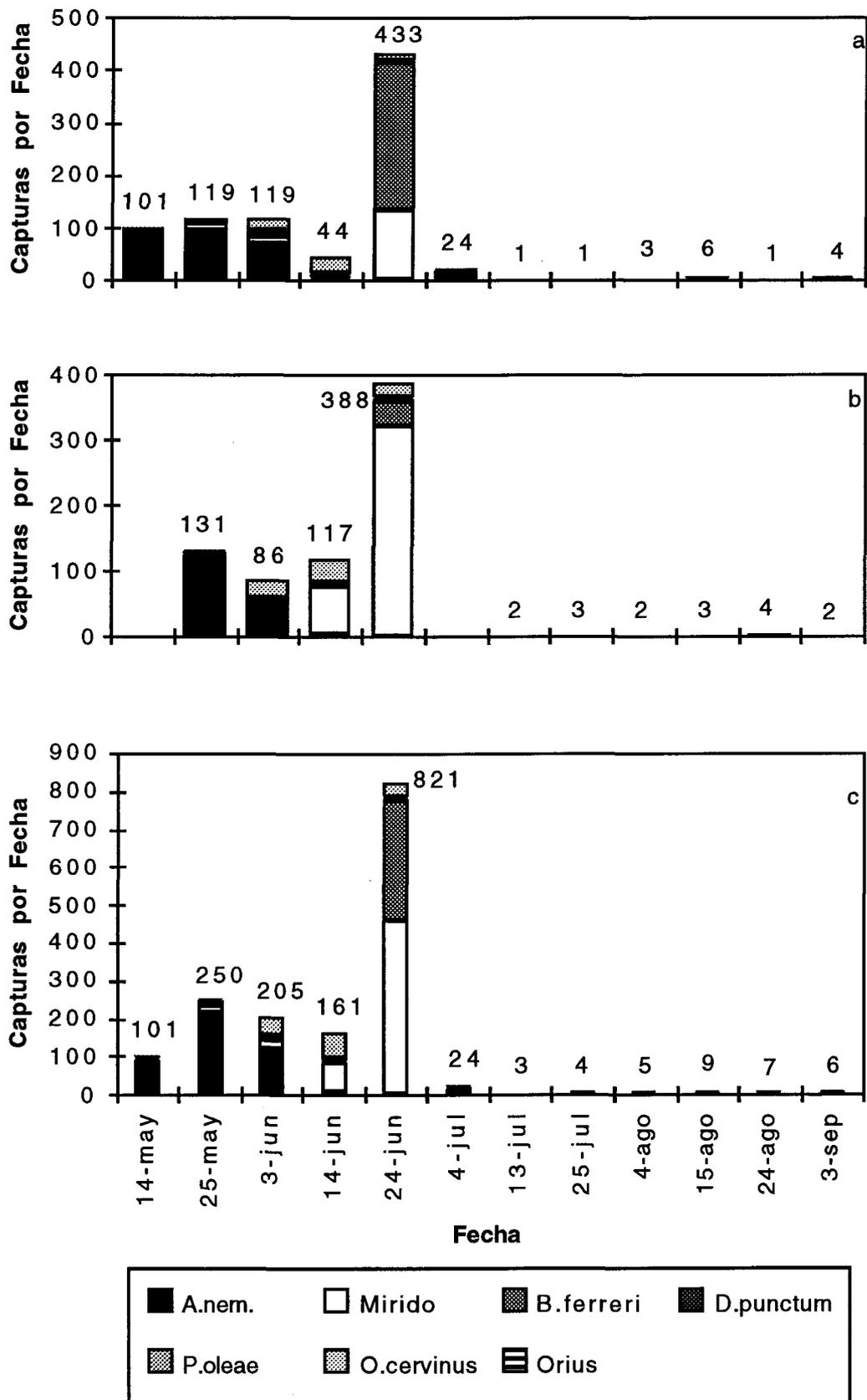


Fig. 22 Capturas de las heterópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1994.

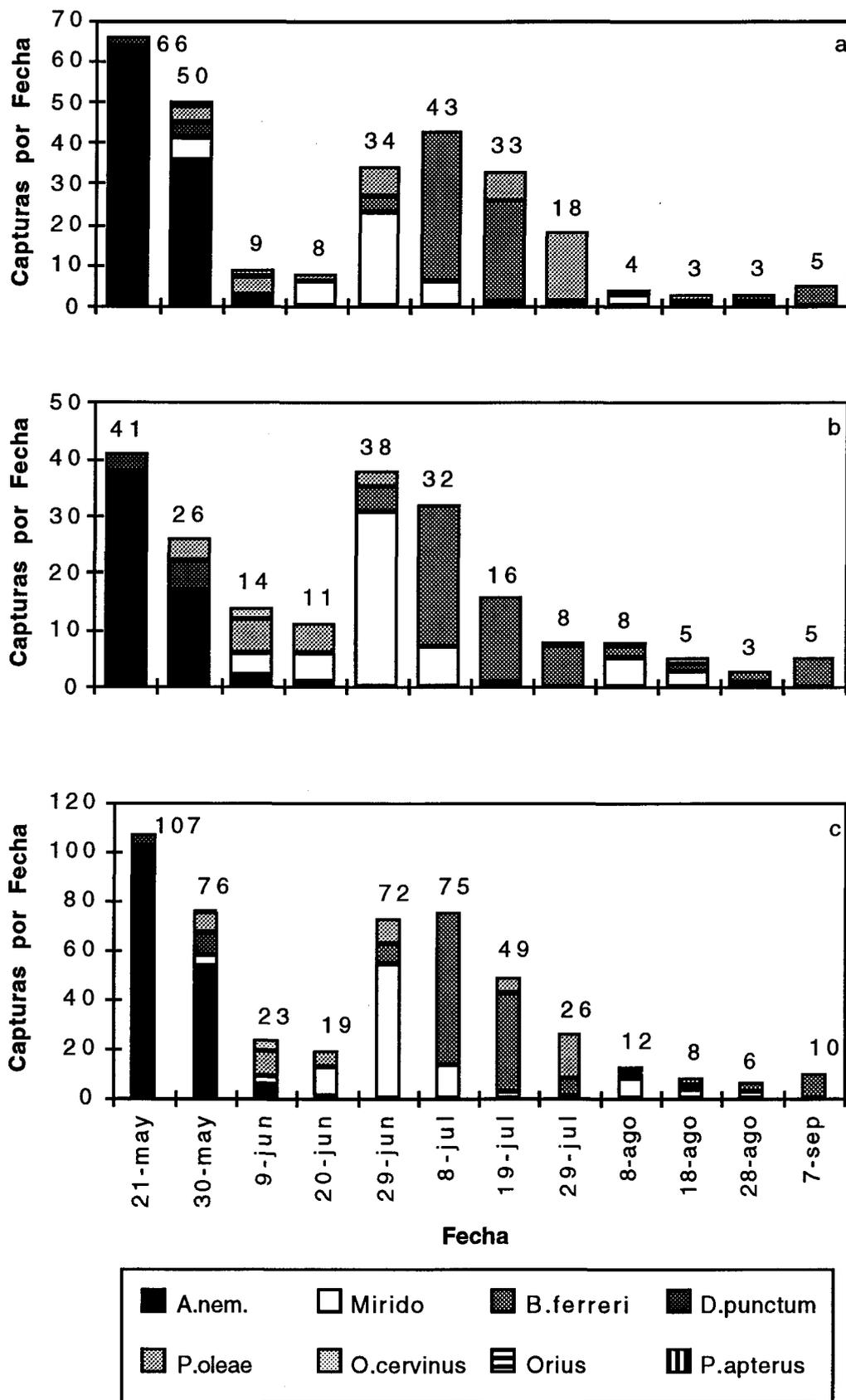


Fig. 23 Capturas de las heterópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1994. (A.nem=*A. nemoralis*)

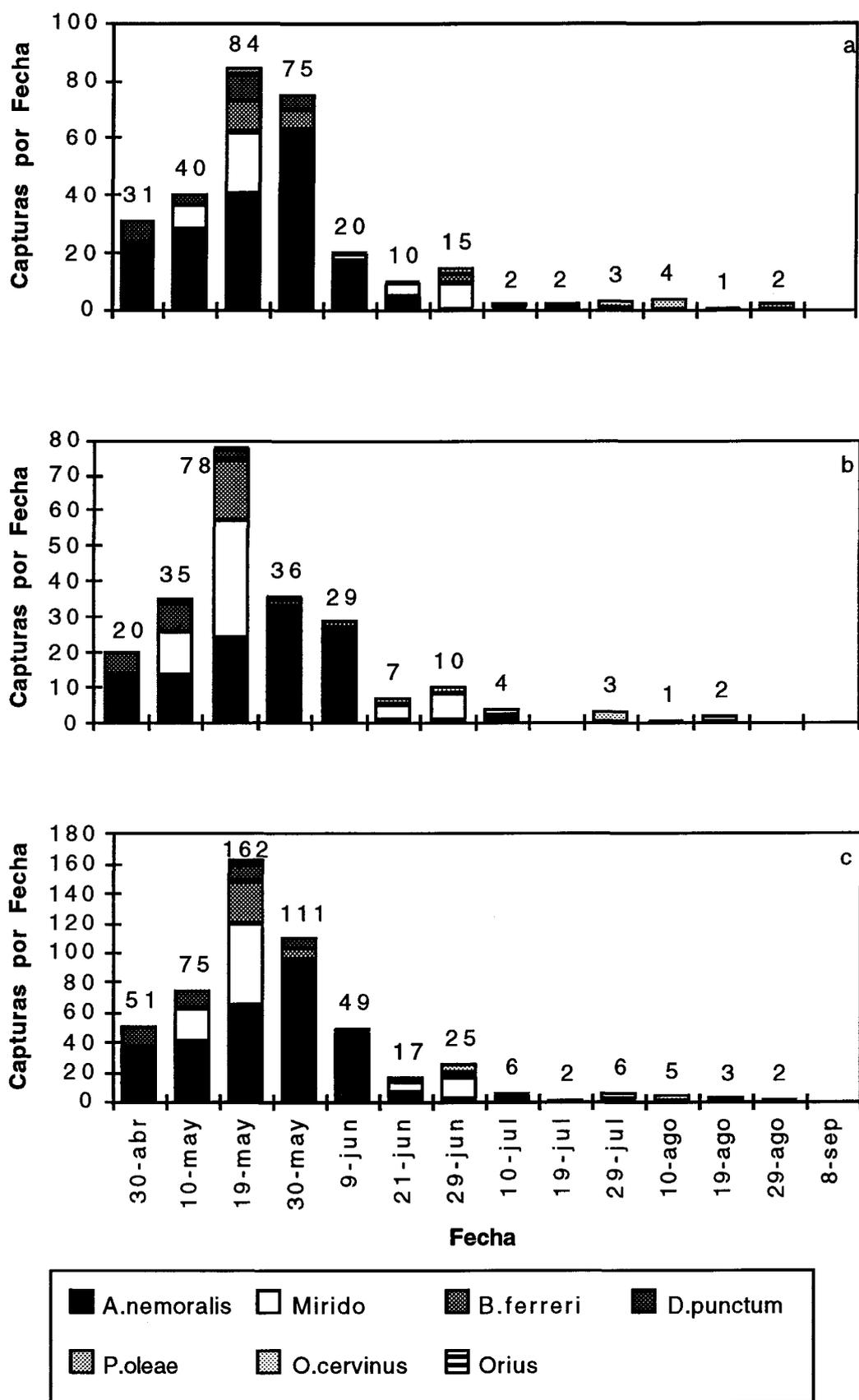


Fig. 24 Capturas de las heterópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1995. (A.nem=*A. nemoralis*)

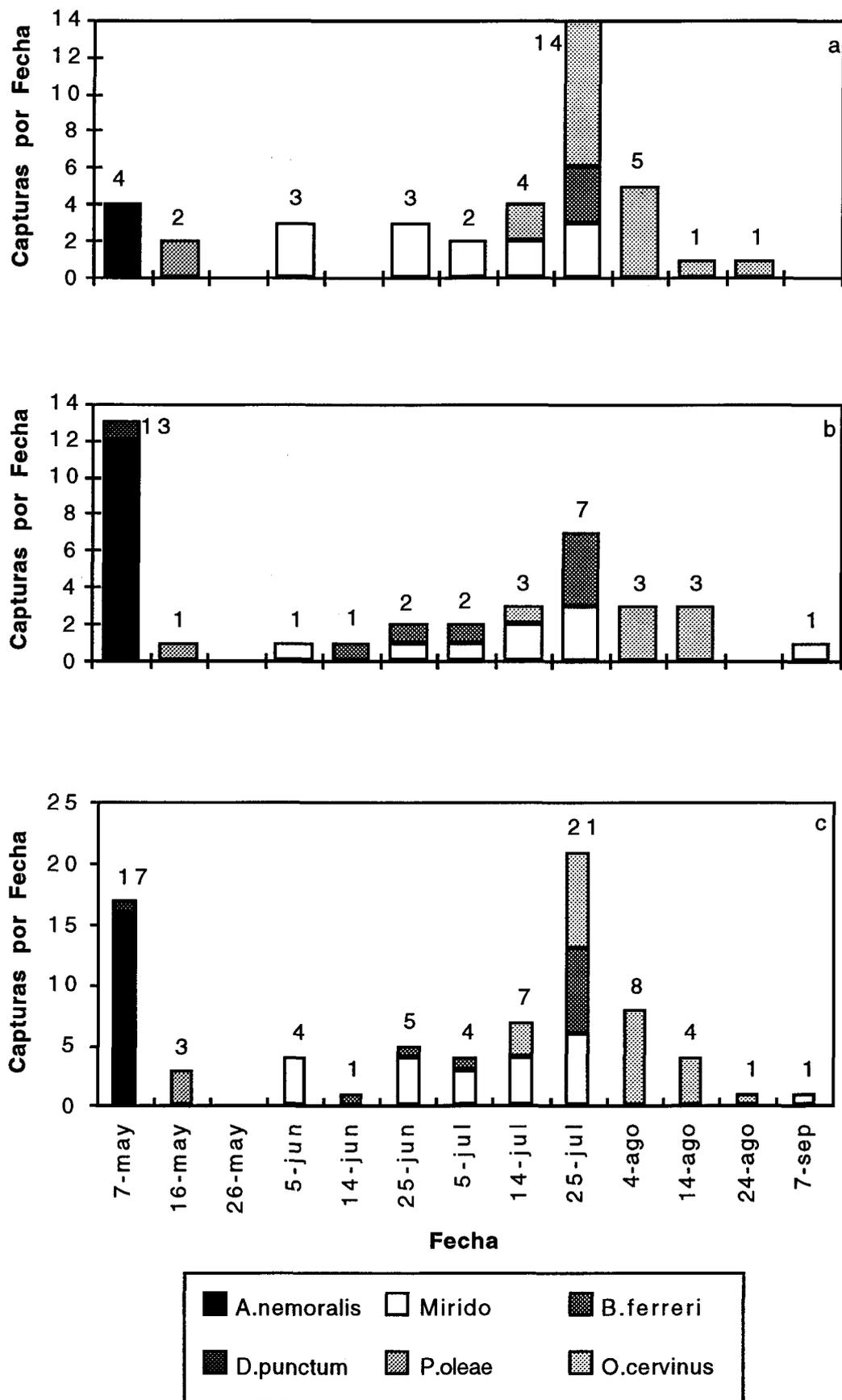


Fig. 25 Capturas de las heterópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1995. (A.nem=A. nemoralis).

se registró con más frecuencia por las tardes y en el P.I. las capturas fueron similares (Fig. 22-25). Los míridos son citados como una de las familias depredadoras mas numerosas en los olivares italianos (Belcari y Dagnino, 1995; Raspi y Malfatti, 1985).

Tabla 31 Proporciones de las especies capturadas de hetérotos del total.

Zona	Año	A. n	Mirído	O. c	D. p	B. f	P. o	O. l
Arenales	1994	27.9	37.5	9.1	2.6	21.1	1.9	1.3
	1995	56.4	20.8	4.5	9.1	7.8	1.0	0.2
P.I.	1994	33.5	21.1	1.0	2.9	30.0	13.3	0
	1995	21.1	30.0	31.6	1.3	13.2	4.0	0

A.n=A. *nemoralis*, O.c=O. *cervinus*, Dp=D. *punctum*, B.f=B. *ferreri*, P.o=P. *oleae*, O.l=O. *laevigatus*

La especie *Brachynotocoris ferreri* n.sp. fue más abundante en 1994, aunque en 1995 supuso uno de los heterópteros más comunes en ambas zonas (Fig. 22-25) (Tabla 31). En 1994, su proporción en relación con las demás especies fue superior en el P.I., pero en valor absoluto en Arenales se capturaron dos veces más. Únicamente en Arenales fue mas numeroso por las mañanas.

Otro heteróptero recogido, pero en menor número que los anteriores fue *Orthops cervinus*. Las capturas más elevadas se registraron en Arenales en 1994, seguido del P.I. en 1995, donde significaron el porcentaje más elevado de las especies encontradas (Fig. 22-25) (Tabla 31).

Las otras especies de este grupo, *Deraeocoris punctum*, *Phytocoris oleae*, *Orius laevigatus* fueron poco abundantes (Fig. 22-25) (Tabla 31).

O. laevigatus, solo se capturó en Arenales en agosto en 1994 y en mayo en 1995, y es descrita como una de las más frecuentes de este género en España. Es conocida en toda la cuenca Mediterránea, extendiendo hasta en las islas Británicas (Ferragut y Gonzalez-Zamora, 1994). Es utilizada en el control del trips en fresón (Gonzalez-Zamora *et al.*, 1994) y en rosales (Bertaux, 1993) y de la mosca blanca en fresón (Villevielle y Millot, 1991; Benuzzi, 1992) y en pimientos (Tavella *et al.*, 1991; Chambers y Long, 1992; Chambers *et al.*, 1993).

Los individuos de *D. punctum* se observaron fundamentalmente en mayo. En Arenales se capturó más por la mañana mientras que en el P.I. las capturas fueron más o menos iguales tanto por la mañana como por la tarde. En los olivares griegos han encontrado otra especie del mismo género, *D. schach*, y es citada como un depredador importante (Mazomenos *et al.*, 1994). Distintas especies de este género han sido citadas como depredadores

contra el psílido en perales en Francia (Baudry y Breisch, 1989) y en Italia (Priore, 1991) y en algodón contra varios hemípteros y moscas blancas en Turquía (Ghavami y Özgür, 1992) y contra la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, en la India (Kapadia y Puri, 1991).

El heteróptero *P. oleae* se recogió en ambos olivares durante los meses de mayo y junio, aunque fue mas abundante en el P.I., donde en 1994 supuso el 13.3% de las capturas totales En 1994 en ambos olivares se capturó más por la mañana mientras que en 1995 las capturas fueron más o menos iguales tanto por la mañana como por la tarde. (Fig. 22-25)(Tabla 31).

4.1.7 Coleópteros

En general los coleópteros contituyen el grupo animal más rico en especies. En el olivar granadino las principales familias depredadoras estuvieron representadas y las especies capturadas se indican en el Apendice B.3?.

Los resultados se han dividido por familias dado que las capturas fueron dominadas por el coccinélido, *Scymnus suturalis* y las demás especies fueron pocos abundantes.

4.1.7.1 Número de individuos

En el P.I. en 1994 se recogieron el doble de coleópteros que en 1995, y que en Arenales en ambos años ($p < 0.0001$) (Tabla 32,33).

Durante todo el periodo de estudio, las capturas fueron más numerosas por las tardes, aunque las diferencias fueron significativas solamente en 1994 en Arenales (Kruskal -Wallis $p < 0.001$) (Tabla 32,33).

Tabla 32 Número de individuos y especies absoluto de coleópteros capturado en ambas zonas y años.

Coleópteros		Arenales		Parque de Invierno	
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	147	14	352	10
	Tarde	202	9	478	11
	Total	349	15	830	14
1995	Mañana	159	11	145	10
	Tarde	194	10	163	11
	Total	353	11	308	11

Al comparar las dos zonas se observó que en ambos años hay una marcada desigualdad en cuanto a las fenologías. Así, en el P.I. la máxima presencia de los coleópteros tuvo lugar al principio de la estación, en mayo, y en Arenales en julio (1994) o en agosto (1995) (Fig. 26-29). Con respecto a

las fechas, las diferencias fueron altamente significativas ($p < 0.001$). En los olivares italianos, la época de mayor abundancia es en junio, julio y agosto (Belcari y Dagnino, 1995).

Entre árboles las diferencias solo existieron en Arenales (Friedman $P < 0.005$ (1994), $p < 0.001$).

4.1.7.2 Número de especies

En ambas zonas en 1994 la cantidad de especies fue significativamente ($p < 0.05$ en el P.I. y $p < 0.001$ en Arenales) más elevada que en 1995 y entre zonas, solo hubo significación en 1995 (Kruskal-Wallis $p < 0.005$) (Tabla 32, 33).

La cifra de especies capturadas en las distintas fechas fueron significativamente diferentes ($p < 0.001$), al igual que entre árboles, aunque en este último caso solo hubo significación en Arenales ($p < 0.05$ (1994) y $p < 0.001$ (1995)).

También hubo diferencias entre los encontrados por la mañana y la tarde ($p < 0.001$), pero solo en Arenales.

Tabla 33 Número de individuos y de especies de coleópteros capturados

Zona	Año	Número			Especies		
		Medio \pm D.S.	Min.	Máx.	Medio \pm D.S.	Min.	Máx.
Arenales	1994	0.76 \pm (0.05)a	0	7	0.45 \pm (0.03)c	0	2
	1995	0.62 \pm (0.05)ab	0	11	0.37 \pm (0.02)d	0	3
P.I.	1994	1.64 \pm (0.16)a	0	27	0.45 \pm (0.03)c	0	2
	1995	0.58 \pm (0.06)ab	0	12	0.29 \pm (0.02)e	0	3

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (Kruskal-Wallis)

4.1.7.3 Diversidad

Al realizar las comparaciones no se observaron diferencias significativas ni entre años ni entre zonas. Asimismo, la diversidad fue similar a lo largo del día (Tabla 34).

Tabla 34 Índices de diversidad de coleópteros entre zonas durante los dos años de estudio.

Año	Arenales			Parque de Invierno		
	Mañana	Tarde	Global	Mañana	Tarde	Global
1994	0.19a	0.12a	0.20a	0.08a	0.08a	0.10a
1995	0.14a	0.13a	0.19a	0.14a	0.10a	0.16a

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (T-student)

4.1.7.4 Especies de coleópteros encontradas

En los olivares granadinos se capturaron cinco familias de este orden, de las cuales la coccinélidae fue evidentemente la más abundante (Tabla 35), ya que las otras se encontraron en muy bajo número y tan solo al inicio de la estación (Fig. 26-29). En Italia los coccinélidos son también la familia depredadora más frecuente significando el 27.8% (Raspi y Malfatti, 1985) y el 11.9% del total (Belcari y Dagnino, 1995).

Tabla 35 Proporciones de las especies capturadas de coleópteros del total.

Zona	Año	Cocc- inélido	Carábido	Estafilínido	Malaquído	Cantarido
Aren.	1994	88.6	10.2	0.9	-	0.3
	1995	94.5	1.7	2.9	0.9	-
P.I.	1994	92.7	1.5	0.6	1.3	0.1
	1995	89.4	3.0	4.0	3.7	-

Scymnus suturalis fue el coccinélido más abundante en ambos olivares y años alcanzando hasta más del 90% de todos los coccinélidos en ambas zonas y años, el máximo siendo el 98.1% en el P.I. en 1994. Es descrita en olivares griegos por Argyriou y Katsoyannos (1977) y ellos indican que este coleóptero utiliza las plagas del olivo solamente como presas alternativas, puesto que muestran preferencia por los pulgones. En el olivar de libanés hay descrita una especie del mismo género, *S.syriacus*, como depredador de *S.oleae* (Lal y Naji, 1979).

Otros coccinélidos recogidos en nuestra zona son *Coccinella septumpunctata*, *Adalia decumpunctata*, *Chilicorini* spp., y *Plarynaspis luteoruba*, los cuales también son registrados en olivares de Grecia (Argyriou y Katsoyannos, 1977). De las tres últimas especies solo se recogieron en nuestra zona entre dos y cuatro individuos.

Coccinella septumpunctata, fue la segunda especie más abundante. En Arenales se recogieron 10 y 11 individuos en 1994 y 1995 respectivamente, y en el P.I. solo se capturaron dos ejemplares en 1994. Es muy conocida y frecuente por toda Europa (Harde y Severa, 1981) y especialmente como un depredador de pulgones (ej. Honek, 1985a; Núñez *et al.*, 1992), aunque también es sabido que se alimentan de otras presas (Plaza, 1984). Esta favorecida en los sistemas de manejo intensivo (Galecka, 1986) y los adultos usan kairomonas de las presas y feromonas para localizar la comida (Sengonca y Liu, 1994). Su actividad depende de la temperatura y del hambre, de forma que cuanto más hambre y más calor, la intensidad de su movimiento aumenta (Honek, 1985b).

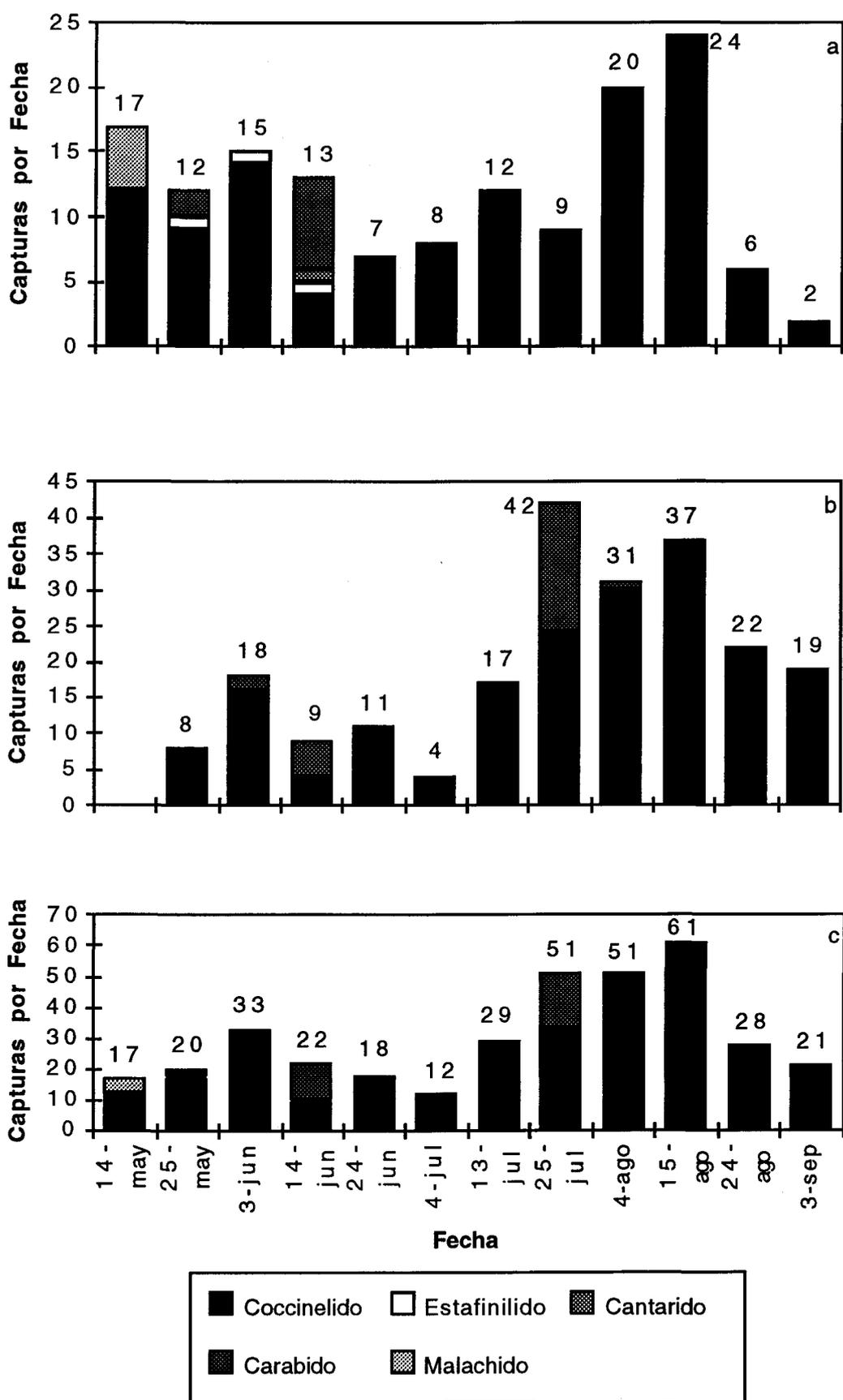


Fig. 26 Capturas de las coleópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1994.

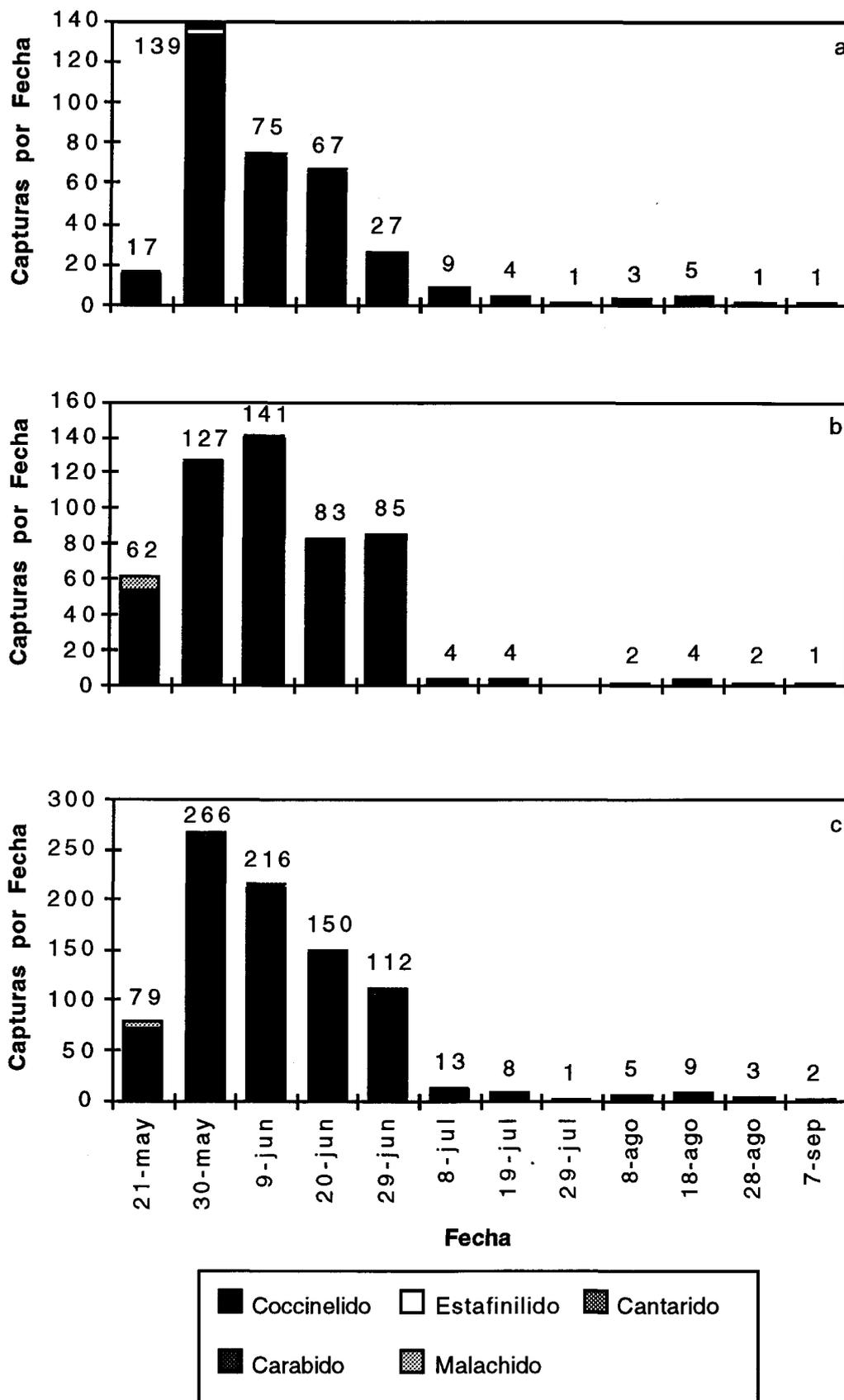


Fig. 27 Capturas de las coleópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1994.

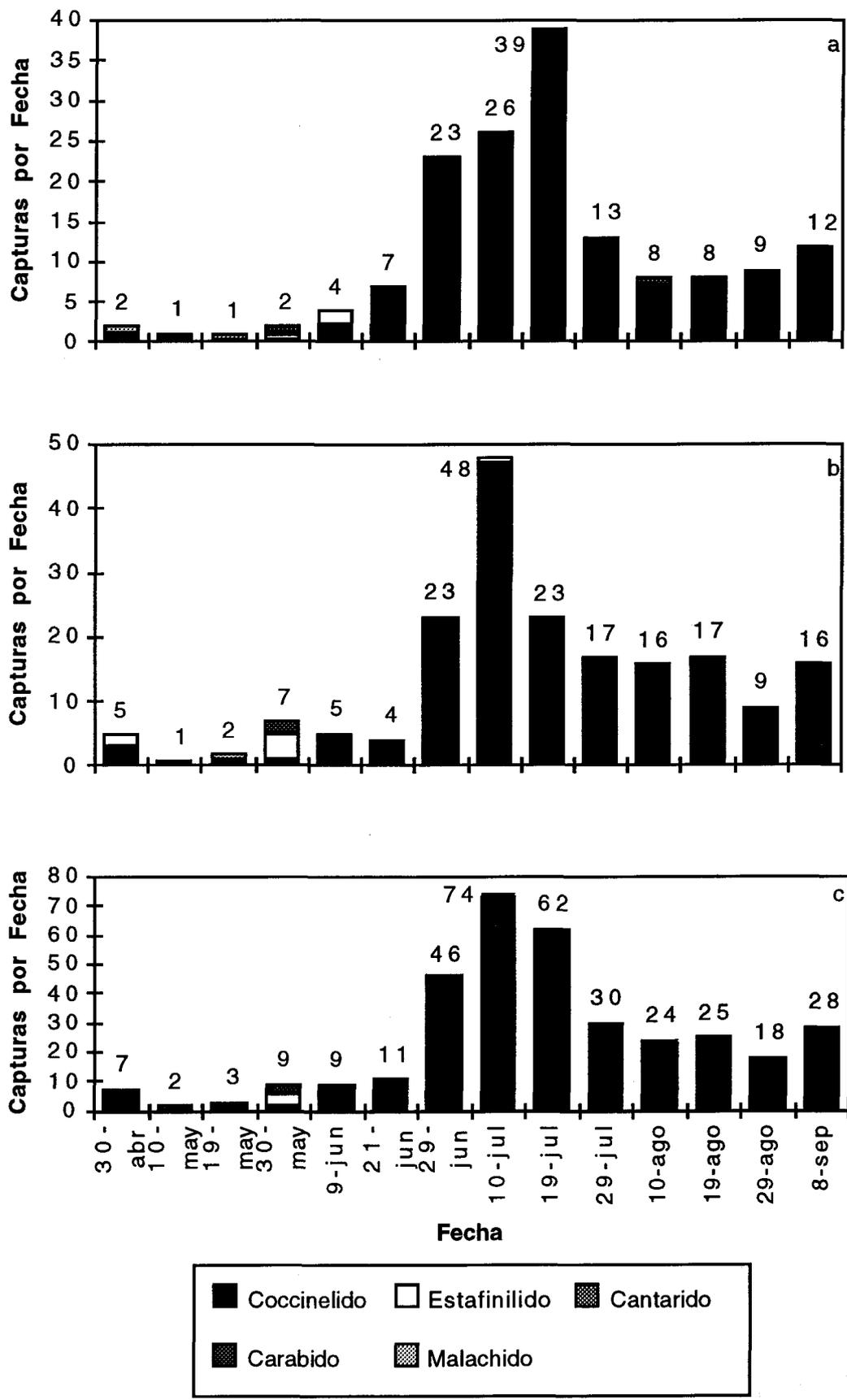


Fig. 28 Capturas de las coleópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1995.

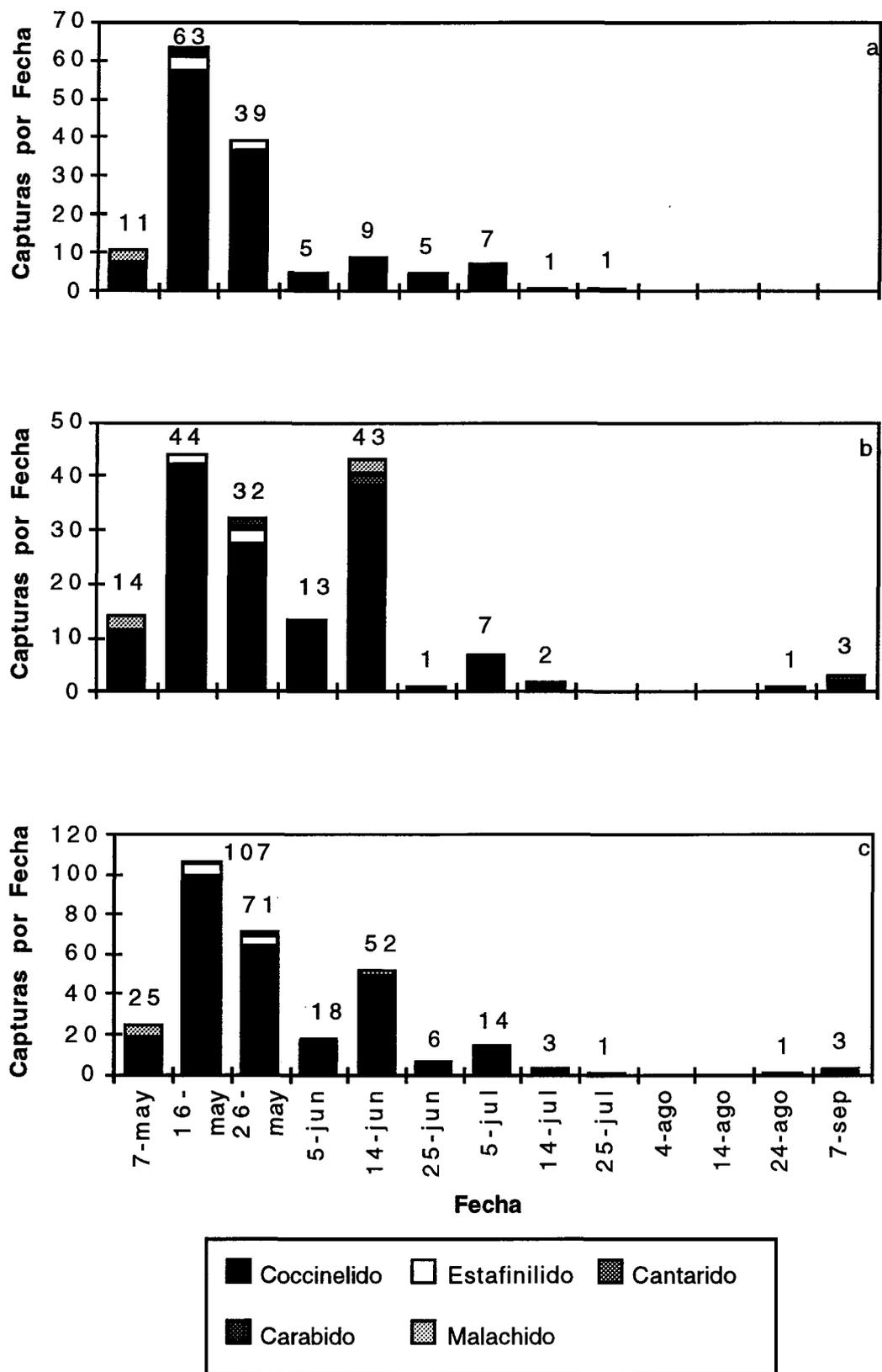


Fig. 29 Capturas de las coleópteros a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1994.

En un estudio de la competencia entre larvas de *C. septumpunctata* y del crisópido *C. carnea*, observaron que siempre el tamaño determina el ganador, pero cuando las larvas tienen el mismo vigor *C. carnea* es la vencedora. Aunque este estudio se ha realizado en condiciones de laboratorio, esta interferencia en el campo podría disminuir la eficacia depredadora de ambos.

Los coleópteros carábidos estuvieron representados por 11 especies (Apendice B.3), y algunas de ellas como *Trechus quadristriatus* están distribuidas por toda Europa (Harde and Severa, 1981). En nuestra zona las capturas de carábidos en las tardes fueron ligeramente más elevadas y se recogieron 63 ejemplares en total. De ellos, 35 se encontraron en 1994 en Arenales, y el 40% correspondió a la especie *Calathus ambiguus*.

Los estafilínidos representaron en nuestra zona entre el 0.6 y el 4% de los coleópteros, con 30 individuos recogidos (Tabla 35). En el olivar italiano esta familia es la segunda en importancia dentro de los coleópteros depredadores con el 9.8% del total. Ellos atribuyen la alta proporción de estafilínidos a la presencia de excrementos de caballos y otras materias orgánicas en descomposición, ya que muchos miembros de la familia son coprofílicos. Los carábidos no son encontrados en su estudio (Belcari and Dagnino, 1995).

Los maláquidos y los cantáridos son menos frecuentes (Tabla 35) y de cada familia se capturaron 25 y 17 ejemplares, respectivamente. Los cantáridos solo se encontraron en 1994.

Por último la familia Cucujidae solo estuvo representada por un individuo, recogido el 26 de mayo. En el olivar ha sido citado otro cucújido *Leptinophoeus juniperi* como depredador del escolítido *Phloeotribus scarabaeoides* (Gonzalez, 1990), junto con el clérido *Thanasinus formicarius* (Russo, 1938; Civantos, 1995; Gonzalez y Campos, 1990). Ellos fueron observados en las galerías de reproducción que los escolítidos realizan en las leñas de poda.

4.1.8 Otros órdenes

Este grupo está formado por Dictiópteros, Neurópteros, Dermápteros, Dípteros y Tisanópteros. Las especies capturadas pertenecen a cinco familias y se detallan en los apendices B.5 hasta el B.9, sucesivamente. La causa de este agrupamiento fue su baja frecuencia.

En Arenales las capturas de ambos años fueron similares, mientras que en el Parque de Invierno en 1994 se recogió casi el doble ($p < 0.001$) (Tabla 36 y 37). En 1994, en ambas zonas se observó un número similar, pero

en 1995 en el P.I. la población fue muy inferior ($p < 0.0001$). Solamente en el P.I. en 1994 hubo diferencias significativas entre árboles ($p < 0.05$). Respecto a las fechas se encontró significación en ambos años y zonas ($p < 0.001$).

Tabla 36 Número de individuos y de especies de otros ordenes capturados

Otras		Arenales		Parque de	Invierno
		Número	Especies	Número	Especies
1994	Mañana	148	15	92	15
	Tarde	81	9	105	10
	Total	229	17	197	16
1995	Mañana	127	10	71	13
	Tarde	104	10	33	11
	Total	231	10	104	13

En cuanto al número de especies hay que indicar en que 1995 la cifra fue inferior en ambas zonas ($p < 0.01$ y $p < 0.001$ en Arenales y P.I. respectivamente) y que en los dos años se capturaron más especies en Arenales ($p < 0.01$ y $p < 0.001$ en 1994 y 1995, respectivamente) (Tabla 36 y 37). En ambas zonas y años existió diferencias significativas entre el número de especies por árbol ($p < 0.001$).

Tabla 37 Número de individuos y de especies de otros ordenes capturados

Zona	Año	Número			Especies		
		Medio \pm D.S.	Min	Máx	Medio \pm D.S.	Min	Máx
Arenales	1994	0.54 \pm (0.04)a	0	7	0.40 \pm (0.03)c	0	3
	1995	0.43 \pm (0.04)ab	0	6	0.31 \pm (0.02)d	0	3
P.I.	1994	0.45 \pm (0.04)a	0	6	0.32 \pm (0.03)e	0	3
	1995	0.20 \pm (0.03)ab	0	6	0.17 \pm (0.02)f	0	3

Si comparten la misma letra no tiene significación al nivel $p < 0.05$ (Kruskal-Wallis)

Del orden neuróptera se encontraron dos familias, chrysopidae y raphididae. La baja representación que los crisópidos han tenido en nuestro estudio contrasta con lo observado por otros autores (Canard and Laudého, 1977, 1980; Alrouechdi *et al.*, 1980, 1981; Campos and Ramos, 1985; Ramos *et al.*, 1987; Ramos and Ramos, 1990; Sacchetti, 1990), lo cual puede ser explicado por el diferente método de muestreo utilizado. La familia chrysopidae fue la más abundante en Arenales y en el P.I. en 1995. En esta zona en 1994 ocupó el tercer lugar precedida por ráffidos y mántidos (Tabla 38). Están presentes durante todo el periodo de muestreo, y principalmente por las mañanas, Aunque en mayo-junio fueron más profusas, es difícil concretar un patrón (Fig. 30-33). En 1994 en ambas zonas las especies más frecuentes fueron *C.carnea* y *Mallada* spp., recogiendo

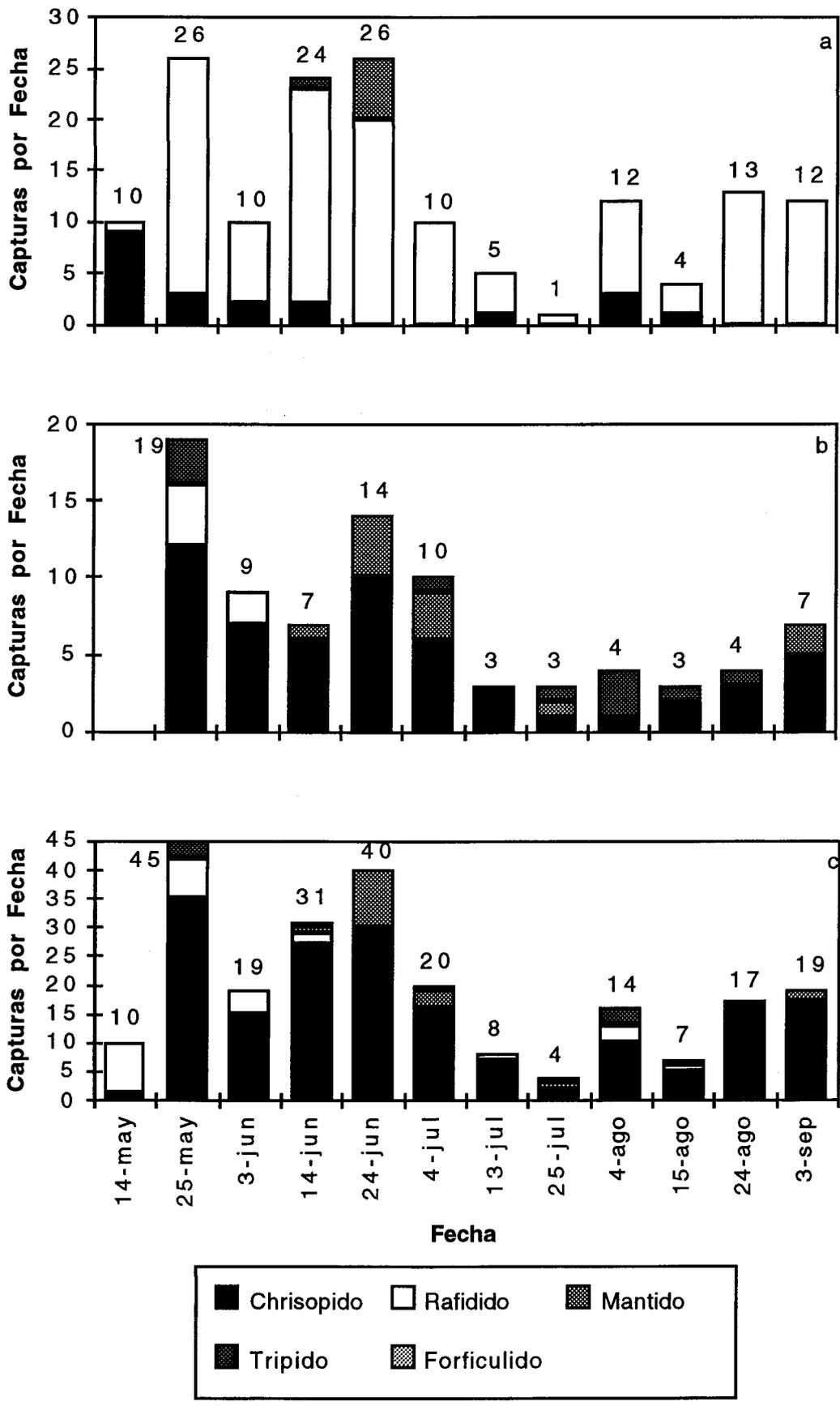


Fig. 30 Capturas de los otros ordenes a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1994.

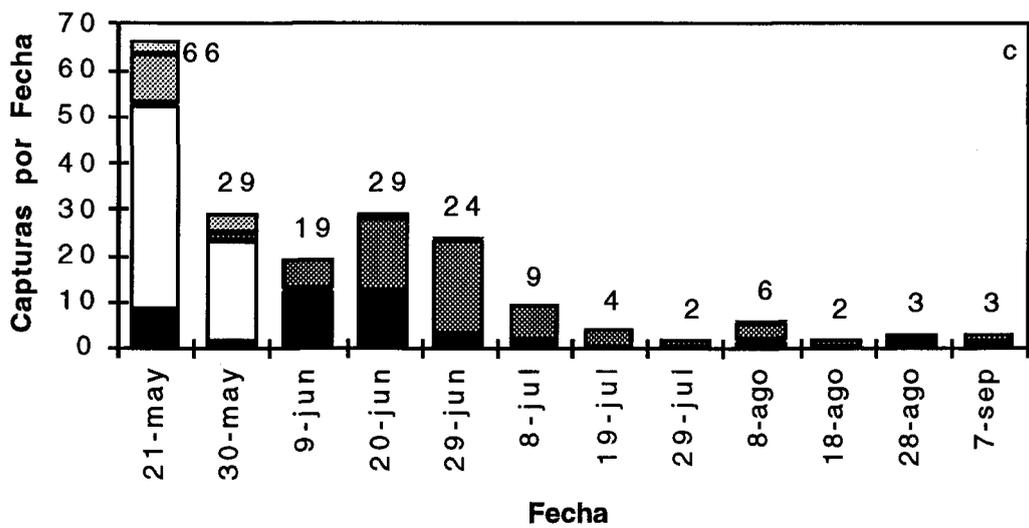
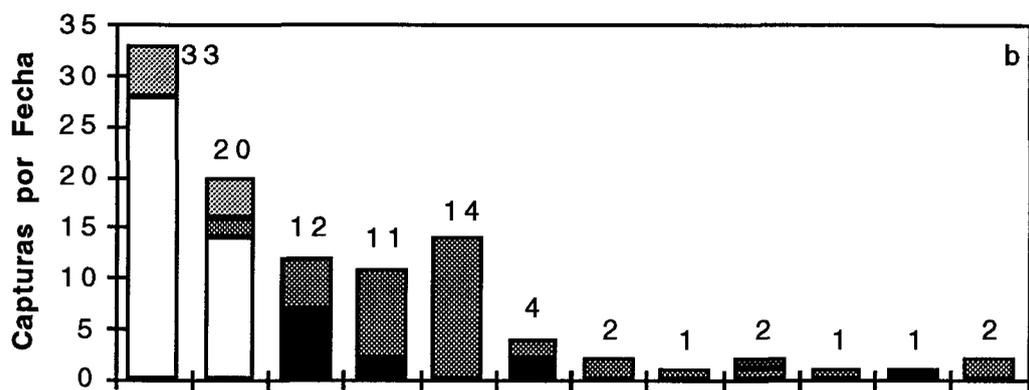
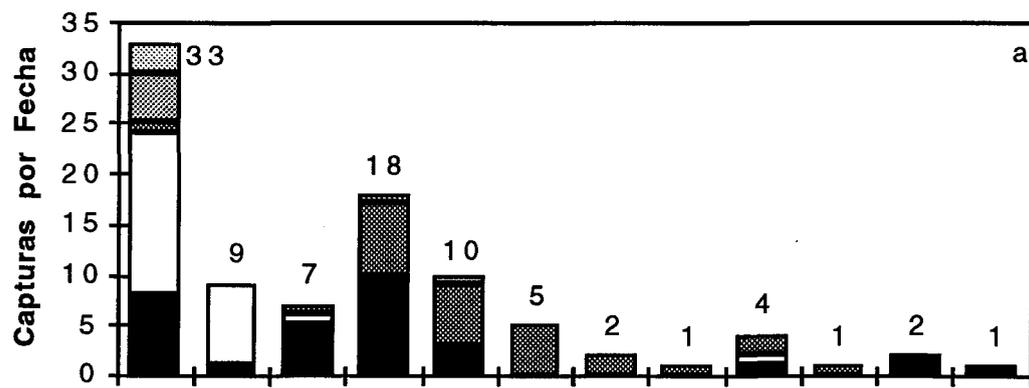


Fig. 31 Capturas de los otros ordenes a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1994.

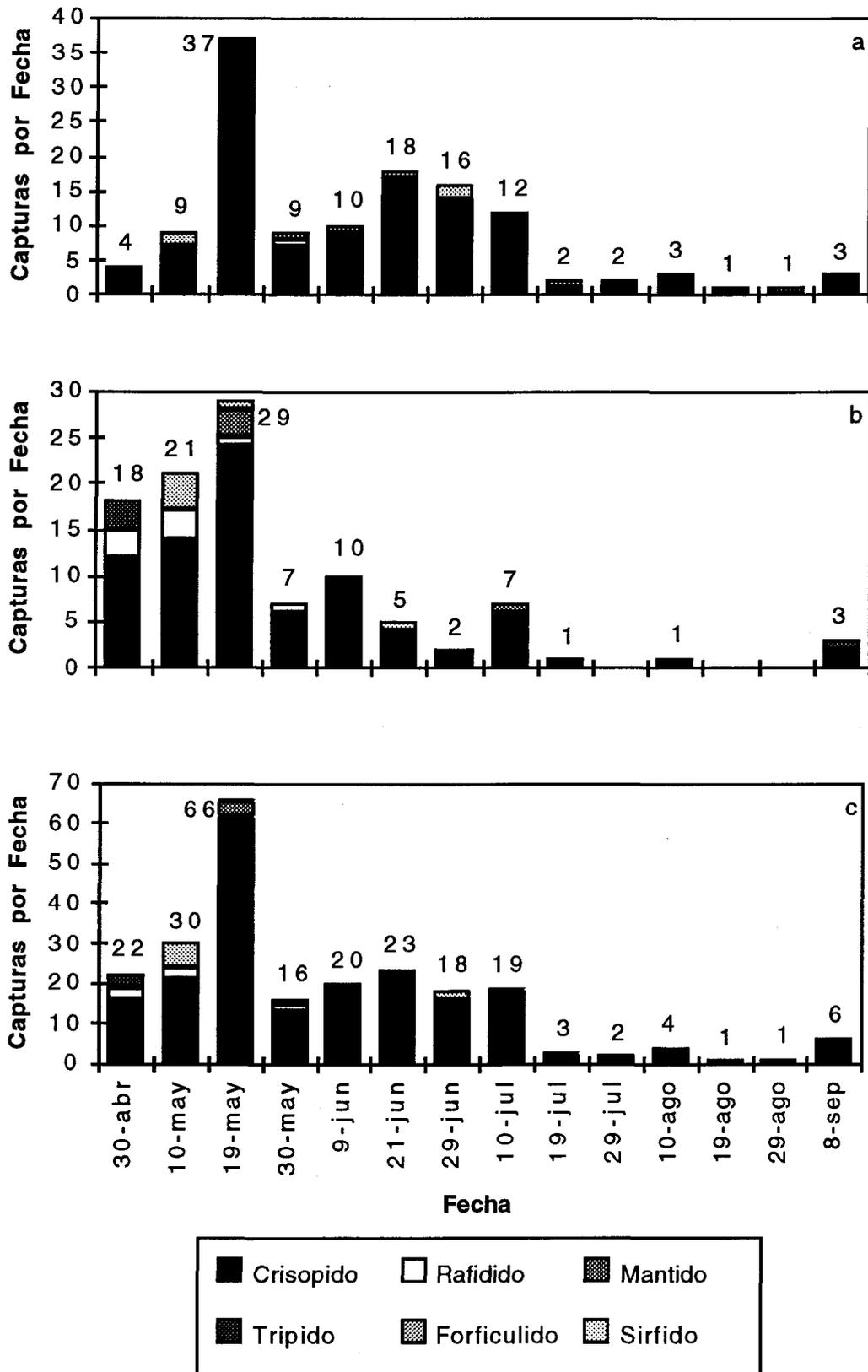


Fig. 32 Capturas de los otros ordenes a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en Arenales en 1995.

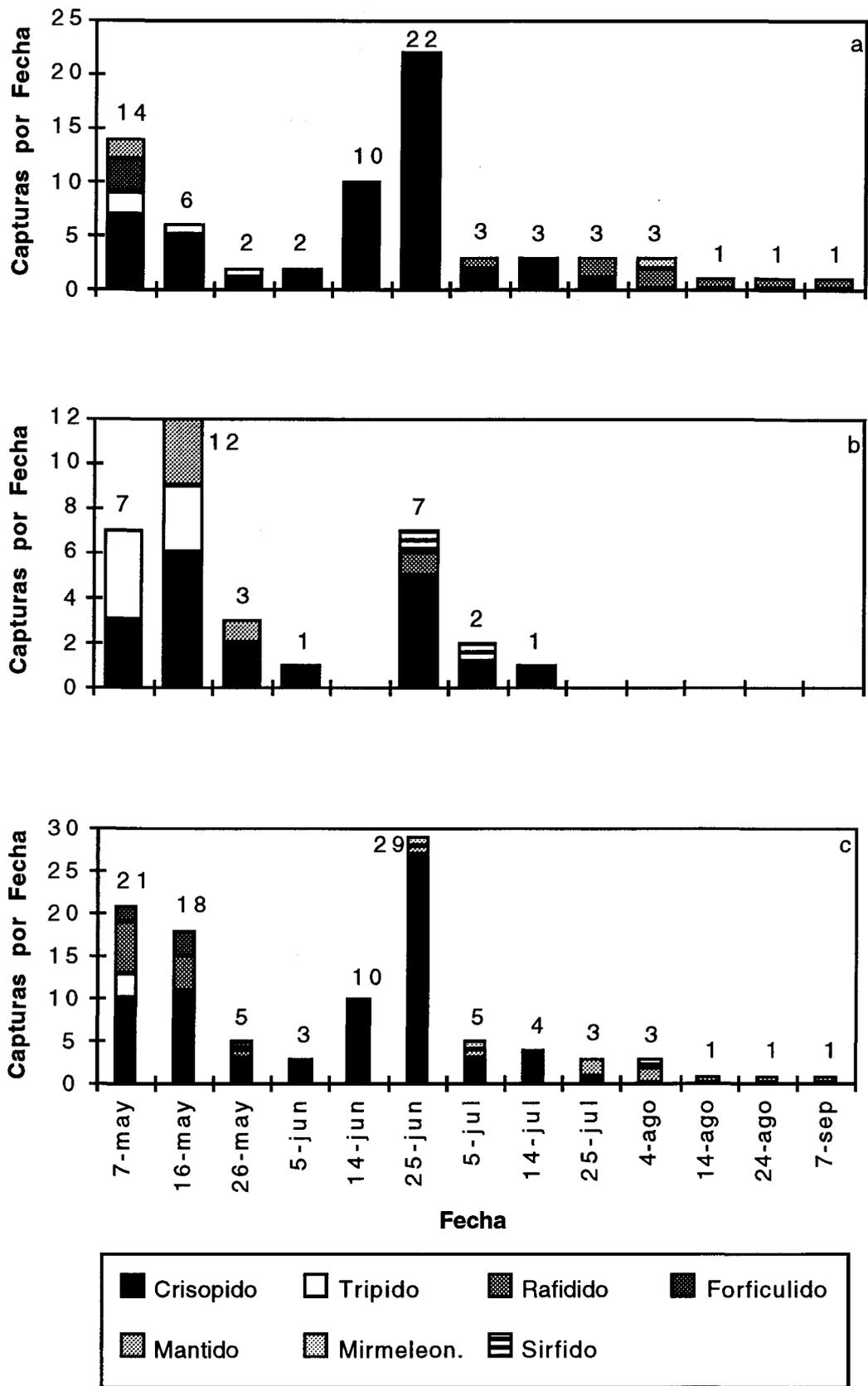


Fig. 33 Capturas de los otros ordenes a) por la mañana, b) por la tarde, y c) totales en el Parque de Invierno en 1995.

un número similar de individuos de cada una. Entre las dos, supusieron 95% de las crisópidos totales. Sin embargo, en 1995 se encontró fundamentalmente *C. carnea* y destacó que en el P.I. solo se observara un espécimen de *Mallada* spp. En Arenales hubo 1.5 veces más de *C. carnea* y las dos especies representaron más del 90% de las capturas totales de crisópidos. En 1994 la cifra de adultos y larvas de *C. carnea* fue similar, aunque en 1995 los adultos predominaron. En el caso de *Mallada* sp., casi todos los individuos capturados fueron larvas. Se considera que no hay un método de muestreo apropiado para las larvas de crisópidos ya que existen larvas muy rápidas como las de *C. carnea* y otras menos activas que llevan basura en la parte dorsal como *Mallada* spp., las cuales son más visibles y fáciles a encontrar (Neuenschwander 1984). En Italia solamente el 0.2% de las capturas totales fueron neurópteros, de los cuales los crisópidos fueron cogidos esporádicamente (Belcari y Dagnino, 1995).

Tabla 38 Proporciones de las especies capturadas de lo demás ordenes del total.

Zona	Año	Crisópido	Rafidido	Forficularido	Mántido	Sírfido	Trípido
Aren	1994	75.1	11.2	0.4	7.0	-	4.1
	1995	86.2	3.9	0.4	3.0	4.3	2.2
P.I.	1994	21.9	34.7	8.2	33.2	1.5	0.5
	1995	69.2	10.6	5.8	8.7	1.0	2.9

Los rafididos fueron fundamentalmente capturados en mayo (Fig. 30-33). La abundancia con respecto a las zonas fue superior en el P.I. y en relación con los años en 1995. Fueron encontrados tanto por la mañana como por la tarde. Las especies registradas, *Harraphidia laufferi* y *Ohmaella baetica*, fueron diferentes a las citadas por Campos y Ramos (1983) (*Raphidia* sp.) y a las cogidas en Grecia (Mazomenos *et al.*, 1994) donde son correlacionadas con las capturas de los adultos de *Batrocera oleae*. En nuestro estudio los muestreos terminaban demasiado temprano para corroborar esto. También señalan que son muy sensibles al uso de plaguicidas y piensan que es fundamental que haya presas alternativa en el olivar para mantener poblaciones adecuadas de neurópteros en este cultivo.

Los mántidos estuvieron representados por varias especies y aparecieron a finales de mayo o en junio, tanto por la mañanas como por las tardes (Fig. 30-33). Su importancia fue con diferencia superior en el P.I. en 1994, en relación con la otra zona y año (Tabla 38) donde se capturaron entre siete y nueve individuos. *Iris oratoria* fue la especie más abundante

alcanzando el 90% de las capturas de mantidos en el P.I. en 1994, seguida de *Empusa pennata*, encontrada en ambas zonas. *Mantis religiosa*, es citada como un depredador en los olivares de Libia del cóccido *Saissetia oleae* (Lal y Naji, 1980) y fue capturada solamente en Arenales al igual que *Amelinae* sp.. En Grecia también se han encontrado *M. religiosa* y *I. oratoria*, las cuales evitan la competencia por separación vertical en la copa, ocupando la segunda sitios más altos en el follaje. Son considerados como bioindicadores fiables del uso de tratamientos estando ausente en los olivares tratados (Mazomenos *et al.*, 1994). Los mantidos son encontrados con poca frecuencia con respecto a los demás ordenes, y algunos autores (Fagan y Hurd, 1994) consideran que el número de otros artrópodos disminuye cuando aumenta la densidad de los mántidos, aunque la intensidad de esta relación es distinta según los taxones.

La tijereta, *Forficula auricularia* estuvo mucho más representada en el P.I., donde las capturas fueron superiores en 1994. (Tabla 38). Se recogió en el mes de mayo y en mayor número por las tardes. Es una especie cosmópolita y polífaga y es mencionada como una plaga en melocotoneros (Sauphanor *et al.*, 1993) o como un depredador en cereales (Sunderland y Vickerman, 1980) y en lúpulo (Aveling, 1981). En Grecia, la especie *F. mediterranea* es descrita como un cazador eficaz de las larvas de *P. oleae* (Mazomenos *et al.*, 1994).

Los sírfidos fueron poco abundantes y tan solo en Arenales en 1995 su porcentaje fue apreciable (Tabla 38). La especie encontrada fue *Syrphus* spp. Sacchetti (1990) encontró en el olivar a *Xanthandrus comtus* y la describe como un depredador larvario ocasional de *P. oleae*. En los olivares italianos el 12% de los dípteros capturados fueron sírfidos, aunque este se tradujo a solamente el 2.1% del total (Belcari y Dagnino, 1995). Allí están presentes desde abril hasta octubre, sin embargo en Granada fue encontrado solo en los meses primaverales (Fig.s O).

Del orden Tisanóptera solo se encontró el trípido *Aeolothrip intermedius* y sus capturas fueron algo mas notables en Arenales en 1994 (Tabla 38), y se observó en a lo largo de la estación (Fig. 30-33).

4.2. Suelo

Cuando las trampas se disponen en un cuadrado latino existe la posibilidad de que haya interferencias en las capturas, si aquellas no son espaciadas adecuadamente, reflejandose sobre todo en las interiores donde se espera menor número de individuos (Scheller, 1984). En 1995 las capturas fueron similares en cuanto a individuos y a especies, pero en 1994 las

trampas interiores tenían una media de individuos por trampa (10.18 ± 1.31) significativamente inferior a la de las exteriores (8.72 ± 2.73) ($P < 0.05$), lo que indica que no había interferencia entre ellas. Igualmente el número de especies fue significativamente ($p < 0.05$) más elevado en el interior (1.89 ± 0.18), que en el exterior (1.39 ± 0.08).

Se comprobó que tan solo las trampas que se recogieron por la mañana presentaban valores medios de capturas diferentes según las distintas orientaciones. Se observó que en la orientación norte, el número de individuos capturados (17.32 ± 0.16) fue superior a las demás (10.69 ± 1.88 , 5.93 ± 1.5 5.18 ± 1.01 en el sur, este y oeste respectivamente), pero solo en 1994 las diferencias fueron significativas (Fisher's LSD $p < 0.01$). El número de especies fue también más alto en la norte (1.62 ± 0.16) pero no hubo significación estadística (1.54 ± 0.14 , 1.35 ± 0.15 y 1.55 ± 0.15 en el sur, este y oeste, respectivamente). Esto puede ser debido a que los insectos tiene preferencia por las zonas de sombra, ya que la recogida de las muestras se hizo por la mañana cuando ya habían transcurrido de 4 a 5 horas de luz y el sol daba por el sureste. En 1995 como en general todas las capturas fueron menores, no existiendo diferencia significativa en cuanto el número de individuos ni de especies.

El cuanto al efecto de trampas nuevas se observó que cuando se cambiaban las trampas por nuevas, o cuando se ponían nuevas trampas en sitios nuevos, mejoraron las capturas. Sin embargo, este efecto solo duraba unos 20 días, ya que después de este tiempo el número de individuos capturado volvía a bajar debido al acostumbramiento a las trampas.

Las trampas que se colocaron por la noche recogieron más que las que se pusieron por la mañana (Kruskal-Wallis, $p < 0.005$), con una media (y S.E.) de 2.22 (0.552) y 1.98 (0.598), respectivamente.. Esto puede estar ocasionado por las altas temperaturas reinantes por el día, que impiden que haya mucha actividad en el suelo.

Los resultados indican que la zona de estudio no es homogénea, ya que existen diferencias significativas entre las repeticiones, en cuanto al número de especies encontradas (Kruskal-Wallis, $p < 0.005$) y al de individuos ($p < 0.001$), aunque solamente en 1994.

Las capturas en 1994 fueron significativamente mayores que en 1995, en cuanto el número de individuos y de especies ($p < 0.001$) (Tabla 39).

A lo largo de la estación disminuyeron significativamente las capturas en los dos años con respecto al número de individuos y el número de especies (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$) (tabla 39). Esto podría explicarse porque la efectividad de las trampas había disminuido a lo largo de la

estación (Baars 1975; Epstein 1984), o a que se escapan de las mismas a causa de las elevadas temperaturas. Se sabe que las hormigas son capaces de escapar de las trampas a pesar de la barrera de Fluon, especialmente por la mañana cuando el Fluon está seco debido al calor (pers. obs.) Algunos autores han indicado que ciertas aplicaciones de plagicidas pueden bajar las capturas (Chiverton 1984), debido a la falta de presas para los depredadores (Sean Clark 1993). sin embargo, en Arenales no se utilizó plagicidas durante el período de muestreo y el abono fue aplicado mucho antes (en febrero).

Tabla 39 Número medio de especies y de individuos capturado en las trampas de caída, en Arenales.

1994	Especies	Número	1995	Especies	Número
17/5	1.45 ± (0.14)ac	18.10 ± (5.71)a	10/5	0.86 ± (0.16)a	3.45 ± (1.50)a
27/5	2.75 ± (0.27)bc	25.09 ± (7.69)a	18/5	0.93 ± (0.21)ac	2.38 ± (0.60)a
7/6	3.25 ± (0.26)bc	22.81 ± (4.63)a	30/5	0.63 ± (0.17)ad	1.00 ± (0.50)b
18/6	2.04 ± (0.26)ae	17.11 ± (4.83)ac	11/6	0.09 ± (0.05)b	0.09 ± (0.05)b
28/6	2.19 ± (0.23)bde	16.81 ± (6.17)ac	30/6	0.28 ± (0.09)b	0.72 ± (0.33)b
8/7	1.84 ± (0.23)ae	6.78 ± (1.74)bc	11/7	0.13 ± (0.06)b	0.13 ± (0.06)b
18/7	0.94 ± (0.19)af	2.09 ± (0.52)b	20/7	0.13 ± (0.06)b	0.19 ± (0.11)b
27/7	0.75 ± (0.14)bcdf	3.97 ± (1.34)b	29/7	0.09 ± (0.07)b	0.13 ± (0.10)b
6/8	1.34 ± (0.25)ae	4.09 ± (1.65)b	11/8	0.13 ± (0.06)b	0.13 ± (0.06)b
17/8	0.50 ± (0.15)bcdf	0.81 ± (0.29)b	24/8	0.31 ± (0.11)be	0.78 ± (0.29)b
26/8	0.78 ± (0.14)bcdf	0.91 ± (0.16)b	30/8	0.03 ± (0.03)b	0.03 ± (0.03)b
4/9	0.41 ± (0.12)bcdf	0.47 ± (0.14)b	12/9	0bf	0b
Media	1.52 ± (0.07)	9.82 ± (0.07)	Media	0.32 ± (0.04)	0.78 ± (0.04)

El bajo número de especies encontrado, puede estar causado por la política de dejar la superficie entre los olivos sin vegetación. En este sentido se ha demostrado que las capturas, en general, (Sean Clark *et al.* 1993) o de algunas especies en particular, como las de los carábidos (Mitchell 1963; Greenslade 1964) aumentan con la presencia de la cobertura. Castro *et al.*, (1996), encuentran que en olivares de laboreo había un número elevado de hormigas comparado con otros sistemas de manejo como no-laboreo con suelo desnudo o con cubierta vegetal. Ellos concluyen que la presencia de restos vegetales parece ser el factor que influye en mayor medida sobre la composición de la fauna, la cual puede explicar la pobreza de fauna del suelo observada en Arenales. También podría ocurrir que el eficaz forrageo de las hormigas excluyan a otras especies (Greenslade & Greenslade (1971).

4.2.1. Especies encontradas

Las Figs 34 y 35 muestran que las hormigas dominan el suelo presente debajo de los olivos, siendo la especie más frecuente *T. nigerrimum*. La gran variabilidad al nivel de trampa puede ser ocasionada

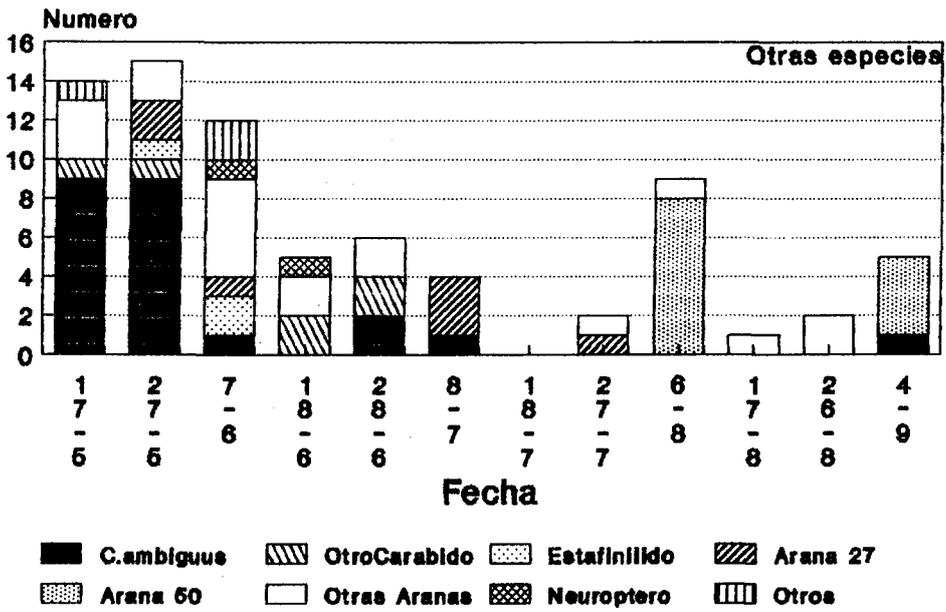
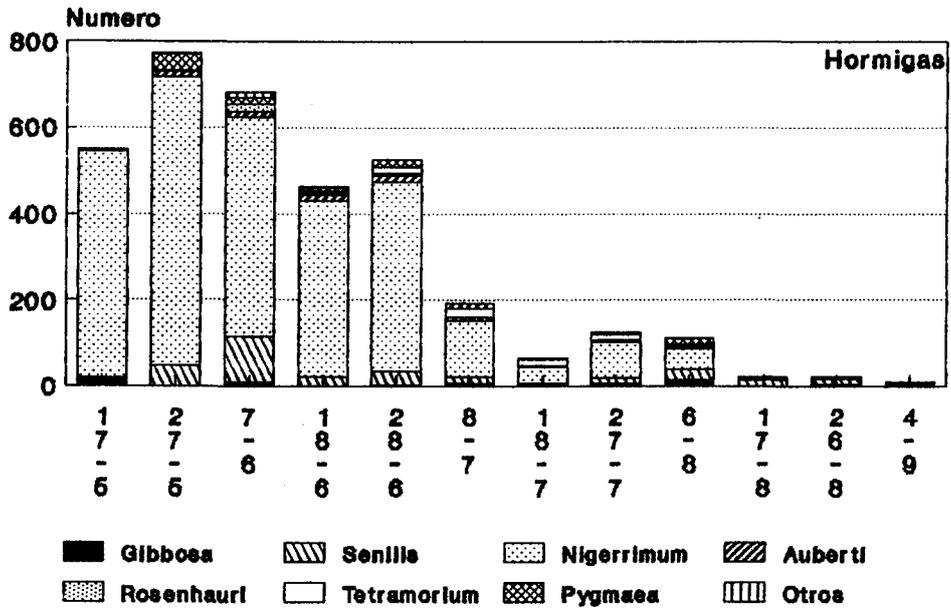


Fig. 34 Capturas de las trampas de caída en Arenales en 1994

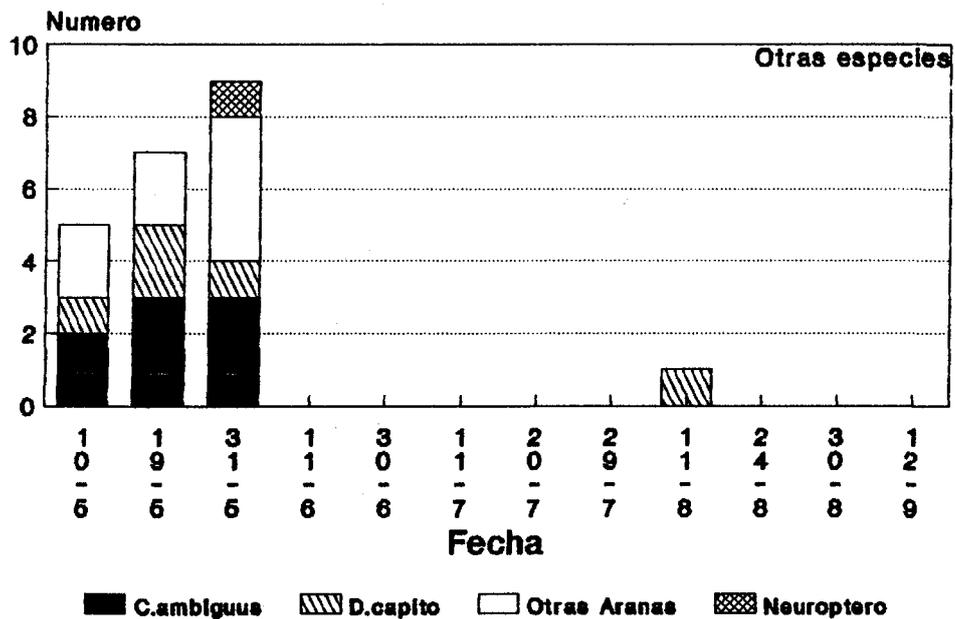
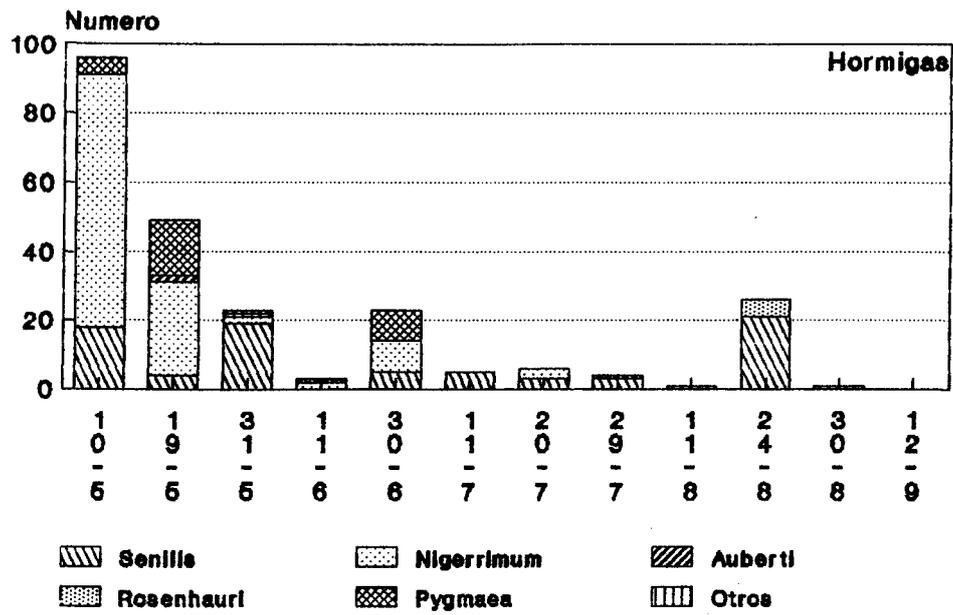


Fig 35. Capturas de las trampas de caída en Arenales en 1995

por la presencia o no, de hormigueros cercanos. Después de las hormigas, las especies más frecuentes fueron los escarabajos, especialmente los carábidos. En Grecia, el suelo está dominado por los carábidos y los estafinilidos, los cuales separan su actividad diaria entre ellos. Ellos evitan la competencia con las hormigas ya que estas casi nunca llevan las pupas, las cuales son atacadas rutinariamente por los Coleopteros (Mazomenos *et al.*, 1994).

La otra especie de formícido capturado fue *Aphenogaster senilis*. Es una hormiga omnívora cuyos obreros llevan en un 60% restos animales y en un 40% restos de plantas (Cerdá *et al.*, 1988). La mayoría de las presas están recién muertas y a los insectos vivos los ignoran. En Barcelona observan que su actividad comienza en marzo disminuyendo en agosto, y en los meses de verano esta se para completamente durante las horas más calurosas del día para reanudarla por la tarde (Cerdá *et al.*, 1988). En Granada su actividad comenzó mucho antes del mes de agosto (Fig. 34,35).

Existen interacciones entre *A. senilis* y *T. nigerrimum*, donde esta última especie suele llegar después y desplazarla, bien atacandola o matandola. Cuando las temperaturas son muy elevadas puede ocurrir lo contrario, ya que *T. nigerrimum* es más sensibles (Cerdá *et al.*, 1988).

Las capturas de arañas fueron muy bajas, lo que también fue observado por Castro *et al.* (1996) en Cordoba, pero contrasta con las observaciones de Thaler y Zapparoli (1993) en los olivares italianos. Ellos encontraron a lo largo de todo un año, 570 individuos en un zona y 341 en otra, pertenecientes a unas 70 especies. Dado que se trata de un olivar de la parte central de Italia puede ser que los resultados reflejen especies de un clima templado y que no estuviera tan dominado por las hormigas, como fue el caso de Granada.

4.3. Tronco

De todas las trampas ensayadas, las más efectivas fueron las de polietileno, ya que capturaban la mayor variabilidad de especies. Las de tela resultaron ser poco pegajosas y su color blanco atrajo de una manera selectiva, favoreciendo unas especies más que otras (Southwood, 1978) en comparación con el color transparente de las bandas de polietileno cuya atracción fue más neutral.

Sin embargo, las trampas engomadas (tipo c) colocadas alrededor del tronco para capturar los insectos que subían y bajaban por el mismo no dió buenos resultados por lo que fueron suprimidas. En ellas se recogieron un gran número de insectos, pero eran especialmente dípteros.

A partir de estos estudios preliminares se decidió continuar con las trampas engomadas sobre ramas, en vez de sobre el tronco, para minimizar sus efectos sobre artrópodos no depredadores.

4.4. Ramas

Se recogieron los mismos órdenes que en los muestreos realizados en la copa con el paraguas japonés, aunque los neurópteros fueron más frecuentes. Las hormigas dominaron las capturas en ambos años y el segundo grupo en abundancia fue diferente, ya que en 1994 destacaron los heterópteros y en 1995 los neurópteros (Tabla 40).

Si no tenemos en cuentas las capturas de las dos primeras fechas de 1995, se puede decir que durante los dos años se recogieron en las trampas un número muy similar de depredadores (Tabla 40) (Fig. 36), no existiendo diferencias significativas entre las capturas de los dos años. Estos resultados contrastan con los obtenidos con el paraguas japonés donde en 1994 en número de depredadores fue más elevado.

En ambos casos, hubo diferencias significativas entre la fecha de máximas capturas y el resto ($p < 0.05$), y solo hubo diferencias significativas entre todas las fechas a lo largo de la estación en 1994 ($p < 0.05$). En ambos años se observó que las capturas al inicio de la estación fueron superiores con respecto al final de la misma. Este hecho pudo ser probablemente consecuencia de las elevadas temperaturas existentes desde finales de julio hasta principios de agosto y no resultado del acostumbramiento a las trampas y por tanto la pérdida de su eficacia, ya que en las capturas de paraguas japonés también se pudo comprobar el descenso de las capturas por la misma época (Apartado 4.1). La menor disponibilidad de presas, fundamentalmente *P. oleae* y *E. olivina* podría ser otro de los factores causantes de la menor actividad observada a partir de julio.

Tabla 40 Número (n) y % de los individuos capturados de los distintos grupos en trampas pegajosas.

	1994 (De 8 Fechas)		1995 (De 10 Fechas)	
	n	%	n	%
Formícidos	87	49.4	147	53.9
Arañas	20	11.4	21	7.7
Heterópteros	40	22.7	11	4.0
Coleópteros	15	8.5	18	6.6
Neurópteros	14	8.0	66	24.2
Otros	0	0	10	3.7
Total	176		273	

De los grupos que utilizan las ramas como camino para localizar a sus presas, las hormigas estaban entre los más frecuentes. Fueron activas durante todo el periodo de estudio, con un mínimo durante la época de mas calor (Fig. 36). Su tendencia a hacer hormigueros en la copa y en el tronco desde donde los obreros salen a por la comida, hizo que los valores medios de las capturas no reflejasen la situación real, ya que estas fueron consecuencia de lo recogido en una o dos trampas. Las especies capturadas con las bandas engomadas eran predominantemente las que hacen sus hormigueros en el árbol, como *Lasius alienus*, *L. niger*, *Crematogaster scutellaris*, *Plagiolepis pygmaea*, *Formica subrufa*, *Catalyphis rosenhaueri* y *Camponotus* sp. fueron ocasionalmente capturadas. Cuando se utilizó el paraguas japonés en la misma zona, las especies más abundantes fueron las que hacen sus hormigueros en el suelo como *T. nigerrimum* seguida de *C. scutellaris* (Apartado 4.2.1). Esta diferencia entre ambos sistemas de muestreo podría ser debida a que la colonización de las hormigas en Arenales no es homogénea, ya que se realizaron en parcelas diferentes. Todas las especies a excepción de *Camponotus* (Alsina *et al.*, 1988) son omnívoras (DuMerle, 1982; Fellers, 1987; Serrano *et al.*, 1987; Cavia, 1990; Retana *et al.*, 1991), aunque *P. pygmaea* muestra preferencia por las dietas azucaradas (Bonavita-Cougourdan and Passera, 1977).

Los neurópteros fueron el segundo grupo más capturado y de ellos *Chrysoperla carnea* la especie más frecuente, al igual que ocurrió en las trampas Mc Phail (Apartado 4.5) (Fig. 36). Las otras especies encontradas incluyen *Mallada prasina*, *M. flavifrons*, *Cunctochrysa baetica*, *Chrysopa viridana*, el mirmeleónido, *Neuroleon nemausiensis* y el hemerióbido, *Sympherobius pygmeus*. En 1994, en mayor número de individuos (4) se encontró el 28 de junio y el 6 de septiembre. En 1995, aunque se observaron durante toda la estación, fueron más comunes a finales de mayo-principios de junio, por lo que se podría suponer que la emergencia de las larvas de los neurópteros, coincidió con la oviposición de *P. oleae* sobre el fruto, las larvas de *S. oleae* y las ninfas de *E. olivina* (Fig. 13). Las capturas de los neurópteros adultos fueron probablemente debidas a los efectos del viento o a que aterrizaron accidentalmente sobre las ramas, ya que en el laboratorio se observó que *C. carnea* para desplazarse hacia los lugares donde se alimenta u ovideponen, utilizan el vuelo. Duelli (1984) indica que los adultos de *C. carnea* depositan los huevos donde aterrizan. En el olivar las hembras de este depredador deponen sobre las ramas (pers. obs.), por lo que los distintos estadios larvarios fueron observados caminando a través de ellas. Se sabe que las larvas son capaces de recorrer grandes distancias en busca

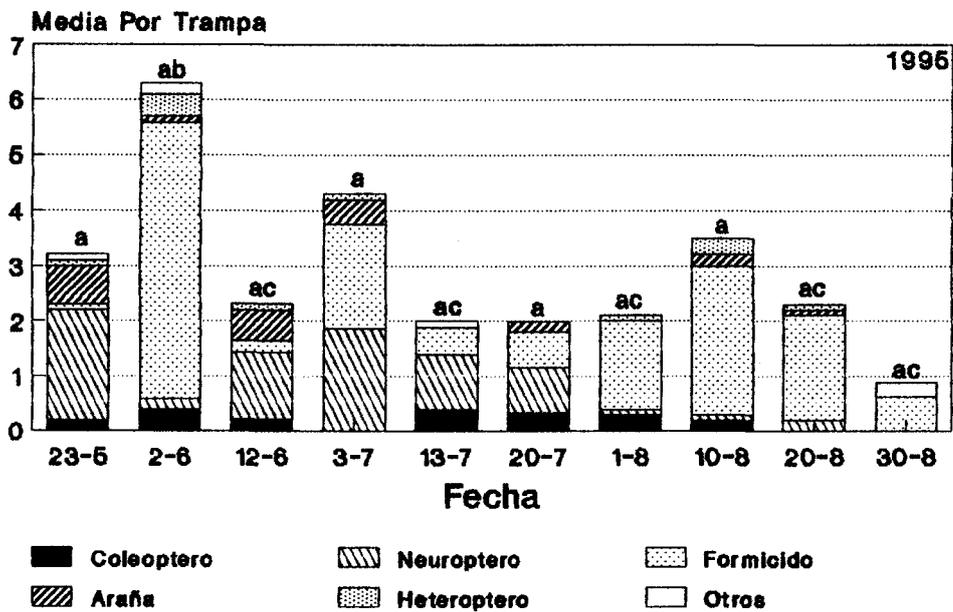
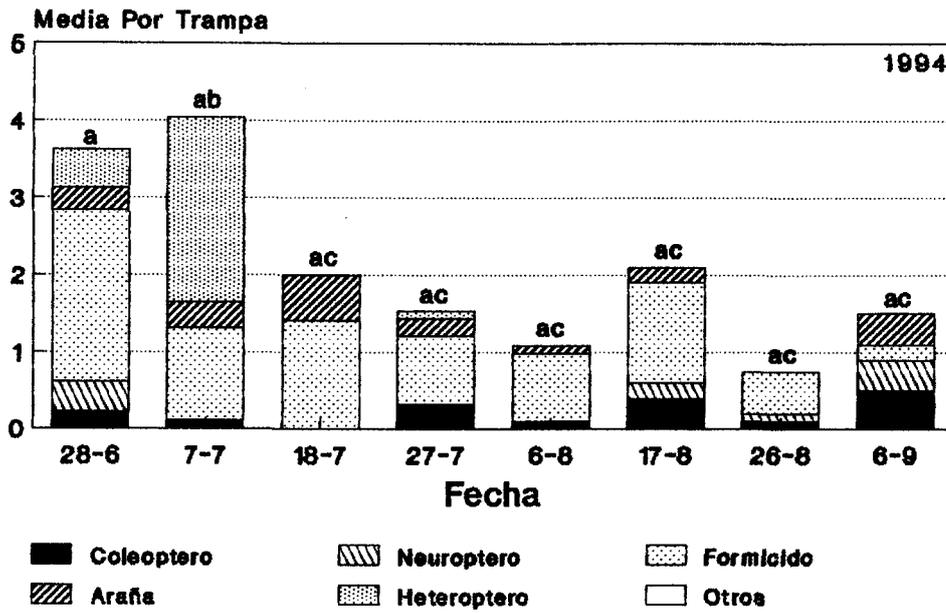


Fig. 36 Capturas de trampas pegajosas puestas por las ramas

de presas, y a mayor hambre mayor es el área investigada (Fleschner, 1950; Bond, 1980; Baumgaertner *et al.*, 1981).

El orden coleóptera estuvo representado por carábidos (*Lyonichus quadrillum*, *Syntomus fuscomaculatus*, *Mesolestes scapularis*), coccinelidos (*Scymnus suturalis* y *Coccinella septumpunctata*) y estafelínidos (*Aleochara olivieni*). Aunque su número fue bajo (Tabla 40) se recogieron regularmente a lo largo de la estación (Fig. 36). Los carábidos vuelan mal y están asociados con la fauna del suelo, por lo que parece que utilizan el tronco y las ramas principales para llegar a la copa del olivo. Los estafelínidos son más expertos en el vuelo que los carábidos, pero su presencia en las trampas indican que también caminan por las ramas, hecho que fue observado en el caso de los coccinélidos. Al comparar las capturas con las realizadas con el paraguas japonés se comprobó que el número de coleópteros era muy inferior y que los carábidos, en vez de los coccinelidos, fueron los más abundantes.

Las arañas se capturaron lo largo de todo el periodo de muestreo, pero su número fue inferior al observado con el paraguas japonés, aunque fueron observadas moviéndose alrededor del tronco y de las ramas. Los saltícidos Salt1 (*Salticus* sp.) y Salt2, junto con el thomécido, Thom1, fueron las especies más abundantes en ambos años. Ambas son cazadoras y según Turnbull (1973) tienen más probabilidad de ser capturadas en las trampas que las que hacen telarañas, dado que se mueven mucho más. Las arañas son consideradas como depredadores que esperan, incluyendo a muchas especies que son cazadores activos (Riechert, 1992), por lo que la selección del lugar adecuado es de vital importancia para ellas. Una decisión importante es cuando recolocarse de nuevo en la búsqueda de otro lugar (Riechert, 1992), y parece que el hambre es un factor decisivo que determina los cambios (Turnbull, 1964), especialmente para las arañas que ocupan lugares favorables en que no han invertido mucho tiempo en instalarse (Janetos, 1982). Para dispersarse, dado que no tienen alas, lo hacen transportándose mediante un hilo de seda con la ayuda del viento. El hilo también es usado para realizar desplazamientos cortos (Bristowe, 1971). Según Topping y Sunderland (1994) es posible capturarlas a través del hilo, si este es atrapado por la trampa dado que las arañas suben por el hilo y quedarían pegados cuando llegan a la trampa. Lo que si es poco probable, es la captura de las arañas que emigran o inmigran a un árbol dado que la trampa se encuentra en el interior de la copa (pers. obs.).

Entre los hemípteros capturados se encontraron fundamentalmente antocóridos (*Anthocoris nemoralis* y *Orius laevigatus*) y míridos (*Orthops*

cervinus, *Phytocoris oleae* y *Brachynotocoris ferreri*). En general se recogieron en bajo número y tan solo el 7 de julio en 1994 fueron algo más abundantes (Fig. 36). De estos resultados se deduce que su presencia en las trampas pudiera ser accidental o quizás debida a un desplazamiento de exploración, ya que son omnívoros y se nutren de cualquier alimento lo disponible. En el olivo se ha observado que los huevos son depuestos sobre los botones florales, por lo que es poco probable que las ninfas se desplacen lejos, y si lo hacen no sería extraño que utilizaran el vuelo. Distintos autores han observado que los antocóridos hambrientos incrementan su capacidad de encontrar las presas, aumentando su velocidad en los desplazamientos, buscando lugares donde las presas son halladas más fácilmente y permaneciendo allí una vez que las han encontrado (Russell, 1970; Dixon, y Russell, 1972; Evans, 1976; Von Lauenstein, 1980). Los antocóridos son muy móviles, por lo que suelen ser los primeros o los más comunes en reinstalarse en una zona tratada con insecticidas (Collyer, 1967).

Otros depredadores capturados fueron adultos de sírfidos y tisanópteros, lo cual probablemente fue resultado de la casualidad. Las larvas de sírfidos, aunque son depredadoras frecuentes, al ser ápteras, se mueven poco a no ser que disminuyan las reservas de alimento cercanas (García *et al.*, 1996).

Raspi y Malfatti (1985) y Petacchi y Minocci (1994) usaron trampas pegajosas para estudiar la entomofauna olivícola. Dado que eran trampas amarillas colgadas en el árbol y que su objetivo era más amplio y no ceñido a los depredadores, fue difícil hacer comparaciones

En resumen se puede indicar que las capturas de depredadores en bandas engomadas colocadas alrededor de las ramas oscilan de acuerdo con las temperaturas y las disponibilidades de presas. El máximo coincidió con la generación antófaga de *P. oleae*, los estadios larvarios de *S. oleae* y las ninfas de *E. olivina*. De todos los grupos capturados, las hormigas, arañas y carábidos fueron los candidatos a usar las ramas para llegar hasta las presas. Los adultos de neurópteros y los otros grupos fueron recogidos en las trampas probablemente de forma accidental cuando aterrizaron en el árbol o fueron llevados mediante rafagas de viento. Es posible que los heterópteros adultos atravesaran las ramas especialmente cuando no disponen de presas, ya que este es uno de los factores principales que motivan sus desplazamientos.

4.5.Trampas Mc Phail (Neurópteros adultos)

Los crisópidos son considerados como un grupo importante en el control de las plagas de muchos cultivos como algodón (Lingren *et al.* 1968) y frutales (Pantaleoni y Ticchiati, 1990) ya que tienen numerosos factores a su favor. Son polífagos por lo que pueden sobrevivir sobre otros insectos cuando la plaga en cuestión no es abundante, aunque algunas especies favorecen el desarrollo de los crisópidos más que otras (New, 1975; Principi y Canard, 1984). Las larvas son voraces (Fleschner, 1950; Canard y Duelli, 1984) y en algunos casos, como el de *C. carnea*, son muy resistentes a la falta de comida, siendo los requisitos mínimos un décimo de la tasa máxima diaria de alimentación (Fleschner,1950). Larvas de primera edad son las más vulnerables y sobreviven como caníbales si no hay otras presas, aunque su propia especie no es la dieta óptima dado que su desarrollo es más lento que cuando se nutren de otros insectos. Es también resistente a algunos plaguicidas, lo cual es una característica muy interesante en las estrategias de IPM (New, 1975; Bigler, 1984). Otro factor en su favor en relación con la lucha integrada es que la mayoría de las especies son fáciles de criar artificialmente (New, 1975).

En el olivar, la importancia de los crisópidos ha sido mostrada en numerosas zonas (Ramos *et al.*,1978; Canard, 1979; Alrouedchi, 1980; Campos y Ramos, 1983; Nicoli, ; Liber, 1985) por lo que se decidió profundizar en su estudio utilizando el sistema de muestreo de adultos más frecuente en este cultivo, lo que además permitió hacer comparaciones.

En ambos años la población de crisópidos capturados en el P.I. fue significativamente superior a la de Arenales (Kruskal-Wallis $p<0.001$ en 1994 y $p<0.05$ en 1995) (Fig. 37,38). Estas diferencias podrían ser debidas a las propias características de ambos olivares, en las que el abandono y la presencia de mayor vegetación propician su abundancia. Bozsik (1994) usando una red de arrastre observó que en las zonas abandonadas la población de crisópidos aumenta cuantitativamente pero no cualitativamente.

Comparando las fechas comunes entre los dos años, solamente había una diferencia significativa en Arenales (Kruskal-Wallis, $p<0.001$). En cuanto a las fechas comunes en Arenales había más capturas en 1995 que en 1994. En ambos años las capturas fueron principalmente *C.carnea* aunque en 1994 había un mayor número de otras especies. En el P.I. en cuanto a las capturas totales ambos años fueron parecidos. Al principio de las fechas comunes *C.carnea* fue más abundante, siendo reemplazado por *M.flaviformis* a lo largo de la estación.

Las especies encontradas fueron similares en ambas zonas (Apendice B.6) (Tabla 41) y coinciden con lo recogido por Campos y Ramos (1983). En el P.I. la más abundante fue *M. flavifrons*, mientras que en Arenales fue *C. carnea*. En general, estas dos especies supusieron entre el 73 y el 88% de las capturas totales en nuestras zonas. En otros países también ocupan lugares destacados entre los crisópidos capturados en el olivar, como en algunas zonas de Grecia (Canard y Laudého 1977,1980; Canard 1979; Canard *et al.*, 1979), en Francia (Alrouedchi, 1980; Alrouedchi *et al.*, 1980) y en Italia (Liber 1985) (Pantaleoni y Curto, 1990).

Tabla 41 Frecuencia de las especies de neurópteros capturadas en trampas McPhail

	1995		1994	
	P.I.	Arenales	P.I.	Arenales
<i>C. carnea</i>	0.523	0.722	0.231	0.487
<i>M. flavifrons</i>	0.347	0.017	0.670	0.159
<i>M. genei</i>	0.080	0.016	0.058	0.041
<i>M. prasina</i>	0.031	0.000	0.017	0.194
<i>R. lordina</i>	0.003	0.212	0.000	0.056
<i>M. picteti</i>	0.009	0.012	0.014	0.046
<i>C. formosa</i>	0.001	0.019	0.000	0.000
<i>C. viridana</i>	0.000	0.000	0.007	0.005
<i>C. baetica</i>	0.000	0.002	0.001	0.010
Mirmeleonido	0.001	0.000	0.002	0.000
<i>N. flava</i>	0.003	0.000	0.000	0.000
<i>C. septumpunctata</i>	0.001	0.000	0.000	0.000
Rafidido	0.001	0.000	0.000	0.005

C. carnea es una especie cosmopolita encontrada en muchos lugares del mundo. Tiene una abundancia variable entre hábitat y años y la razón no es bien conocida (Séméria, 1984). Inverna bajo forma imaginal y el adulto se alimenta de melaza y polen. Dominó en las capturas de ambas zonas, a excepción del P.I. en 1994 (Tabla 41). Esto puede ser debido a que en 1994 las trampas se colocaron más tarde (el 16 de junio) (Fig. 37,38). En Arenales en 1995 se observó fundamentalmente en agosto, mientras que en 1994, donde se recogió en mayor número, las capturas fueron bastante abundantes desde finales de mayo hasta agosto. En el P.I. fue más frecuente en julio, lo que concuerda con los resultados de Campos y Ramos (1983) y Alrouedchi (1980b).

M. flavifrons es uno de los principales crisópidos de la cuenca mediterránea y es encontrada en muchos hábitats (Séméria, 1984). En los olivares de Creta y de la región D'Akrefnion es registrada como la especie principal (Canard *et al.* 1979; Canard y Laudého 1980; Neuenschwander y Michelakis 1980). En el P.I. fue mucho más frecuente que en Arenales y

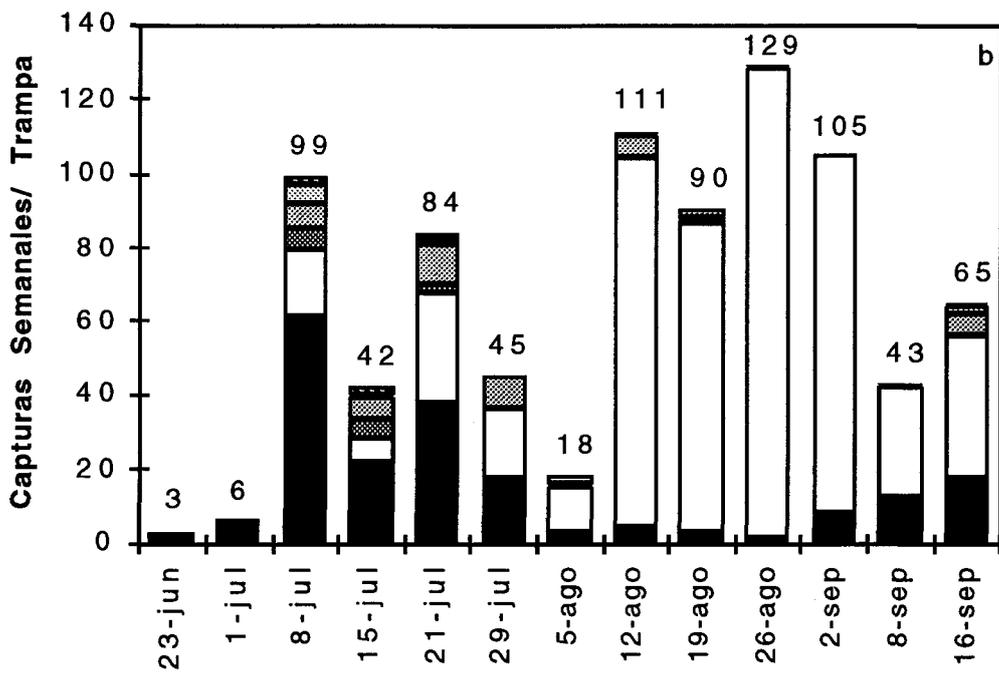
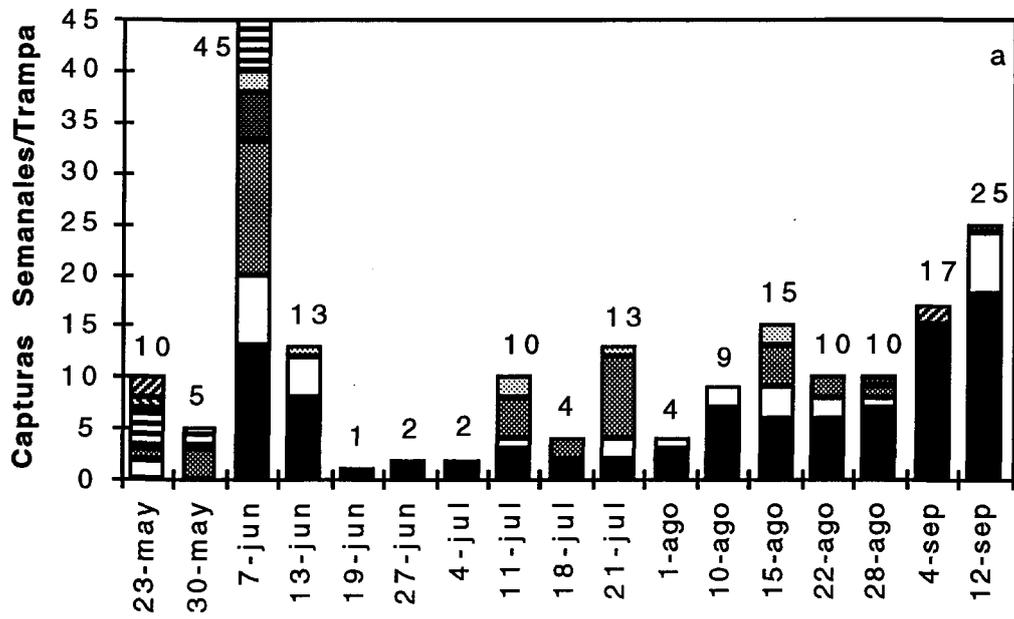


Fig. 37 McPhail Trap Captures 1994: a) Arenales b) Parque de Invierno

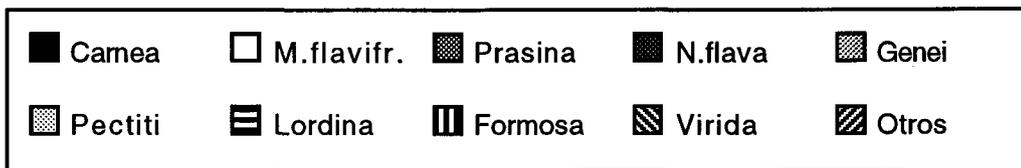
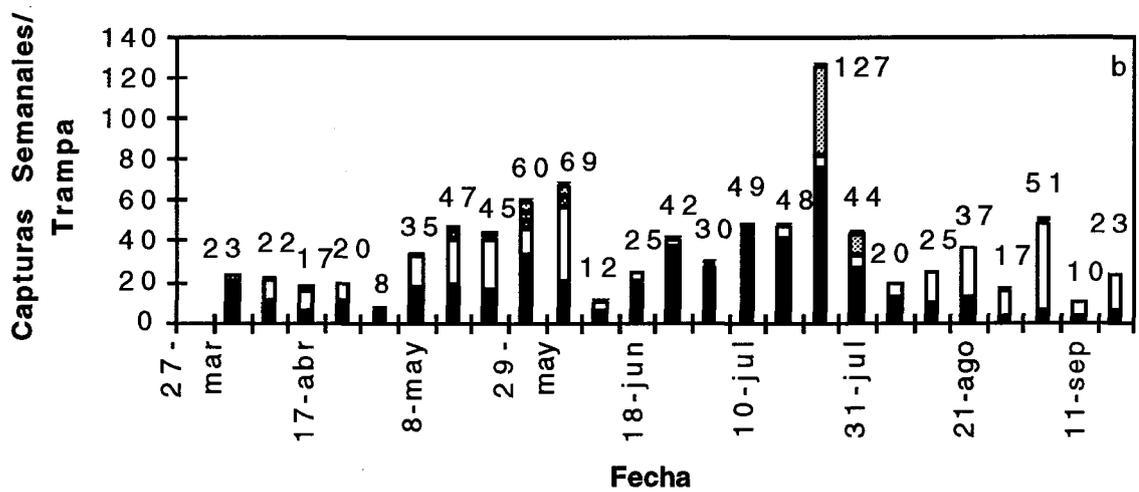
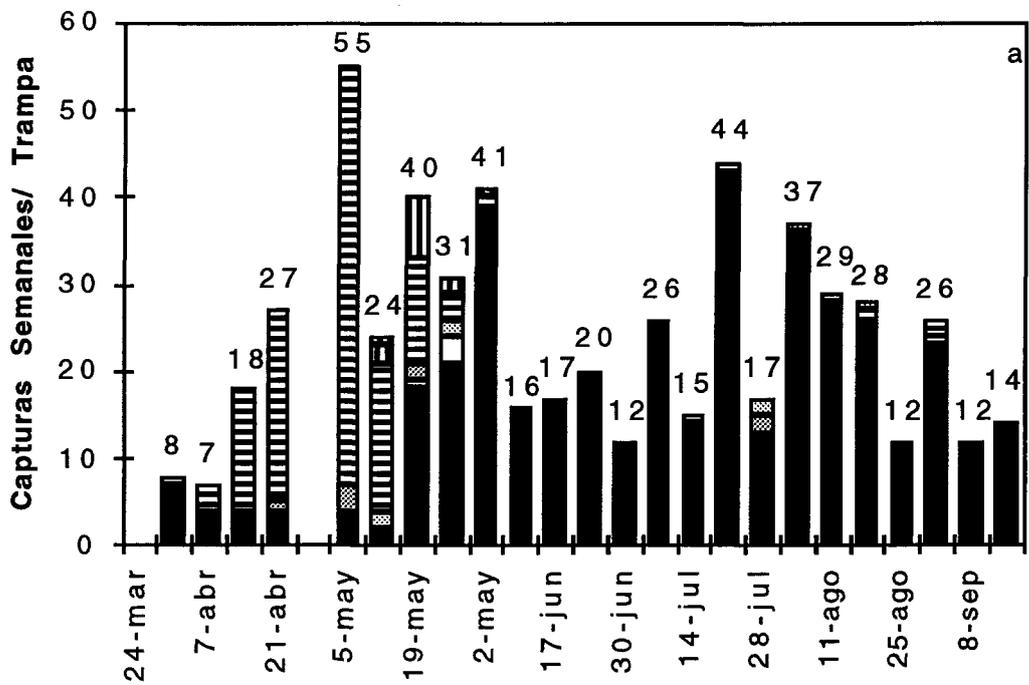


Fig. 38 Mc Phail Trap Captures 1995: a) Arenales b) Parque de Invierno

ocupó el segundo lugar en cuanto a la abundancia en 1995 y el primero en 1994 (Tabla 41). Estos pudieron estar influidos por la diferencia en las fechas de colocación de las trampas. Según Campos y Ramos (1983) y Liber (1985), es observada principalmente en agosto, lo que pudo verificarse en el P.I. en 1994, aunque en 1995 también presentó un pequeño máximo en mayo/ junio. En Arenales se recogió en bajo número y los dos máximos alcanzaron valores de siete adultos en junio y septiembre. En Francia es encontrada mucho más tarde, en octubre (Alrouechdi 1980b).

M. genei es una especie xerófila que se ubica en sitios secos y cálidos. A menudo está asociada con *M. picteti* y es típica del área mediterránea (Séméria, 1984). Ocupa el tercer lugar en el P.I. aunque con una abundancia bastante menor que las otras dos (Tabla 41). Estos resultados se ajustan a lo registrado por Campos y Ramos (1983), aunque ellos observan el máximo en agosto y en el P.I., donde esta especie es más abundante, se adelantó a julio (Fig. 37,38). En Grecia se halló en bajo número (Canard y Laudého 1977,1980; Canard *et al.* 1979, al igual que en Arenales, donde solo se capturaron siete individuos en 1994 y nueve en 1995.

M. prasina también tiene una dispersión amplia en Europa e incluso ha sido encontrada en Japón. Por lo general, es localizada en sitios húmedos y sombríos. Su hábitat incluye árboles frutales y *Quercus*, *Laurus*, *Taxus*, *Cupressus* y otros coníferas (Séméria, 1984). En el P.I. ocupó la cuarta posición, siendo más frecuente durante junio en 1994 y en julio en 1995. Campos y Ramos (1983) la observan desde abril hasta octubre y es la tercera más abundante conjuntamente con *M. genei*. En Arenales solamente apareció en 1994 y julio fue el mes con más capturas. En otros países europeos como Italia (Liber, 1985) y Grecia (Canard y Laudého, 1977,1980; Canard *et al.*, 1979) tampoco es muy usual. Sin embargo, los resultados contrastan con la situación en Francia donde constituyó él solo el 50% del total capturado (Alrouechdi *et al.*, 1980) y en Apulia (Italia) donde fue la segunda especie más importante (Pantaleoni y Curto, 1990).

R. lordina tiene una dispersión amplia alrededor del Mediterraneo, y sin embargo es poco frecuente. Su biología y ecología son desconocidas (Séméria, 1984). Fue más común en Arenales que en el P.I. sobretodo en 1995, cuando representó el 21.2% de las especies capturadas (Tabla 41). Alcanzó su máximo alrededor de mayo y después ya no se encontró (Fig. 37,38), lo que fue también observado por Campos y Ramos (1983) En otros olivares, como el de Provenza (Francia), solo se ha capturado una hembra en julio (Canard, 1981).

M. picteti es xerófila y se encuentra en zonas parecidas a las de *M. genei*. (Séméria, 1984). Aunque es poco abundante en nuestra zona, ya que solo se recogieron 35 individuos, en Francia (Alrouechdi *et al.*, 1980) y en Italia (Liber, 1985) es capturada a niveles mucho más altos, siendo la tercera especie más frecuente en Florencia. Campos y Ramos (1983) la observan desde abril hasta noviembre, con tres máximos, en mayo, julio y agosto, que coinciden con los meses en los que fue hallada en nuestro estudio (Fig. 37,38).

C. formosa es conocida desde la península ibérica hasta Turquía. Se suele encontrar sobre la vegetación baja (Séméria, 1984). Solo se registró en 1995 (Tabla 41), y la mayor parte en el mes de mayo en Arenales (Fig. 38). Pantaleoni y Curto (1990) la han encontrado contribuyendo hasta el 6.38% de las capturas totales en el olivar.

C. viridana es más frecuente sobre distintas especies de *Quercus*, pero ha sido también citada en la entomofauna olivícola en España (Campos y Ramos, 1983), y en Grecia (Canard *et al.*, 1979) aunque es poco habitual. Cinco individuos fueron capturados en julio en 1994 en el P.I. y solamente uno en Arenales en mayo del mismo año (Fig. 37).

C. baetica es considerada como una especie circum-mediterránea, principalmente sobre *Quercus* (Séméria, 1984). Solamente un individuo fue capturado en Arenales en mayo de 1995 y otro en el P.I. en agosto de 1994 (Fig. 37,38). También es descrita por Alrouechdi *et al.* (1980) en un olivar francés, pero en bajo número.

N. flava pertenece a una familia con una amplia distribución, aunque las especies nunca son abundantes (Séméria, 1984). La única cita en el olivar fue realizada por Alrouechdi *et al.* (1980) en Francia, donde es capturada con una frecuencia similar a la de nuestra zona (Tabla 41). En el P.I. en 1995 se recogieron tres adultos a finales de abril-principio de mayo.

C. septumpunctata se encuentra con mucha frecuencia sobre frutales e encinas y var'a bastante en cuanto a su abundancia. En el olivar es observada en bajo número (Canard y Laudého, 1977; Canard *et al.*, 1979) (Alrouechdi *et al.*, 1980) (Pantaleoni y Curto, 1990), por lo que es posible que no sea atraído ni por los olivos ni por el cebo (Séméria, 1984). En Granada fue citado por Hölzel y Ohm (1972), pero en la zona de estudio solo se encontró un individuo en el P.I. en julio de 1995.

La familia mirmeleonidae estuvo representada solamente en el P.I., y por la especie *Neuroleon nemausiensis*. En los dos años fue recogida a finales de julio. Curto y Pantaleoni (1987) en un estudio de dos olivares en

Apulia, Italia, capturaron ocho especies de mirmeleónidos, de las cuales dos pertenecían al mismo género, *N. egenus* y *N. microstenus*.

Con respecto a los raf'didos parece que las trampas de McPhail son poco atractivas ya que solo se encontraron individuos de *Ohmaella.baetica* mientras que con el paraguas japonés las capturas fueron muy superiores (Apartado 4.4).

Las trampas de McPhail presentan los mismos inconvenientes que cualquier trampa, es decir, que las capturas no estiman poblaciones absolutas sino poblaciones relativas (Southwood, 1978). El cebo usado, el estado fisiológico del adulto, la especie y el medio ambiente, son factores que influyen en las capturas finales (Neuenschwander, 1984).

Neuenschwander y Michelakis (1980) y Neuenschwander *et al.* (1981) compararon las capturas de las trampas de McPhail con las de una técnica considerada más absoluta, la caída química. Concluyeron que las de McPhail no dan una buena representación de las especies de neurópteros encontradas en el olivar, ni tampoco reflejan bien la densidad. Indican que las capturas aumentan con la temperatura y varían bastante durante el año, lo que refleja las necesidades de proteína y agua de los propios crisópidos a lo largo del año. Además, distintas especies reaccionan de forma diferente frente al cebo. Así, *M.flavifrons* respondió más que *C.carnea*, por lo fueron más abundantes como adulto, pero en la caída química la mayoría de las larvas pertenecen a *C.carnea*. Ante esta situación, es posible realizar correcciones mediante coeficientes calculados de las estimaciones absolutas de las poblaciones. Neuenschwander y Michelakis (1980) determinan con los resultados de la caída química que *C.carnea* tenía una dispersión uniforme por el olivar, lo cual es también observado en melocotoneros pero no en manzanos (Pantaleoni y Tichioti, 1990). La distribución de *M.flavifrons* y *M.zelleri* es más heterogénea debido al riego o a la situación del olivo, dependiendo de si están al margen o al interior del olivar. Alrouechdi *et al.* (1980), sin embargo, no registró tales diferencias.

Al intentar relacionar la abundancia de los crisópidos con los ataques de *P. oleae*, se observó que en 1994 en Arenales durante la generación carpófaga las poblaciones de crisópidos fueron bajas y las dos especies que prevalecieron durante esa época fueron *C.carnea* y *M.prasinus*. En Arenales en 1995, donde las trampas fueron colocadas con anterioridad, se comprobó que en los meses previos al inicio de la oviposición en la flor (marzo y abril) había adultos de *C. carnea* y sobretodo de *C. formosa*, por lo que se puede suponer que fueron las dos especies de crisópidos que incidieron en la generación antófaga. Posteriormente, coincidiendo con las

puestas antófagas, la población adulta de *C.carnea* empieza a incrementarse, la de *C. fomosa* decrece y aparecen en bajo número *R. lordina* y *M. flavifrons*. Esto llevaría a pensar que una población larvaria abundante de *C. carnea* coincidió con las larvas antófagas y las puestas en los frutos.

La coincidencia entre *C.carnea* y *P.oleae* en nuestra estudio, y la presencia los restos de los huevos del fitófago atacados por un depredador chupador (Tablas 7,13), sugiere que esta especie podría ser el crisópido más importante en cuanto al control de la plaga. Varios estudios han llegado a la misma conclusión y calculan que la tasa de depredación oscila el 9% y el 30% (Alrouechdi *et al.*,1981), entre el 4 y el 96% (Ramos y Campos, 1984) y entre el 3 y el35% (Liber y Nicoli,1988).

4.7 Muestreos de las especies produciendo reacciones cruzadas

Las capturas de *Cacoecimorpha pronubana* y *Heliocoverpa armigera* demuestran que sus poblaciones fueron bastante bajas durante toda la estación y que nunca alcanzaron los niveles de emergencia de *P.oleae* (Tabla 42).

Tabla 42 El máximo valor de capturas por trampa por día

	<i>Arenales</i>	<i>P.I.</i>
<i>Cacoecimorpha pronubana</i>	0.21	0.29
<i>Heliocoverpa armigera</i>	0.18	0.19
<i>Prays oleae</i>	71.1	23.2

Al contrario, no hubo ninguna captura en la mayoría de las ocasiones, indicando que sus poblaciones no eran significativas con respecto a la del *P.oleae* (Ver Fig. 6)

4.8 Caída química

Los resultados indicaron(Tabla 43) que este método no podía ser utilizado para calibrar satisfactoriamente las capturas obtenidas con el paraguas japonés, ya que el número de especies y de individuos fueron inferiores a lo que cabría esperar, ya que la recogida de material correspondía al árbol completo.

Dejar las trampas durante la noche presentó el inconveniente de la pérdida de información debido a la acción del viento, pajaros, etc...

Es importante recordar que el rango de valores en el caso del paraguas japonés correponde a 40 árboles, mientras que el de la caída química proviene de uno ó dos arboles.

Tabla 43 Número de especies y de individuos recogidos con el paraguas japonés modificado y por caída química.

Fecha	Paraguas Japonesa				Caída química	
	Mínimo		Máximo		Especies	Número
	Especies	Número	Especies	Número		
10 mayo	0	0	8	23		
15 mayo					11	32
19 mayo	1	1	9	36		
29 mayo					11	77
					9	47
30 mayo	0	0	6	16		

5. Estudios de comportamiento

5.1 Relación entre hormigas y *C. carnea*

Para estimar la tasa de depredación se tuvieron en cuenta los huevos mordidos, que presentaban un aspecto arrugado, y que ya no eran viables, y aquellos que desaparecieron, los cuales se supuso que fueron comidos por las hormigas. Se consideraron huevos viables, aquellos que son verdes y tienen una forma ovoidea al final del pedúnculo. Los huevos eclosionados fueron reconocidos por su color gris y la típica apertura de salida. A veces se encontraron huevos por el suelo de las cajas, y lo más probable es que las hormigas hubiesen mordido el pedúnculo dejándolos caer. Si el huevo estaba intacto no era incluido entre los depredados.

En el caso de *P. pygmaea* no se pudo llevar a cabo el experimento ya que los obreros se escapaban o morían antes de su finalización.

Las dos especies con la tasa de depredación más elevada fueron *C. scutellaris* y *T. nigerrimum* (Tabla 44), mientras que *C. foreli* y *C. micans* ignoraron los huevos. Estos resultados pudieran estar relacionados con la diferencia de tamaño, ya que las dos últimas son mucho más grandes, lo que pudo determinar que los pequeños huevos de *C. carnea* no fuesen su objetivo.

Los datos de campo coincidieron con las observaciones del laboratorio lo que confirma que el comportamiento de las hormigas en las cajas no fue atípico, teniendo en cuenta que la reina estaba ausente y que no tenían otra opción con respecto a la presa. En las cajas controles todos los huevos estaban intactos. Una forma de mejorar los estudios del laboratorio (Finnegan, 1973), consistiría en montar un hormiguero y dejar una zona de forrajeo, donde se pondrían los huevos del crisópido.

De las especies estudiadas había una diferencia significativa entre la tasa de depredación observada y esperada entre las distintas especies con el análisis χ^2 .

De las especies estudiadas en campo, parece que *P.pygmaea* fue la que menos incidió sobre los huevos de *C. carnea*, ya que en sólo dos ocasiones, faltaron de uno a dos huevos (Tabla 44).

En el caso de *T.nigerrimum*, a veces hasta el 100% de los huevos fueron depredados (Tabla 44). Es una especie muy activa, observándose unos 100 obreros pasando por un lugar predeterminado, en tan solos diez minutos. Las colonias estan formadas por varios hormigueros conectados entre si (Cerdà *et al*, 1989). Su posible efecto nocivo sobre las depredadores es compensado por el hecho que también ataca a las larvas de *P.oleae*. La tasa de depredación del campo fue superior a la del laboratorio, y aunque, Cerdà *et al.*, (1989) la describen como una especie omnívora, que prefiere líquidos azúcurados pero también indican que con frecuencia restos animales.

La respuesta de *C.scutellaris* fue variada, ya que en algunos casos actuó sobre todos los huevos y en otras tan solo sobre el 19% de ellos. En una ocasión alcanzó al 93% y aún había un obrero sobre el terciopelo. Su tasa de depredación en el campo fue inferior a la observada en el laboratorio (Tabla 44), lo cual podría ser explicado porque esta especie es menos activa y menos abundante que *T. nigerrimum*, por lo que es posible que en las cajas encontrase los huevos de *C. carnea* mas fácilmente. *C.scutellaris* hace los hormigueros en el tronco, por lo que el espacio disponible para la colonia es limitado. Du Merle (1983), dice que esta hormiga es un depredador importante de los huevos de tortricído, *Tortrix viridana*, y sin embargo, Lyon (1983) observan que *C.scutellaris* dificultó la acción de neurópteros beneficiosos sobre los pulgones en envernaderos. Dado que es una de las especies de hormigas más frecuentes en los olivares estudiados, su potencial efecto nocivo ha de ser tenido en cuenta a la hora de realizar sueltas masivas de *C. carnea*.

C.foreli, tanto en el campo como en el laboratorio, tan solo en una ocasión actuó sobre los huevos de *C. carnea* incidiendo sobre aproximadamente el 47% de ellos (Tabla 44). En el campo es probable que esta acción fuese debida a otra especie depredadora. Retana *et al.* (1987), en un estudio de la ecología de esta especie concluyen que casi nunca captura presas sólidas y que es una especie principalmente nectarívora, lo cual es una característica de su género. La acción de *C. micans* fue comparable a la de *C. foreli*.

Dado que *F. fubrufa* fue poco frecuente, solo se realizaron dos repeticiones en campo y se determinaron porcentajes de depredación del 36% y el 57%.

Las tres últimas especies son diferentes de las dos primeras en que no hacen pistas y buscan comida individualmente (Retana *et al.*, 1990). La estrategia en la alimentación, junto con el tamaño de los obreros podrían explicar la baja tasa de depredación observada. Los obreros de *C. foreli* y *F. subrufa* son más grandes (hasta 13mm) que los de las otras tres especies (*T. nigerrimum*: 4-5.5mm *C. scutellaris*: 3.2-5mm, *P. pygmaea*: <2.5mm) (Collingwood, 1978).

Dreistadt *et al.* (1986) mostraron que la hormiga Argentina, *Iridomyrex humilis* (ahora *Linepithema humile*), se alimenta de los huevos de *C. carnea*, a pesar del pedúnculo, lo cual fue un obstáculo grave en el control de pulgones cuando realizan sueltas masivas de los huevos *C. carnea*. Este formícido también se encontró en los olivares granadinos.

Las hormigas no solamente inciden sobre los huevos de crisópidos, sino también sobre las larvas, ya que en una ocasión se observó a dos obreros de *T. nigerrimum* transportando una larva de tercer o cuarta edad de uno de los crisópidos, del genero *Mallada*, que llevan basura en la parte dorsal. Estas larvas son más lentas y quizás más visibles que las larvas de *C. carnea*, aunque la basura es considerada como disfraz (Eisner *et al.*, 1978). Esto demuestra los efectos negativos de las hormigas sobre otros crisópidos. En este sentido, Alrouedchi *et al.*, afirma que los depredadores generalistas como antocóridos, sírfidos coccinélidos y otros crisópidos son depredadores de larvas de crisópidos.

Table 44 Tasa media de depredación de las distintas especies de hormigas sobre *C. carnea*.

Especie	Laboratorio	Repitición	Campo	Repitición
<i>C. scutellaris</i>	0.28 ± 0.23	5	0.42 ± 0.34	5
<i>T. nigerrimum</i>	0.14 ± 0.13	5	0.81 ± 0.23	5
<i>C. foreli</i>	0.06 ± 0.05	5	0.11 ± 0.20	4
<i>C. micans</i>	0	5	0.02 ± 0.04	5
<i>P. pygmaea</i>			0.04 ± 0.10	5
<i>F. subrufa</i>			0.47 ± 0.15	2

5.2. Relaciones entre hormigas y *P. oleae*

Dado que el modo de alimentación de las hormigas es por trofalaxis, los ensayos ELISA podrían dar resultados positivos que no reflejan la realidad. Por ello, para conocer la incidencia real de las hormigas en el control de *P. oleae* se realizaron observaciones directas en campo. Esta

técnica permite conocer la depredación larvaria, pero no la oófaga, debido al pequeño tamaño de los huevos, los cuales probablemente serán ingeridos o si son transportados por las hormigas es difícil de detectar a simple vista. Estudios sobre la depredación oófaga de un coleóptero (Way *et al.*, 1992) por las especies también encontradas en los olivares granadinos (*C. scutellaris*, *P. pallidula*, *L. humile* y *F. subrufa*) indican que el tamaño de las distintas especies de hormigas determinó la elección del tipo de comida, debido a la rentabilidad en términos energéticos entre el transporte y el consumo de la comida, así como su acceso a la mismas. Observan que las especies más pequeñas tienen preferencia por los huevos, así como la posibilidad de penetrar en grietas más estrechas.

Con respecto a la actividad de *T. nigerrimum* a lo largo del día (Fig. 39), se puede indicar que el patrón medio de las tres pistas observadas por día fue bastante similar. Solamente el 7 de junio a las 18:00 horas había una diferencia y esta coincidió con la aparición breve durante el muestreo de unas nubes. El patrón de actividad está de acuerdo que el de Cerdá *et al.*, (1989) en el que ellos también se registraron un descenso en actividad durante el parte más calurosa del día. Sus observaciones por la noche demostraron que es una especie crepuscular y nocturna.

En cuanto al material capturado o recogido en cada 10 minutos, la cantidad media correspondiente a *P. oleae* fue de 1.09 ± 1.28 . Las hormigas transportaban larvas, pupas y adultos, y cuando las larvas eran de gran tamaño, el trabajo era compartido por dos individuos. También se observó que cuando las larvas del fitófago eran molestadas por las hormigas, se defendían dejándose caer al suelo mediante un hilo de seda, aunque no siempre evitaban ser capturadas. Cerdá *et al.*, (1989) la describen como una especie omnívora, con una preferencia por comida líquida y donde el 12.3% de su dieta está compuesta por otros insectos. La mayoría de la comida de origen animal que transportan está muerta. En el olivar granadino, se observó que las larvas de *P.oleae* que eran transportadas no tenían aspecto muerto e incluso se pudo comprobar como un obrero atacaba y capturaba una larva viva. ectos. La mayoría de la comida animal llevados fue muerta en su caso. En la mayoría de las ocasiones los obreros bajaban sin ningún material, siendo probable que tomaran sustancias líquidas correspondientes a *S. oleae* y cochinillas harinosas, sobre las que se observan con frecuencia. Sumando el número de obreros vistos a lo largo del experimento y el número de larvas capturados, se estimó que la proporción de obreros que llevan larvas, era del 0.0066. Esto implica que *P.oleae* no es componente principal de la dieta de *T.nigerrimum*.

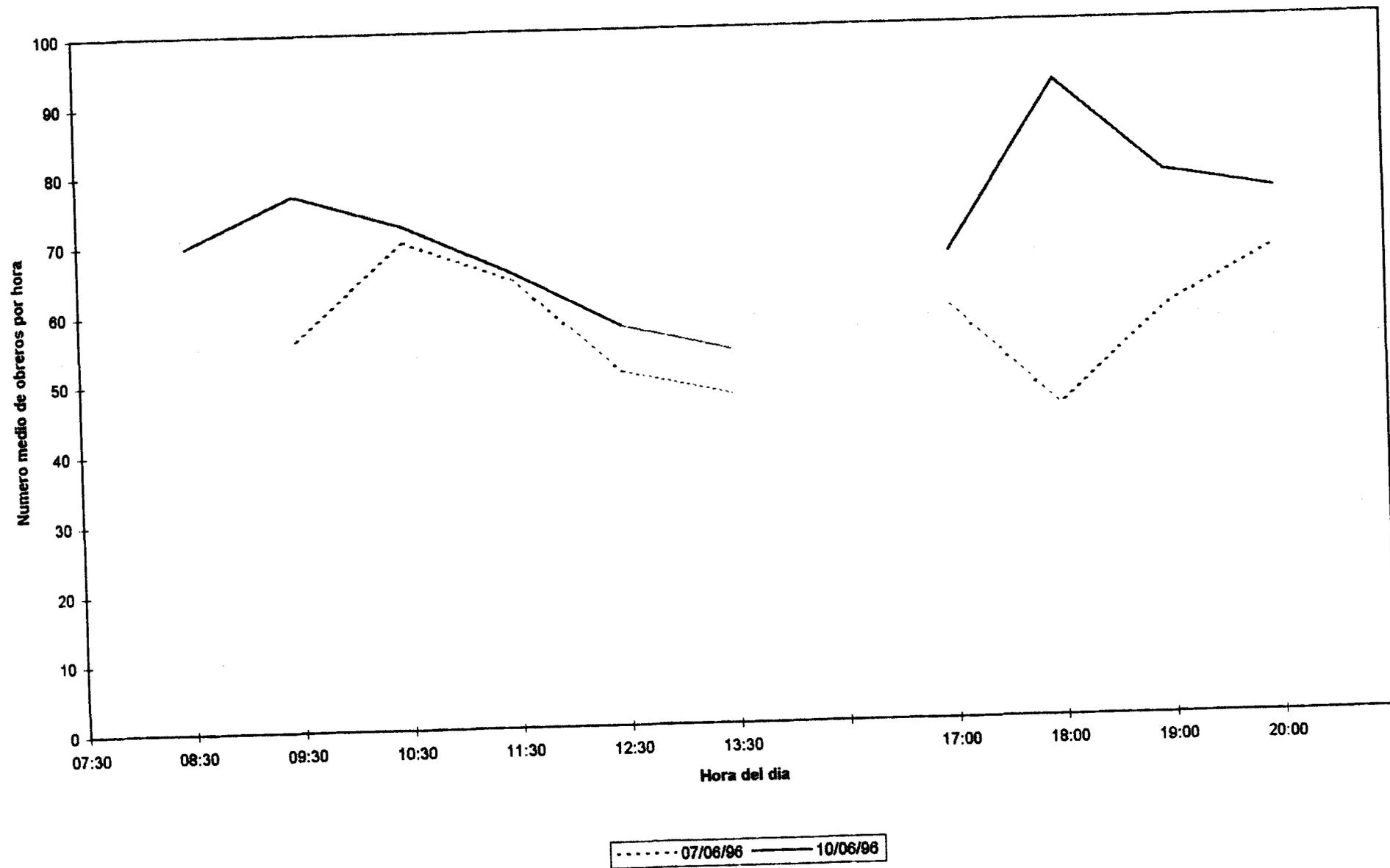


Fig. 39 Patron de actividad diaria de obreros de *T. nigerrimum* observados cada hora por 10 mins.

Aunque las observaciones se realizaron durante la generación antófaga, los resultados de las pruebas ELISA indican que como en otros lepidópteros (Ito y Higashi, 1991), las larvas de *P. oleae* más expuestas a la acción de las hormigas son las que encuentran menos protegidas, es decir las de la generación antófaga y las del último estadio de la generación filófaga. Sin embargo, las larvas filófagas, aunque están en el interior de sus galerías también podrían ser atacadas por las hormigas cuando salen de ellas para iniciar nuevas galerías, al igual que ocurre con las larvas de tentredínidos cuando salen a alimentarse de nuevas bellotas (Ito y Higashi, 1991).

La protección ejercida por las galerías varía según su estructura (Fowler y MacGarvin, 1985), pudiendo encontrarse casos donde la protección es total (Fowler y MacGarvin, 1985; Heads y Lawton, 1985) y otros donde la presencia de hormigueros coincidió con la aparición de numerosas galerías rotas (Faeth, 1980; Sato e Higashi, 1987).

En el caso de algunas especies las larvas de lepidópteros constituyen una parte importante de su dieta sólida, ocupando el primer lugar en el caso de *Formica lugubris* (Mc Neil *et al.*, 1978) y el segundo, después de los homópteros, para *C. scutellaris* (Villagrán *et al.*, 1992). *Pheidole pallidula* y *Tetramorium semilaeve*, ambas encontradas en el olivar, presentan una alta proporción de material animal en su dieta (el 57.9% y el 48.1% respectivamente) (Retana *et al.*, 1992).

Hay mucho interés por conocer la eficacia de las hormigas en el control de plagas. Paulson y Akre (1992) demostraron que las hormigas, *Formica neoclara*, podían reducir significativamente las poblaciones del psílido de pera, *Cacopsylla pyricola*. Sin embargo, Adlung (1966) hizo una revisión de la literatura entre 1930 y 1961 del uso de las hormigas del grupo *Formica rufa* contra plagas forestales. Encontró solamente un caso donde las hormigas podían controlar la plaga (*Panolis flammea*). En el olivar existe una especie del mismo género, *F. subrufa*, que mostró algunos positivos en el ELISA lo cual será descrita posteriormente. Finnegan (1971), en una evaluación de las distintas especies de hormigas en Canadá y de sus características, también pensó que ninguna especie podía controlar las plagas forestales. Olofsson (1992) en un año de alta mortalidad del tentredínido, *Neodiprion sertifer*, la atribuyó a las altas temperaturas que es sabido mejora la eficacia de depredación de las hormigas (Adlung, 1966) aunque normalmente no influyen en el desarrollo de las poblaciones de la plaga.

Weseloh (1988, 1989, 1993) estudió la influencia de las hormigas sobre el lepidóptero, *Lymantria dispar* e intentó manipular la abundancia de varias especies de hormigas para controlar su población mediante pulveraciones azucaradas. Concluyó que aunque las hormigas no son los factores de mortalidad claves, podían ejercer más presión manipulando artificialmente su abundancia suficiente y prevenir brotes de la plaga.

En el caso de *P.oleae* será necesario evaluar a nivel de especie, o al menos de género, el papel real que juegan las hormigas en su control.

6 Inmunología

6.1. Determinación de las condiciones óptimas

Para comparar reacciones no específicas entre el antígeno de la polilla y anticuerpos de conejo normal con reacciones específicas entre antígeno y anticuerpos de polilla a diferentes concentraciones, se utilizó un sistema de valoración de tablero de damas, lo cual dió una idea inicial sobre las concentraciones óptimas de antígeno y antisuero necesarias. Se tuvo en cuenta la reacción de la placa con el control PBS.

Para eliminar o minimizar reacciones no específicas de fondo se utilizó un bloque BSA, el cual dió una absorbancia relativamente baja. Por ello, se decidió no aplicar BSA antes de poner el antisuero y este paso fue eliminado.

Las condiciones óptimas se obtuvieron a diluciones 1:1000 tanto para el antígeno como para los antisueros absorbidos, específico y NRS. Diluciones mayores dieron valores demasiado pequeños con respecto a los controles. Por otra parte, el uso de diluciones menores generarían un mayor consumo de antisuero a lo largo de todos los experimentos., lo cual no es conveniente dada la dificultad de obtención del mismo.

El antisuero específico se obtuvo al mes y a los dos meses, después de la inmunización para tener anticuerpos de alta afinidad de la clase IgG. Cada conejo produce un antisuero policlonal diferente debido al hecho de que cada antisuero policlonal está compuesto de distintos anticuerpos producidos al azar contra los epitopos del antígeno (Tijssen, 1985). Así es necesario caracterizar las condiciones del uso de cada antisuero previo a las determinaciones. Este es uno de los inconvenientes del uso de los antisueros policlonales.

Por eso, la determinación es finalmente un compromiso entre minimizar el gasto de material y maximizar la distancia entre la respuesta específica y las reacciones de fondo.

La concentración de enzima conjugada, peroxidasa de rabano anti Ig G (anti-cabra) (HRP) fue de 1:5000, el mínimo que dio una reacción fuerte con la concentración elegida de antisuero.

6.2. Estudio de la especificidad del antisuero específico

Para averiguar la especificidad de los anticuerpos producidos fue necesario disponer de una colección de muestras que incluyeran distintos fitófagos del olivo, sus depredadores y otras especies representativas de artrópodos de distintos órdenes. También se ensayaron hojas de la variedad Picual, variedad existente en las zonas de estudio, y de las que se alimentan *P.oleae*.

Una de las razones de hacer las pruebas de reacciones cruzadas es saber si otros fitófagos del olivo podían dar un resultado positivo. Para ello se ensayaron cuatro especies.

Se encontró reacción cruzada frente a un amplio rango de lepidópteros (Tabla 45). Desafortunadamente, una de las reacciones más fuertes fue frente a *Euzophera pinguis* y *Caceocimorpha pronubana*, esta última obtenida de un invernadero con olivos en el Reino Unido. Las dos especies son también nativas del olivar español.

Para evaluar la gravedad del problema, se decidió recolectar en el olivar granadino una selección de lepidópteros simpátricos y hacer un ensayo para ver su reacción cruzada. Desde el punto de vista ecológico se puede pensar que otras especies presentes al mismo tiempo que *P.oleae*, y que se alimentan de las mismas estructuras (Tabla 46), pueden ser la fuente de falsos positivos.

Usando trampas con feromonas de dos de las especies que producen reacciones cruzadas altas, *Caceocimorpha pronubana* y *Heliocoverpa armigera*, y con datos ecológicos de otras especies simpátricas, se consideró que las reacciones cruzadas con otros lepidópteros no serían una fuente muy grave de error. En efecto, las trampas de feromonas de las dos especies anteriores demostraron que sus poblaciones nunca alcanzaron niveles comparables con las de *P.oleae*. En cuanto a *Euzophera pinguis* y *Hybernia defoliaria*, hay que indicar que la primera no se encontró en ninguna de las dos zonas estudiadas y la segunda dió una reacción cruzada baja. Otro lepidóptero potencialmente problemático era *Thaumatopeae processionaria* (Procesionaria del pino). Sin embargo esta especie, aunque es muy abundante y está asociada con los pinos que se encuentran alrededor del olivar del Parque de Invierno, las larvas aparecieron mucho más antes (en

Tabla 45 Especies usada en los estudios de reacciones cruzadas contra aSAS y aNRS. Su concentraciones equivalentes correspondientes (CE) son dados (con DE en el caso de *O. gracilis* de diez especimenes ensayaods individualmente). Los resultados negativos se debe a valores procedentes de aSAS menor que los de aNRS.

Especies	Ordén: Familia	CE
<i>Prays oleae</i> ¹	Lepidoptera: Yponomeutidae	32.174
<i>Ephestia kuehniella</i>	Lepidoptera: Pyralidae	0.080
<i>Hybernia defoliaria</i> ¹	Lepidoptera: Geometridae	0.506
<i>Spodoptera exigua</i>	Lepidoptera: Noctuidae	0.379
<i>Agrotis segetum</i>	Lepidoptera: Noctuidae	0.266
<i>Mamestra brassicae</i>	Lepidoptera: Noctuidae	0.129
<i>Trichopulsia ni</i>	Lepidoptera:	0.497
<i>Plutella xylostella</i>	Lepidoptera: Yponomeutidae	1.711
<i>Cacoecimorpha pronubana</i> ¹	Lepidoptera: Tortricidae	1.016
<i>Euzophera pinguis</i> ¹	Lepidoptera: Pyralidae	2.765
<i>Heliocoverpa armigera</i> ¹	Lepidoptera: Noctuidae	5.336
<i>Thaumetopoea pirocessionea</i> ¹	Lepidoptera: Thaumetopoeidae	6.341
<i>Tribolium castaneum</i>	Coleoptera: Tenebrionidae	0.001
<i>Empoasca decipiens</i>	Hemiptera: Cicadellidae	neg.
<i>Saissetia oleae</i> ¹	Hemiptera: Coccidae	0.021
<i>Trialeuroides vaporarium</i>	Hemiptera: Aleyrodidae	0.019
<i>Myzus persicae</i>	Hemiptera: Aphididae	0.007
<i>Pseudococcus longispinnus</i>	Hemiptera: Pseudococcidae	0.031
<i>Nilaparvata lugens</i>	Hemiptera: Delphacidae	0.098
<i>Euphyllura olivina</i> ¹	Hemiptera: Psyllidae	0.047
<i>Coccus hesperidum</i>	Hemiptera: Coccidae	neg.
<i>Philaenus spumarius</i>	Hemiptera: Aphrophoridae	0.083
<i>Megoura viciae</i>	Hemiptera: Aphididae	0.001
<i>Blatella germanica</i>	Dictyoptera: Blatellidae	0.010
<i>Phloeotribus scarabaeoides</i> ¹	Coleoptera: Scolytidae	1.514
<i>Oxidus gracilis</i>	Diplopoda: Strongylosimidae	2.180 ± 0.001
<i>Pholcus phalangiodes</i>	Aranae: Pholcidae	0.071
<i>Ero</i> sp.	Aranae: Mimetidae	0.008
<i>Tetragnatha</i> sp.	Aranae: Tetragnathidae	neg.
<i>Argiopidae</i> sp.	Aranae: Argiopidae	0.011

<i>Calliphora vomitoria</i>	Diptera: Calliphoridae	0.192
<i>Chrysoperla carnea</i> ¹	Neuroptera: Chrysopidae	0.196
<i>Crematogaster scutellaris</i> ¹	Hymenoptera: Formicidae	0.377
<i>Apis mellifera</i>	Hymenoptera: Apidae	0.116
<i>Olea europea</i>	Ligustrales: Oleaceae	0.449
<i>Drosophila melanogaster</i>	Diptera: Drosophilidae	0.096
<i>Oniscus asellus</i>	Isopoda: Oniscidae	0.122

¹ La Especies encontrada en los olivares españoles

febrero/ marzo), que cuando se realizó la recogida de muestras de *P.oleae*, por lo que no supusieron ninguna causa de posible error.

Tabla 46 Especies de lepidópteros encontradas en olivares españoles con su tipo de alimentación y numero de generaciones (Gens.) (Andrés, 1991).

Espece	Familia	Se alimenta de	Gens
<i>Oecophyllembius latifoliellus</i>	Gracilaridae	Hojas	1-2
<i>Zelleria oleastrella</i>	Yponomeutidae	Hojas & Brotes	4-5
<i>Cacochroa permixtella</i>	Oecophoridae	Hojas	?
<i>Cacoecimorpha pronubana</i> ¹	Tortricidae	Hojas	2-5
<i>Polychrosis botrana</i>	Tortricidae	Botones Florales, Flores	2-4
<i>Margaronia unionalis</i>	Pyralidae	Hojas	2-5
<i>Euzophera bigella</i>	Pyralidae	Corteza	2
<i>E.pinguis</i> ¹	Pyralidae	Corteza	2
<i>E.semifuneralis</i>	Pyralidae	Corteza	2
<i>Cossus cossus</i>	Cossidae	Le-a	<1
<i>Zeuzera pyrina</i>	Cossidae	Le-a	<1
<i>Hybernia defoliaria</i> ¹	Geometridae	Brotes, Hojas, Flores, Frutas	1
	Sphingidae		?

¹ Especies probadas para la determinación de reacciones cruzadas.

La única larva de lepidópteros, recogida durante los muestreos a lo largo de las dos estaciones fue *Hybernia defoliaria*, pero como se ha indicado antes su reacción fue muy baja.

Otros fitófagos de interés del olivo, que no pertenecen al orden lepidóptera, fueron *Saissetia oleae*, *Phloeotribus scarabeoides*, y *Euphyllura olivina*, pero ninguno dió reacción cruzada. No se ensayó *Bactrocera oleae* dado que apareció fuera del tiempo de muestreo de este estudio (Fig. 13).

6.3. Mejora de la especificidad del antisuero

Debido al problema de las reacciones cruzadas anteriormente mencionado, se decidió intentar mejorar la especificidad del antisuero específico mediante absorción con diferentes antígenos procedentes de distintos artrópodos.

La absorción del antisuero de algunos lepidópteros reduciría la sensibilidad demasiado, ya que los estudios realizados anteriormente mostraron que la fuente de error presentada por los lepidóptera no era tan alta. En la Fig. 40 se demuestra la mejora de la especificidad del antisuero en reacciones cruzadas con lepidópteros, tras el tratamiento con un extracto de la araña, *Pholcus phalangoides*.

Las tres especies elegidas fueron *P. phalangoides*, *O. gracilus* y *P. scarabaeoides*, las cuales dieron unos antisueros adsorbidos que fueron probados contra *P.oleae* (reacción homóloga) y contra un surtido de otros artrópodos que dieron reacciones cruzadas bastantes fuertes (reacciones heterólogas). De esta manera se pudo definir cual de las tres especies resultaba mejor en cuanto a la sensibilidad y a la especificidad.

De la Tabla 45 se deduce que el antisuero adsorbido con la araña, *Pholcus phalangoides*, fue el que satisfizo mejor ambas condiciones. Los otros dos dieron reacciones cruzadas reducidas pero comparadas con la de la araña siguieron siendo altas.

6.4. Determinación de la cantidad de proteína

Usando el test de Biorad, con BSA como estándar (restando los valores de los controles de agua destilada) se obtuvo la siguiente ecuación de regresión :

Absorbancia (BSA - Control) = 0.00905 + (0.0601 * Concentración de proteínas)

con R²=99.4%.

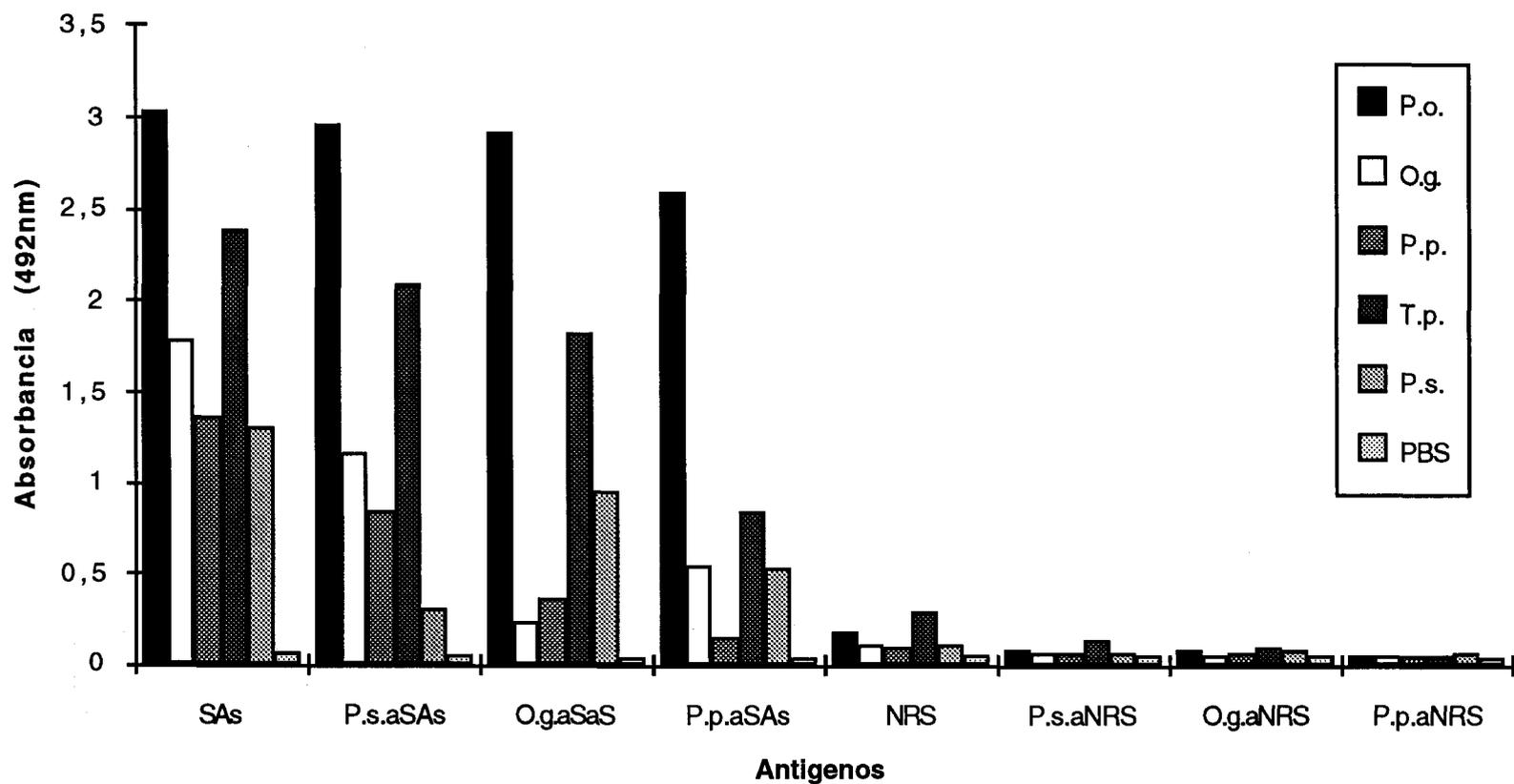


Fig 40. Los distintos antisueros específicos absortos (aSAs) y no absortos (SAs) y el correspondiente antisueros normales del conejo (aNRS y NRS respectivamente) fueron probados a diluciones de 1:250 y 1:1000 PBS Tween respectivamente. Los antigenos P.o. (*Prays oleae*), O.g. (*Oxidus gracilus*), P.p. (*Pholcus phalangoides*), T.p. (*Thaumetopoea pityocampa*) y P.s. (*Phloeotribus scarabeoides*) fueron probados a una dilución de 1:20 000.

Para determinar las concentraciones de proteína de *P.oleae* desconocidas se utilizaron solamente aquellos valores que caían dentro del rango de densidades ópticas utilizadas para la obtención de la línea de regresión.

La concentración de proteínas en las muestra de *P.oleae* se determinó con la siguiente ecuación:

$$\text{Concentración} = (\text{Absorbancia}[P.oleae - \text{Control}] - 0.00905) / 0.0601$$

La concentración proteica en los extractos de polilla fue de 1.146 mg/ml, equivalente a 0.115%.

6.5. Estimación del límite de detección

El límite de detección depende de la intensidad de la respuesta inmunológica (Fig.41). En la Fig. 41 se observó que la absorbancia disminuye cuando baja la concentración en los pozillos tratados con aSAS y los tratados con aNRS, aunque en el segundo caso la pendiente fue menor. A la concentración más baja (nl/ml) no había ninguna diferencia significativa entre las muestras probadas con aSAS y aNRS.

Se considera que el límite de detección se alcanza cuando aSAS \geq 2(aNRS) (p.e. Tijssen, 1985). En la Fig. 41, este punto, se alcanzó a 0.087nm/ml.

En la Apartado 6.4 se estimó que el porcentaje de proteína debe ser igual al 0.115%. Así, se calculó que la cantidad m'nima de proteína que se puede detectar en 200 μ l de PBS es 49.43 ng . Las concentraciones de otras sustancias que provocan una respuesta inumológica no fueron medidas, como haptenes conjugados, polisacáridos, lípidos, etc....

Muchas veces la sensibilidad del sistema no se cita en la literatura, existiendo mucha variación en su descripción. Usando el método de ELISA llamado 'sandwich de anticuerpo doble', Miller (1981), indica que el límite de detección máximo es 1:160 000. Service *et al.* (1986), con el mismo tipo de inmuno ensayo, podían detectar hasta 0.02 μ l de sangre humana de un disco de papel de filtro, en un estudio sobre la alimentación de insectos haematófagos. Crook y Sunderland (1984) indican que se puede detectar con certeza una centésima parte de un pulgón, pero no dan el peso del pulgón. No obstante, Symondson y Liddell (1993), calculan que si el pulgón es grande y del primer estado, y pesa 70 μ g (citado en el trabajo original), se alcanza una detectibilidad de hasta 700ng. Schoof *et al.* (1986) dan una sensibilidad de 2.5ng de proteína larvaria del antígeno, mientras la de Oien

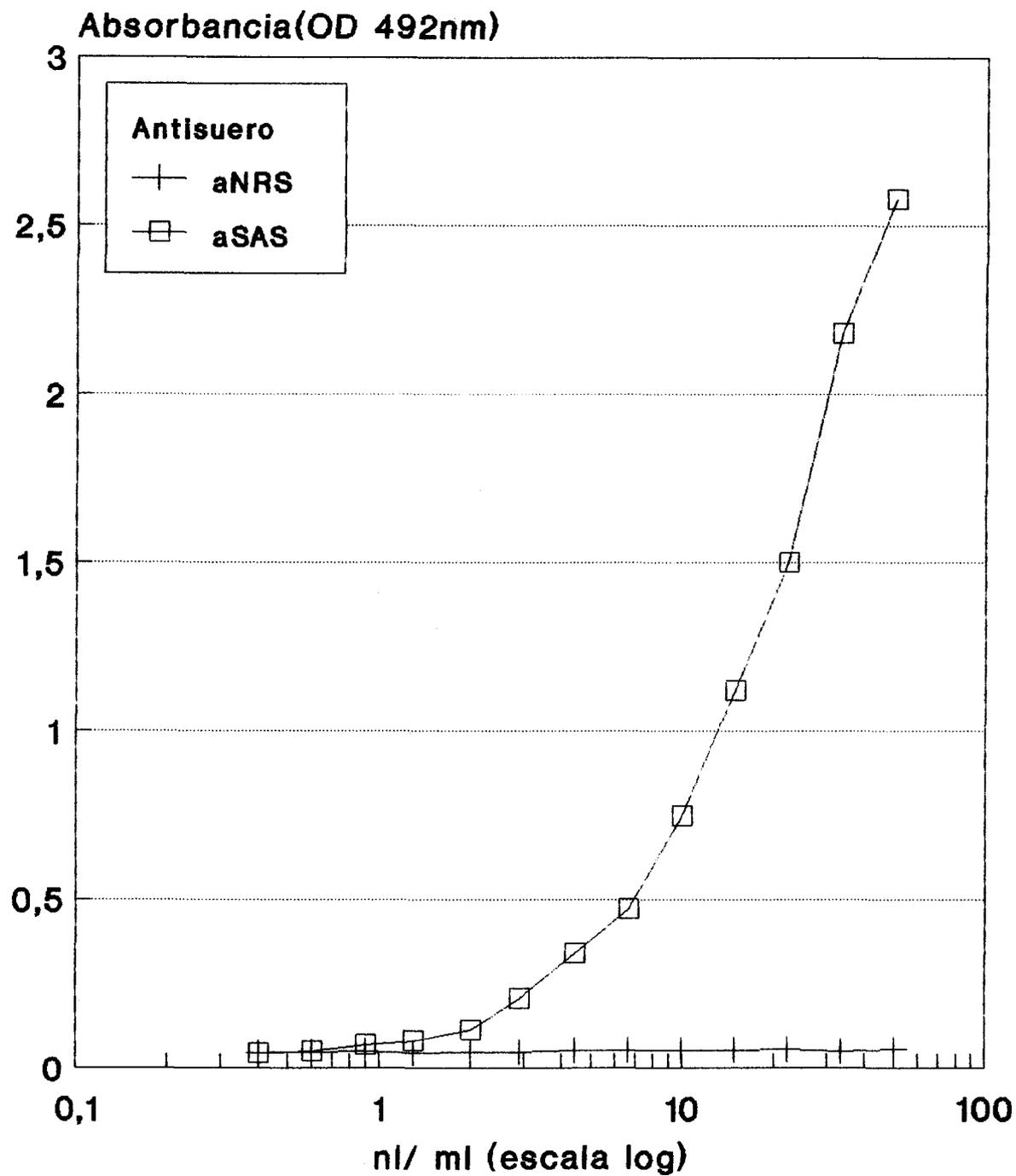


Fig. 41. Un comparación de las respuestas del *Pholcus phalangoides* absorbido antisuero específico (aSAS) y no inmuno suero del conejo (aNRS) al 1.5x serie de dilución de *Prays oleae* mezclando con concentraciones en incremento de *Empoasca decipiens* (con el contenido total proteíco constante).

y Ragsdale, (1991), es de 5ng por la proteína de una microspora patógena. Stuart y Greenstone, (1990), utilizando la misma técnica, pero con el anticuerpo monoclonal arilforin anti-*Heliothis zea* (Boddie) detectaron 16ng. de antígeno.

El ELISA indirecto es considerado una técnica más sensible que la señalada anteriormente (Crook y Payne, 1980). Buchholz *et al.*, (1994), utilizando esta técnica, detectan la depredación de una larva de un lepidóptero en concentraciones superiores a 0.05µg, aunque los resultados positivos tenían lugar desde 0.5µg. Symondson y Liddell (1993), usando un antisuero policlonal absorbido detectan hasta un mínimo de 0.86ng de la babosa, *Arion ater*. En este último trabajo el anticuerpo se purificó por adsorción en vez de por cromatografía de afinidad. Sin embargo, utilizando un antisuero monoclonal detectan el equivalente de 3.43ng de proteína de la misma especie de babosa en 200µl de PBS (Symondson y Liddell, 1993).

Comparado con los estudios donde se ha descrito el nivel de sensibilidad, se puede decir que 49.43 ng fue un valor aceptable. El proceso de absorción tuvo un gran efecto en disminuir la sensibilidad del antisuero, como era de esperar, dado que se eliminan anticuerpos compartidos que reaccionan contra la araña y *P.oleae*. Se supone que esto es debido a la fuerza de la respuesta inmunológica dada la distancia filogenética entre mamíferos (el conejo) y insectos (*P.oleae*).

6.6. Contribución del NRS y las reacciones de fondo a los valores de absorbancia

Kricka *et al.* (1980) consideran que es interesante dejar un marco de pocillos vacíos (los exteriores) alrededor de los interiores, para eliminar una posible fuente de error en las absorbancia de los pozos exteriores. El marco 'protege' los pozos interiores de fluctuaciones provocadas por el ambiente. Sin embargo, este sistema reduce bastante el número de pocillos disponibles para las muestras de depredación, ya que quedan solamente 60 pocillos en vez del 96 de la placa entera, y esto es importante, sobre todo, cuando se incluye un estándar interno para la cuál se necesitaron 18 pocillos.

En este estudio siempre se utilizaron un mínimo de dos pocillos de replica para evitar resultados erróneos. Algunos autores han preferido sacrificar esta garantía para aumentar el número de muestras por placa usando solamente un pocillo por muestra, lo cual significó que se podían probar hasta 76 individuos por placa (Crook y Sunderland, 1984; Sopp, 1987; Sopp y Sunderland, 1989). Su filosofía fue que al probar tantos individuos, la

tendencia general se mantendría, aunque hubiesen más fallos individuales. Tampoco dejaron un marco, pero si tenían una serie de diluciones por duplicado con cuatro controles, dos con PBS y otro dos con BSA, un ejemplo de una reacción heteróloga entre los anticuerpos y una proteína cualquiera.

Como no había ninguna diferencia significativa entre los valores de absorbancia de PBS tratado con aNRS y con aSAS ($P > 0.05$) no hizo falta probar la serie con aNRS para cada placa. Además, si se hiciera, quedarían solamente 20 pozos disponibles, o sea espacio suficiente para 5 muestras, lo que sería demasiado ineficaz. Por eso, el control negativo de PBS tratado con aSAS dió una medida de la varianza en las reacciones de fondo.

Con el estándar por duplicado no hay espacio para probar la reacción con el aNRS. Por esta razón, la contribución del aNRS se calculó aparte, en placas diseñadas especialmente para ello. En la figura 42 se observa la distribución de los valores de cuatro placas, con la absorbancia correspondiente a cada dilución y las medias apropiadas.

El análisis de regresión demostró que existía una asociación significativa entre absorbancia y dilución. La ecuación de regresión fue:

$$\text{Absorbancia} = 0.0074 + 2.355 \cdot \text{dilución}$$

con S.D. = (0.0091) y $r^2 = 39.9\%$, los cuales indican que no había mucha desviación de la línea. El análisis de varianza demostró que la significación de la regresión fue alta ($p < 0.01$).

Para los valores de absorbancia se utilizaron las medias de las cuatro placas. El análisis de covarianza indicó que no había diferencias significativas entre las placas y por eso se utilizaron las medias. De estas medias proviene la desviación estándar usada en el cálculo de la contribución de NRAb a los datos de absorbancia.

Así el valor estimado de la ecuación con 2.5 DE indica la contribución de NRAb a los valores de absorbancia. Incluyendo la desviación estándar y sumandola al valor del control negativo de PBS dieron el 99% más protección evitando subestimar la contribución del NRAb y sobreestimar la absorbancia del SAb, que proviene de la serie de dilución de los estándares (Symondson y Liddell, 1993c). Estos autores fueron los primeros en incorporar un factor de corrección para las reacciones de fondo y de los NRAb. Otros han usado el método de un sandwich de dos anticuerpos (Crook y Sunderland, 1984; Sopp, 1987; Sopp y Sunderland, 1989) que es considerado más específico que el método indirecto (Crook y Payne, 1980), realizando el

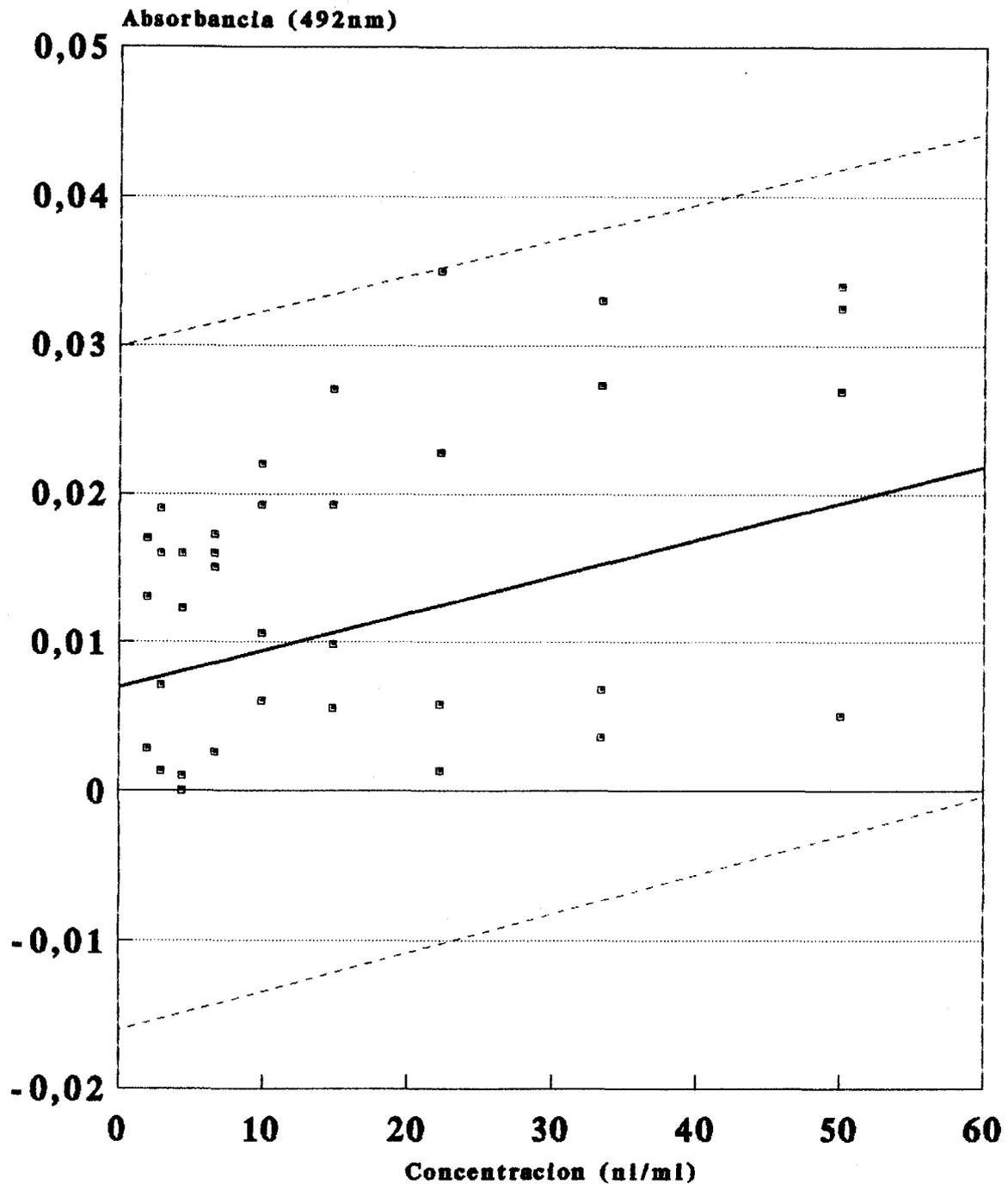


Fig. 42. La contribución del NRAb a la absorbancia, tras la resta de los valores de absorbancia de los controles de PBS. Los datos (·) son juntados de cuatro series de dilución con los medios (+). La línea sólida (y rota) se refieren al ecuación de regresión ($\pm 2.5SD$): $A_{492} = 0.0074 + 2.355$ (Concentración) con $r^2 = 39.9\%$, SD 0.0091, con el pendiente significativamente mayor que cero ($P > 0.01$).

sistema de purificación de precipitación por adición de sulfato amoniaco, diálisis y posterior filtración en una columna de celulosa de intercambio iónico Whatman DE52. En éstos estudios, tanto el NRAb, como el SAb estaban presentes en los anticuerpos de fijación y en el conjugado, pero no hicieron ningún intento de estimar las reacciones entre las muestras y los NRAb.

Otros sistemas de purificación eliminan los NRAb y así se evita la necesidad de calcular la contribución de los NRAb a la absorvancia. Lo más común es utilizar la purificación por cromatografía de afinidad, (Service *et al.*, 1986, Schoof *et al.*, 1986, y Buchholz, 1994) . Sin embargo, esta técnica también tiene inconvenientes. En ella se capturan los Sab mediante un antígeno, que se ha unido previamente a una columna que contiene bolitas de soporte inerte (Steward y Male, 1993), lo que permite que todos los anticuerpos no específicos sean eliminados mediante lavado. Posteriormente, se necesitan agentes de elución para disociar los antígenos de los anticuerpo. Cuanto más afinidad hay, se necesita una mayor concentración del agente de disociación, y esto da lugar a la perdida de anticuerpos de alta afinidad, los más utiles en un ensayo inmune, lo cual significa que el título de anticuerpos específicos disminuye durante la purificación (Tijssen, 1985).

La ventaja de calcular la contribución del NRAb como se ha hecho en este estudio es que en ningún momento, hay un perdida de Sab, potenciando la sensibilidad. Aunque esto aumenta el riesgo de reacciones cruzadas y no especificas (Crook y Payne, 1980; Service *et al.*, 1986), el riguroso sistema de prueba adoptado, controló y cuantificó estos factores.

6.7. La detección de la depredación

En cada placa había una serie de diluciones con un control negativo de PBS por duplicado. De esta manera se podía calibrar las placas teniendo en cuenta las diferencias en los valores de absorbancia producidos por: el plástico de la propia placa, el tampón PBS, los anticuerpos que resisten el paso de lavar con PBS Tween y se mantiene unidos a la placa, y que reaccionan posteriormente con el conjugado, produciendo un cambio colorimétrico del substrato, y los cambios en el color producidos por la luz (Tijssen 1985).

La transformación logarítmica de los datos obtenidos para las diluciones de SAb en cada placa, convierte la distribución de la densidad óptica frente a la concentración de antígeno, en una relación linear, cuya ecuación se puede usar para calcular las concentraciones equivalentes

(C.E.) de las muestras desconocidas. El hecho de que la transformación se haya calculado para todas las placas, minimiza el error posible entre ellas.

A veces la concentración más alta se excluyó del análisis de regresión, debido al llamado 'el efecto del gancho de alta dosis'. Esto ocurre cuando se encuentra menor actividad (medida por los valores de absorbancia) al aumentar las concentraciones de antígeno después de un cierto límite (Tijssen, 1985). Las causas de este efecto pueden deberse a las interacciones entre los anticuerpos heterógenos de distintas afinidades dentro del antisuero (Rodbard *et al.*, 1978), el lavado incompleto después de la incubación entre antígeno y anticuerpo (Rodbard *et al.*, 1978), concentraciones demasiadas bajas de conjugado (Ryal *et al.*, 1982), y a la agregación de antígeno, ya que a altas concentraciones, una proporción grande de las moléculas se unen libremente entre si, en vez de con la placa de ELISA y así, se facilita su pérdida durante el paso de lavado (Tijssen, 1985). La capacidad de unión de las proteínas a las placas de ELISA varía hasta tres veces dependiendo de la marca (Signorella y Hymer, 1984). Cuando el valor de absorbancia de una muestra de elevada concentración disminuyó, con respecto al valor de la concentración precedente, se consideró legítimo eliminar dicho valor.

Para el cálculo de las C.E. siempre se ha tenido en cuenta la contribución de los NRAb y del control negativo. La protección del 99% mencionada anteriormente, reduce la estimación de la absorbancia de SAb, que se utiliza para hallar la ecuación de la serie de diluciones, y a la vez eleva las C.E. de las especies que dan reacciones cruzadas. Aunque esto, aumenta la posibilidad de no detectar niveles de depredación bajos, en pruebas de las capturas del campo, es mejor que confundir un resultado positivo con lo que es en realidad es una reacción cruzada alta.

Los valores para cada espécimen se obtuvieron mediante la resta de la media del efecto de los NRAb y de la media del efecto de los SAb, y la conversión logarítmica posterior. Los datos así obtenidos, se sustituyen en la ecuación de regresión de la placa correspondiente. Para hacer ésto, es necesario re-organizar la ecuación. Así, la función exponencial de la concentración estimada a partir de la ecuación re-organizada es la C.E.

Los valores de CE tuvieron que ser comparados con el umbral de detección para determinar si las muestras eran positivas o no. El umbral de detección se consideró como la media mas 2.5 error estándar de la especie que dió la reacción cruzada más alta tras el proceso de absorción. Esta especie fue el ciénpies, *Oxidus gracilis*, que dió como resultado : $0.0077 + 2.5(0.00031) = 0.00848$.

De los ensayos de reacciones cruzadas realizados podemos concluir que los resultados positivos son debidos a depredación y no, a ninguna reaccion cruzada con otro fitófago ni otro artrópodo del olivar.

6.8. Pruebas en las capturas del campo

Tras el establecimiento del umbral de detección, el próximo paso fue averiguar cuales de las especies capturadas daban reacciones positivas. Se supone que las especies con una alta proporción de sus individuos con pruebas positivas serían los depredadores más importantes, sobre todo aquellos que están representados por muchos individuos. Las especies poco frecuentes pueden tener una alta proporción positiva pero es más difícil concluir si ésta es debida a reacciones cruzadas o a depredación real.

6.8.1 Número de especies y individuos ensayados

En 1994 no se consideró necesario ensayar todos los individuos capturados, sino solamente los correspondientes a las fechas próximas a la generación antófaga y la oviposición de la generación carpófaga, que además representan las épocas de mayor capturas (Fig. 9,10). En 1995, dado que el número de individuos recogidos fue muy inferior, se ensayaron todos los individuos capturados a lo largo de la estación en las dos zonas, al objeto de conocer lo que ocurría en los meses de verano.

En 1994 en Arenales la oviposición de las hembras de *P.oleae* sobre los botones florales comenzó sobre el 14 de mayo, fecha en la que empezaron a observarse las primeras respuestas positivas, las cuales van aumentando posteriormente, alcanzandose el máximo el 14 de junio. En esta época, la oviposición ya había terminado y el 100% de los huevos habían eclosionado, por lo que en el campo había fundamentalmente larvas y las primeras pupas. En fechas posteriores, cuando las hembras ponen sus huevos sobre las pequeñas aceitunas, la incidencia de los depredadores siguió siendo alta (Tabla 8.1). En el Parque de Invierno aunque la generación antófaga se inició a primeros de mayo el patrón de la acción de los depredadores fue similar al de Arenales, alcanzando su máximo durante el periodo larvario.

En 1995, dado que se ensayaron mayor número de fechas, se pudo comprobar que los depredadores incidieron sobre la generación filófaga de *P.oleae*, probablemente sobre pupas y adultos, puesto que el 30 de abril aún no había comenzado la oviposición en la flor, la cual ocurrió sobre el 10 de mayo. A partir de esta fecha, coincidiendo con los huevos y las larvas, los

Tabla 47 Número de especies y de individuos ensayados en las pruebas ELISA y los porcentajes positivos obtenidos.

1994	Arenales				Parque de Invierno			
	Fecha	Sp.	Indiv.	% +ve	Fecha	Sp.	Indiv.	% +ve
	14-May	25	405	1.8	11-May	13	47	2.2
	25-May	36	527	3.4	20-May	35	549	5.2
	03-Jun	31	665	6.5	30-May	43	932	7.5
	14-Jun	38	595	18.5	08-Jun	41	885	3.4
	24-Jun	35	1129	8.7	20-Jun	34	839	4.4
	04-Jul	31	575	8.4				
Total			3896				3252	
1995	30-Abr	31	283	8.9	07-May	28	213	4.2
	10-May	28	217	14.0	17-May	23	278	2.5
	19-May	29	399	17.9	26-May	23	360	0.5
	30-May	25	175	20.6	05-Jun	18	187	0.4
	09-Jun	17	108	0.6	14-Jun	17	223	1.2
	21-Jun	20	123	2.0	25-Jun	18	163	0
	29-Jun	14	130	1.9	05-Jul	14	45	1.5
	10-Jul	17	75	2.0	14-Jul	14	62	5.8
	19-Jul	12	31	0	25-Jul	11	54	0
	29-Jul	13	33	0	04-Ago	9	44	0
	10-Ago	9	27	0	14-Ago			
	19-Ago	9	19	0	24-Ago	10	38	0
	29-Ago	8	25	0	07-Sep	6	39	0
	08-Sep	11	23	0				
Total			1668				1706	
Total Global			5564				4958	

porcentajes de reacciones positivas continuaron aumentando. El 9 de junio disminuyeron drásticamente para volver a incrementarse durante la oviposición de la generación carpófaga. A partir del 19 de julio no hubo ningún positivo, lo cual era de esperar ya que las larvas penetran en el fruto y ya no son accesibles a los depredadores. Lo ocurrido el 9 de junio pudiera ser debido a que la población de los principales depredadores, hormigas y heterópteros era baja. En el caso de las hormigas fue probablemente consecuencia de un riego realizado el 30 de mayo y en el caso de los heterópteros porque en esa fecha sus poblaciones ya habían comenzado a disminuir. En el Parque de Invierno es difícil discutir los resultados dado el bajo número de positivos obtenidos, aunque parece seguir el mismo patrón que en Arenales.

En resumen, podemos concluir que los depredadores inciden principalmente sobre la población larvaria de generación antófaga de *P. oleae*. Los huevos de ambas generaciones fueron también presas importantes, pero probablemente más difíciles de localizar. En este estudio es complejo analizar los resultados de una forma global dado la gran

diversidad de depredadores que han incidido sobre *P.oleae*. Algunos autores indican que las presas más escondidas son atacadas por depredadores especialistas, mientras que las más accesibles lo son por los generalistas. Otros como Eikenbary and Fox, (1968) observan que la acción de un depredador sobre su presa varía en las distintas partes del árbol, de acuerdo con la accesibilidad. En nuestro caso es posible que los huevos depuestos sobre los botones florales del olivo escapasen más fácilmente a la acción de los depredadores , que los colocados sobre las aceitunas. Las larvas de la generación antófaga fueron las más vulnerables probablemente debido a que su tamaño, movilidad, presencia de excrementos, etc... facilitó su localización por los distintos depredadores. En este sentido Liber (1985) encontró que las escamas que las hembras de *P.oleae* dejan al ovideponer emiten junto con los huevos una kairomona que es utilizada por las larvas de *Chrysoperla carnea*.

Tabla 48 Número de individuos, por grupo, que incidieron sobre *P.oleae* .

En () nº de ensayos.

Grupo	Arenales 1994	1995	P.I. 1994	1995
Hormigas	325 (1947)a	64 (725)a	73 (1869)a	11 (1036)a
Arañas	17 (584)a	21 (311)a	36 (478)b	2 (382)c
Heterópteros	49 (1126)a	62 (460)a	14 (183)a	2 (53)a
Escarabajos	9 (119)a	4 (37)a	48 (591)a	12 (199)a
Otros	8 (120)a	39 (135)a	7 (131)a	3 (36)a
Total	401 (3896)a	190 (1668)a	172 (3252)b	31 (1706)c

^a Diferencia significa a $p \leq 0.005$ Kruskal-Wallis D.f.=1, H=8.93

^b Diferencia significa a $p \leq 0.05$ Kruskal-Wallis D.f.=1, H=4.67

En 1994, aunque la población de depredadores fue similar en ambas zonas, en Arenales el número de positivos fue más elevado (Tabla 48) que en el Parque de Invierno. Este hecho puede ser debido a que en Arenales la población del fitófago fue casi el doble, lo cual aumentó la posibilidad de localizar con más facilidad las preSAS . Otro factor que pudo influir fue la extraordinaria acción de las hormigas, que con una población similar en ambas zonas, en Arenales capturaron 4 veces mas. Así en Arenales, la disminución de la población de *P.oleae* fue debida en el 81% de los casos a las hormigas, seguida por los heterópteros que contribuyeron con el 10%. En el Parque de Invierno la incidencia sobre el fitófago estuvo repartida entre los distintos grupos de depredadores, encabezados por las hormigas (41%), seguidas por los coleópteros (27%), las arañas (20%) y algo más alejados los heterópteros (8%) y el grupo de otros (4%).

En 1995, aunque la población de depredadores fue similar en ambas zonas, pero la gran diferencia existente en cuanto a la disponibilidad de presa, hace inútil las comparaciones (Tabla 48). La escasez de presa en el Parque de Invierno quedó reflejado por el número de positivos obtenidos tanto que había una diferencia significativa entre el número de positivos totales y las de las arañas entre los dos años (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$ y $p < 0.005$ respectivamente)

Si confrontamos lo ocurrido en Arenales en los dos años de estudio, vemos que en 1995 la población de *P.oleae* fue casi el doble a la de 1994, pero la de los depredadores fue inferior a la mitad (40.8%). Esta situación se tradujo en que en 1995, la incidencia sobre la población de *P.oleae* también fue inferior (Tabla 48) y esta fue llevada a cabo en un 66% por las hormigas y los heterópteros y en esta ocasión el grupo otros fue muy activo (20,5%), seguido de las arañas (11%).

Resumiendo se puede decir que en Arenales los depredadores existentes incidieron más sobre *P.oleae* que en el Parque de Invierno. Las hormigas fueron unos de los grupos de más interés en el control potencial de *P.oleae*. Los heterópteros alcanzaron cifras de depredación que demuestran su potencial. En el caso de las arañas su relación con el fitófago fue más baja, lo cual pudo estar causado por la gran diversidad de especies encontradas que ocultó (disminió) la contribución de las más útiles. El papel de los coleópteros solo se manifestó en el Parque de Invierno en 1994, donde su población fue la mucho más elevada. Con respecto al grupo de otros órdenes, dado su bajo número, en cuanto a capturas y reacciones positivas obtenidas, hay suponer que su importancia como depredadores en el olivar es baja.

6.8.2 Formícidos

Del estudio de la fenología de los distintos grupos de insectos presentes en el olivar (Sección 4.1.4.), se observa que las hormigas son el grupo más numeroso. Sin embargo, no hay nada descrito sobre sus efectos depredadores en este cultivo. (Ver Arambourg)

Tapionoma nigerrimum es la especie que domina numericamente en Arenales y además, presenta porcentajes positivos en las pruebas ELISA en todas las fechas ensayadas en 1994 (Tabla 50). Los valores mas elevados coincidieron con la presencia de huevos en el campo correspondientes a la generación antófaga y carpófaga de *P.oleae*. En 1995, se observa que a

Tabla 49

Arenales				Parque de Invierno			
1994		1995		1994		1995	
14-May	3.2 (282)	30-Apr	5.4 (149)	11-May	0 (18)	07-May	3.6 (112)
25-May	6.1 (309)	10-May	16.4 (110)	20-May	0 (187)	17-May	2.3 (256)
03-Jun	7.6 (489)	19-May	17.8 (101)	30-May	6.6 (408)	26-May	0 (243)
14-Jun	41.8 (330)	30-May	25.0 (28)	08-Jun	2.8 (638)	05-Jun	0 (186)
24-Jun	17.1 (481)	09-Jun	1.6 (62)	20-Jun	4.0 (684)	14-Jun	0 (169)
04-Jul	14.2 (345)	21-Jun	2.9 (103)			25-Jun	0 (126)
		29-Jun	3.1 (191)			05-Jul	1.5 (68)
		10-Jul	3.8 (80)			14-Jul	15.8 (19)
		19-Jul- 08-Sep	Ningún positivo			25-Jul- 07-Sep	Ningún positivo

Tabla 50 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de hormigas procedentes de Arenales.

Aren.	T.n	C.m	C.sc	C.f	P.py	L.a	C.sy	F.s	C.r
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
14-May	6.9 (87)	0 (1)	0 (38)		0 (4)	5.9(51)	0 (3)		
25-May	17.9(84)	20 (5)	4.2 (72)	0 (4)	0 (20)	0 (6)	0 (12)	0 (4)	0 (3)
03-Jun	14.4(209)	0 (9)	4.4 (69)	20 (20)	0 (32)	0 (55)	0 (10)	0 (8)	0 (1)
14-Jun	91.3(146)	0 (13)	5.9 (34)	0 (15)	0 (30)	11.1(27)	0 (12)	0 (7)	0 (4)
24-Jun	27.9(258)	0 (2)	5 (40)	16.6 (6)	5.7(88)		0 (7)	15.4(13)	0 (15)
04-Jul	27.5(138)	0 (3)	0 (18)	0 (3)	7.3(137)		10 (10)	0 (36)	
Total	31.9 (922)	3 (33)	3.7 (271)	10.4 (48)	4.8 (311)	4.3 (139)	1.9 (54)	2.9 (68)	0 (23)
1995									
30-Abr	19.1(42)	0 (6)	0 (37)	0 (7)	0 (27)	0 (1)		0 (5)	
10-May	21.1(76)		0 (15)	0 (2)		100 (1)	25 (4)	0 (4)	
19-May	44.4(36)	0 (11)	0 (42)	0 (2)	100(1)	0 (5)	25 (4)		
30-May	53.9(13)	0 (3)	0 (1)	0 (10)		0 (1)			
09-Jun	16.7 (6)	0 (2)	0 (9)	0 (3)		0 (3)		0 (3)	
21-Jun	5.3 (57)		0 (12)	0 (6)		0 (2)		0 (1)	0 (1)
29-Jun	9.2 (65)	0 (13)	0 (11)					0 (13)	
10-Jul	11.1(27)	0 (3)	0 (12)	0 (11)		0 (1)	0 (1)		0 (2)
19-Jul- 08-Sep	0 (17)	0 (1)	0 (33)	0 (3)			0 (7)	0 (22)	0 (1)
Total	17.7 (339)	0 (39)	0 (172)	0 (44)	3.6 (28)	7.1 (14)	12.5 (16)	0 (48)	0 (4)

Pie de tabla. En () nº de individuos ensayados. T.n=*Tapionoma nigerrimum*, C.m= *Camponotus micans*, C.sy= *C.sylvaticus*, C.f.= *C.foreli*, C.sc=*Crematogaster scutellaris*, P.py=*Plagiolepis pygmaea*, L.a=*Lasius alienus*, C.r=*Cataglyphis rosenhauri*, F.s=*Formica subrufa*.

partir del 19 de julio no hay ningún positivo, lo cual es lógico ya que una vez que los huevos han eclosionado, las larvas se introducen en el interior de fruto y por tanto no son accesibles. Es una especie omnívora con cierta preferencia por líquidos azucarados, pero también lleva restos animales,

normalmente muertos (Cerdá *et al.*, 1989). Dado que en las pruebas de ELISA no se puede diferenciar entre preSAS vivas o muertas existe la posibilidad de que el alto porcentaje positivo fuese debido a la carroña (larvas muertas), aunque pudo observarse a obreros atacando a larvas vivas y llevandoselas al hormiguero.

Tabla 51 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de hormigas procedentes del Parque de Invierno.

P.I.	C.m	C.sc	C.f	P.py	L.a	C.sy	F.s	C.r	C.t	C.c	P.pa
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
11-May		0 (9)	0 (9)								
20-May	0 (51)	0 (59)	0 (36)	0 (17)		0 (10)		0 (1)		0 (3)	0 (3)
30-May	9.3 (172)	2.6 (114)	5.1 (59)	0 (8)		22.2 (18)		11.1 (9)	0 (7)	0 (12)	0 (9)
08-Jun	2.3 (267)	0 (115)	0 (98)	13.3 (45)		0 (29)	0 (4)	0 (18)	0 (1)	9.1 (11)	10 (50)
20-Jun	8.6 (210)	0 (167)	1.7 (60)	13.5 (37)		0 (36)	0 (17)	0 (14)	28.6 (7)	0 (4)	
Total	5.7 (700)	1 (464)	1.5 (262)	10.3 (107)	0 (0)	4.3 (93)	0 (21)	2.4 (42)	13.3 (15)	3.3 (30)	8.1 (62)
1995											
07-May	0 (53)	2.5(40)	0 (10)		100(1)	25 (8)					
17-May	1 (113)	0 (10)	25(20)	0 (1)		0 (4)	0 (1)				
26-May	0 (142)	0 (4)	0 (60)			0 (15)	0 (20)	0 (1)			
05-Jun	0 (78)	0 (18)	0 (23)	0 (2)		0 (4)					
14-Jun	0 (54)	0 (11)	0 (94)	0 (5)		0 (3)	0 (1)	0 (1)			
25-Jun	0 (11)	0 (76)	0 (12)			0 (20)	0 (1)	0 (6)			
05-Jul	0 (4)	0 (6)	0 (9)			0 (3)	0 (1)	100(1)			
14-Jul	27.3(11)	0 (1)	0 (4)				0 (3)				
25-Jul- 07-Sep	0 (5)	0 (46)	0 (6)								
Total	0.1 (471)	0.1 (212)	2.1 (238)	0 (8)	100 (1)	3.5 (57)	0 (27)	11.1 (9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados. C.m=*Camponotus micans*, C.sy=*C.sylvaticus*, C.c=*C.cruentatus*, C.f=*C.foreli*, C.sc=*Crematogaster scutellaris*, P.py=*Plagiolepis pygmaea*, L.a=*Lasius alienus*, F.s=*Formica subrufa*, C.r=*Cataglyphis rosenhauri*, C.t=*Calobopsis truncata*, P.pa=*Pheidole pallidula*.

En el caso del género *Camponotus* algunas especies dieron positivo en las pruebas de depredación, lo cual es bastante interesante dado que es sabido que este género prefiere líquidos azucarados, como melaza de homópteros y nectar, a comida sólida (Alsina *et al.*, 1988).

C.micans, como se ha indicado es la especie más común en el Parque de Invierno, y únicamente en 1994 demostró un porcentaje positivo apreciable (el 5.7%) (Tabla 51), que corresponden a unos 40 individuos de los 700 ensayados. Así pues, parece que las presas no son un parte

importante en su regimen aunque autores como Pickles (1943) observaron que esta especie ocasionalmente lleva larvas de los lepidópteros.

C.foreli es, al igual que *C.micans*, más frecuente en el Parque de Invierno. Los bajos valores positivos confirman de nuevo las conclusiones existentes en la bibliografía donde se cita al néctar como su primer fuente de alimentación, seguido por la melaza, muy por encima del material sólido, que supuso solamente el 3.7% de la dieta de 1300 hormigas (Retana *et al.*, 1987).

C.sylvaticus encontrado tanto en Arenales que en el Parque de Invierno, tiene un número de individuos positivos bajo en ambas zona y años, lo cual está de acuerdo con lo descrito en la bibliografía (Cerdá *et al.*, 1989).

C.cruentatus fue capturado solamente en el Parque de Invierno en 1994 y en pequeña cantidad. De los 30 individuos ensayados tan solo un obrero dió respuesta positiva, el 8 de junio (Tabla 51). Según Alsina *et al.* (1988) el porcentaje de los obreros de esta especie que regresan al hormiguero con presas en sus mandíbulas es del 5.9%, y de este, solo el 2.6% corresponden a restos de lepidópteros. Ha sido descrito en relación con el licénido, *Nordmannia esculi*, al objeto de obtener secreciones azucaradas (Martin y Gurrea, 1983).

Crematogaster scutellaris es una hormiga muy frecuente en ambos olivares (Fig. 4.1.4) o (Tabla 50,51) y sin embargo, el número de individuos que han dado reacciones positivas son realmente bajos. Estos resultados no son extraños dado que es conocido (Villagrán *et al.*, 1992) que en los alcornocales, el 80% de la dieta de este fórmido está compuesta por sustancias líquidas. Es omnívora ya que se alimenta de la melaza de los homópteros, de la vegetación y también es citada como un depredador oófago (Du Merle, 1982). La ha descrita como un depredador de los escolítidos del olivo (Russo, 1938; Gonzalez y Campos, 1990).

P.pallidula es una especie interesante desde el punto de vista depredador ya que es agresiva y tiene una amplia diversidad en su dieta, que incluye artrópodos vivos o muertos, semillas e incluso néctar (Detrain, 1990; Retana *et al.*, 1992). Russo, (1938) la ha descrita como un depredador de los escolítidos del olivo. Durante el periodo de estudio fue capturado solamente en 1994 en el Parque de Invierno (Tabla 51). De los 62 individuos capturados, 50 lo fueron el 8 de junio, única fecha en la que se obtuvieron reacciones positivas (10%) y que coincide con la presencia de larvas de la generación antófaga de *P.oleae*.

F. subrufa es poco común en ambos olivares. Aunque existe una especie del mismo género, *F. rufa*, que es considerada como un depredador importante de plagas forestales (Rosengren, 1979), aunque Adlung (1966) en una revisión indica lo contrario. *F. subrufa* tan solo dió positivo (15.4%) con las capturas del 24 de junio de 1994 (Tabla 50, lo que sugiere que en este caso tiene un papel menor en el control de *P. oleae*. Way y Cammell (1992) en un estudio sobre la depredación oófaga de las hormigas, entre las que incluyeron *F. subrufa*, comprobaron que ante la presencia de soluciones azucaradas o pescado prefieren estos alimentos a los huevos de coleópteros. Cavia (1990) estudió su régimen alimenticio, y aunque es una especie omnívora, comprueba que la mayor proporción de las presas llevadas al hormiguero son restos de insectos muertos, sobre todo de otras hormigas.

L. alienus es una especie omnívora de gran interés, ya que según las observaciones de Fellers (1987) más del 80% de la comida que transportan los obreros corresponden a restos animales. En los olivares granadinos las capturas fueron muy bajas, a excepción de Arenales en 1994 donde en dos fechas, los individuos ensayados dieron una respuesta positiva (Tabla 50) y estas coincidieron con la presencia de huevos de la generación antófaga y carpófaga de *P. oleae*.

De los 78 individuos ensayados de *C. rosenhauri* solo dieron reacción positiva dos, los cuales correspondían al Parque de Invierno y a dos fechas diferentes. Tanto la biología como sus preferencias alimenticias son poco conocidas. Se sabe que otra especie del mismo género, *C. cursor*, busca comida individualmente y aunque es considerada como una especie zoonecrófaga, también ataca a larvas de lepidópteros e insectos agotados (Petrov, 1990; Retama *et al.*, 1991). No tiene preferencia por presas de ninguna especie y la disponibilidad es la que determina cuáles son capturadas (Bosch *et al.*, 1987).

P. pygmaea es la especie más pequeña encontrada en los olivares granadinos y mide menos de 2.5mm (Collingwood, 1978). Dado el tamaño de sus obreros y que es citada como hormiga insectívora de pecoreo individual (Serrano *et al.*, 1991), es muy probable que solo sea capaz de depredar huevos de *P. oleae*, pero no las larvas. Las reacciones positivas encontradas pudieran en algún caso ser consecuencia de un error de identificación, al ser confundida con *P. pallidula*, también de pequeño tamaño.

Al hablar de la proporción de hormigas que han dado reacciones positivas es importante tener en cuenta que son insectos sociales y que algunas especies practican trofolaxis, la cual puede inflar el resultado dado que las proteínas de la presa pueden ser repartidos entre la sociedad dando la

impresión que un mayor número de individuos han depredado *P.oleae*, igual que sospecharon McDaniel y Sterling, (1979), cuando usaron marcadores radioactivos para detectar depredación. Aunque Vinson (1968) encontró que la mayoría fue a la cría y no estaba compartida entre obreros, Markin (1970) en un estudio de la distribución de la comida dentro de la colonia de *L. humile*. Encontró que un obrero normal que pesaba 0.443mg llevaba al hormiguero una media de 0.193mg de comida líquida, los cuales son distribuidos directamente entre cuatro y 12 obreros. Estos lo pasaron a nuevos obreros, de forma que a las 48 horas esta comida había llegado a unos 156 individuos, entre obreros, crías y reinas.

Actualmente es difícil evaluar las ventajas y los inconvenientes de las hormigas en el ecosistema. Así, Sato and Higasi (1987) observaron que había una relación inversa entre el número de galerías del Lepidóptero *Phyllonorycter* sp. rotas por las hormigas y la tasa de parasitismo. También se ha determinado que las hormigas influyen considerablemente en la composición de las especies encontradas en un árbol, y en este sentido se ha indicado que la actividad de las hormigas determinó las especies de tentredínido que atacaban a los sauces (Woodman and Price (1992) y disminuyó la diversidad de larvas de lepidópteros en los abedules (Skinner and Whittaker, 1981; Warrington and Whittaker, 1985; Fowler and MacGarvin, 1985). Por otro lado, se sabe que mientras algunas especies productoras de melaza, de las cuales podrían beneficiarse, son depredadas por las hormigas, otras son protegidas como el pulgón *Symydobius oblongus*, cuyas poblaciones se elevan un 3000% en presencia de *Formica lugubris* (Fowler and MacGarvin, 1985). En ocasiones, las ventajas son más claras ya que su incidencia sobre especies defoliadoras reduce los porcentajes de defoliación (Skinner and Whittaker, 1981; Warrington and Whittaker, 1985; Mahdi and Whittaker, 1993), lo cual es importante en el caso de árboles jóvenes en relación con la producción anual de leña, el crecimiento y la producción. También hay casos en que las hormigas han sido descritas como depredadores eficaces de huevos de distintas plagas, como varias especies del género *Pheidole* (Way and Khoo, 1992) o la especie *Solenopsis invicta* que comió más del 80% de los huevos del lepidóptero *Heliothis virescens*.

Si embargo, hasta el momento en los estudios de ELISA en relación con la depredación, el papel de las hormigas no ha sido realmente investigado. En ocasiones son incluidas entre la lista de especies ensayadas pero estos trabajos no han sido muy numerosos, entre los que se encuentran los de Chiverton (1987) el cual solo trabajó con dos individuos. A veces ni

quiera forman parte de esos listados (Kapuge y Danthanarayana, 1987; Sunderland *et al.*, 1987) . La mayoría de los estudios se han centrado sobre un grupo en particular como coleópteros (Cameron y Reeves, 1990; Symondson y Liddell, 1993c, abax?, a monocl; Hagler y Naranjo, 1994), carábidos y arañas (DuDevoir y Reeves, 1990) y heterópteros (Hagler y Naranjo, 1994), o para confirmar las especies consideradas importantes (Ragsdale *et al.*, 1981; Hagler *et al.*, 1992; Buchholz *et al.*, 1994; Sigsgaard, 1996).

Esta es la primera vez que han sido consideradas en tanto detalle y los resultados obtenidos en este estudio subraya la necesidad profundizar en el papel exacto que juegan las hormigas en el olivar dado que muchas de las especies son omnívoras y además, pueden llevar individuos muertos o practicar trofolaxis, lo cual es imposible de detectar con las pruebas ELISA. Según distintos autores (Seastedt *et al.*, 1981; Fellers y Fellers, 1982; Retana *et al.*, 1991), las hormigas son los principales implicados en la recogida de los animales muertos.

6.8.3 Arañas

Es el grupo que mostró el mayor número de especies en el olivar (Apendice B.1), ya que se han encontrado 60. Sin embargo, tan solo cinco de ellas representan el 80% de las arañas capturadas.

Tabla 52

Arenales				Parque de Invierno			
1994		1995		1994		1995	
14-May	3.1 (32)	30-Abr	4.9 (41)	11-May	7.1 (14)	07-May	0 (59)
25-May	0 (62)	10-May	7.3 (41)	20-May	6.4 (125)	17-May	0 (58)
03-Jun	11.8 (76)	19-May	10.2 (59)	30-May	16.2 (111)	26-May	0 (63)
14-Jun	2.9 (105)	30-May	18.4 (38)	08-Jun	3.7 (109)	05-Jun	2.7 (37)
24-Jun	1.5 (204)	09-Jun	0 (37)	20-Jun	4.0 (124)	14-Jun	0 (29)
04-Jul	0.5 (196)	21-Jun	2.3 (43)			25-Jun	0 (38)
		29-Jun	0 (32)			05-Jul	2.5 (40)
		10-Jul	4.0 (25)			14-Jul-	Ningún
		19-Jul-	Ningún			07-Sep	positivo
		08-Sep	positivo				

En el caso de las arañas es importante tener en cuenta que tienen adaptaciones morfológicas (muchas ramificaciones en el estómago) y fisiológicas (bajo nivel de metabolismo) (Turnbull, 1973; Riechert, 1992) y así su periodo de digestión es más largo que el de otros grupos de depredadores por lo que se puede detectar lo que han comido durante un

periodo de tiempo mayor (Nakamura, 1977; McIver, 1981). Es su mecanismo resistir periodos sin comida. Así pues, en comparación con los otros grupos, las posibilidades de detección son mayores.

Tabla 53 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de arañas procedentes de Arenales.

Aren	Salt 1	Thom 2	Ther 1	Oxyo 1	Salt 2	Liny 1	Gnap 2	Club 1	Aran 1	Thom 1	Ther 2	Gnap 1	Club 5
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
14 May	0 (11)	16.7 (6)	0 (5)			0 (3)		0 (5)		0 (2)			
25 May	0 (21)	0 (9)	0 (2)			0 (6)		0 (1)		0 (1)	0 (2)	0 (3)	0 (4)
03 Jun	3.5 (29)	14.3 (7)	40 (5)	0 (2)	36.4 (11)	20 (5)				0 (1)			
14 Jun	3.9 (26)	6.3 (16)	0 (3)	0 (3)		33.3 (3)			0 (3)	0 (2)		0 (1)	
24 Jun	0 (21)	1.3 (79)	0 (2)	0 (3)		0 (2)		0 (8)	11.1 (9)	0 (7)	100 (1)		
04 Jul	4.6 (22)	0 (86)		0 (7)		0 (4)		0 (1)	0 (1)	0 (2)			
Total	2.3 (130)	2 (203)	11.8 (17)	0 (15)	36.4 (11)	8.7 (23)		0 (15)	7.7 (13)	0 (15)	33.3 (3)	0 (4)	0 (4)
1995													
30 Abr	0 (9)	12.5 (8)	14.3 (7)		0 (5)	0 (3)					0 (1)	0 (1)	
10 May	33.3 (3)	16.7 (6)	0 (7)	0 (2)	0 (6)	0 (1)							100 (1)
19 May	14.8 (27)	20 (10)	0 (4)		0 (7)	0 (4)		0 (1)	0 (1)			33.3 (3)	
30 May	22.2 (9)	16.7 (6)	50(4)	100 (1)	0 (1)	0 (1)		50 (2)				0 (1)	
09 Jun	0 (20)	0 (7)			0 (4)	0 (1)							
21 Jun	5.3 (19)		0 (1)	0 (2)	0 (8)	0 (3)				0 (1)		0 (1)	
29 Jun	0 (9)	0 (3)	0 (1)		0 (7)								0 (2)
10 Jul	50 (2)	0 (2)	0 (2)	0 (2)	0 (1)					0 (1)			
19Jul- 08Sep	0 (9)		0 (1)		0 (9)			0 (2)		0(16)			0 (1)
Total	8.4 (107)	10.6 (51)	11.1 (27)	14.3 (7)	0 (48)	0 (13)	0 (1)	20 (5)	0 (1)	0 (18)	0 (1)	16.7 (6)	25 (4)

Pie de tabla. En () nº de individuos ensayados. Salticidae= Salt.....

Globalmente se puede decir que en 1994 en Arenales, las cifras más altas de depredación (Tabla 53) coincidieron con la generación antófaga de *P.oleae*, aunque el mayor número de arañas se capturó posteriormente, en

el mes de junio (Fig. 9). En 1995, hubo una coincidencia entre ambos valores en la generación antófaga de *P.oleae* (Fig. 9) (Tabla 53).

Tabla 54 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de arañas procedentes del Parque de Invierno.

P.I.	Salt 1	Thom 2	Ther 1	Oxyo 1	Salt 2	Liny 1	Gnap 2	Club 1	Aran 1	Thom 1	Gnap 1	Club 5	Lycos
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
11May	0 (1)		16.7 (6)	0 (1)	0 (4)					0 (2)			
20May	7.7 (13)	6.5 (33)	6.5 (31)		10.5 (19)	0 (5)			0 (5)	0 (6)		33.3 (3)	
30May	6.7 (15)	19.4 (31)	23.8 (21)	66.7 (3)	8.3 (12)	15.4 (13)				0 (12)	0 (2)		50 (2)
08Jun	0 (13)	6.7 (30)	0 (12)	50 (2)	0 (17)	0 (3)		0 (1)		7.1 (14)		0 (2)	
20Jun	0 (8)	0 (21)	10 (10)		0 (13)	0 (5)			0 (2)	22.2 (9)		40 (5)	
Total	4 (50)	8.7 (115)	11.3 (80)	50 (6)	5.6 (53)	7.7 (26)		0 (1)	0 (7)	7 (43)	0 (2)	30 (10)	50 (2)
1995													
07May	0 (7)	0 (15)	0 (7)		0 (5)		0 (2)		0 (3)	0 (4)	0 (1)		
17May	0 (2)	0 (5)	0 (8)	0 (1)	0 (2)	0 (3)				0 (4)			
26May	0 (13)	0 (12)	0 (4)		0 (5)					0 (9)	0 (1)		
05Jun	0 (6)	0 (13)	0 (3)	0 (2)	0 (1)	0 (2)	100 (1)			0 (11)		0 (1)	
14Jun	0 (4)	0 (7)			0 (1)					0 (7)			
25Jun	0 (4)	0 (9)			0 (1)					0 (9)			
05Jul	0 (1)	12.5 (8)	0 (1)		0 (4)					0 (2)			
14Jul- 07Sep	0(15)	0 (14)	0(1)		0 (7)					0 (30)			
Total	0 (52)	1.2 (83)	0 (24)	0 (3)	0 (26)	0 (5)	33.3 (3)		0 (3)	0 (76)	0 (2)	0 (1)	

Pie de tabla. En () nº de individuos ensayados. Salticidae= Salt.....

De todos los saltícidos ensayados, las dos especies más comunes fueron las únicas que dieron resultados positivos (Tabla 53,54). En Arenales, donde Salt1 es una de las especies más frecuentes en ambos años, en 1995 los porcentajes de depredación fueron tres veces superiores a los de 1994, y estos coincidieron con el principio de la eclosión de los huevos de la generación antófaga y carpófaga de *P.oleae*. En el Parque de Invierno, aunque la capturas fueron la mitad, tan solo dos individuos en 1994 presentaban reacciones positivas. Salt2, fue menos abundante y también parece que su incidencia sobre *P.oleae* fue inferior, ya que en 1995 no se obtuvo ninguna reacción positiva y en 1994 hubo 7 de los 64 ensayos realizados, de los cuales 4 individuos fueron recogidos en Arenales y 3 en el

Parque de Invierno, coincidiendo al igual que en Salt1 con el inicio de la eclosión.

En el caso de la familia Thomcidae, también las dos especies más frecuentes son las que mostraron resultados positivos, aunque en el caso de Thom1 este hecho solo ocurrió en el Parque de Invierno en 1994, coincidiendo con la oviposición en la generación carpófaga. Con Thom2 pudo comprobarse que en 1994, cuatro individuos en Arenales y 10 en el Parque de Invierno incidieron sobre *P.oleae*. En 1995, las cifras fueron de cinco en Arenales y uno en el Parque de Invierno (Tabla 53,54). Es difícil creer que estas arañas hayan comido huevos ya que emboscan a sus presas. Lo más probable es que sus objetivos fuesen las larvas antófagas o los adultos buscando lugares de oviposición. Es la araña, junto con Salt2, con mayor número de individuos que han dado reacción positiva en Arenales y en el Parque de Invierno en 1994. Si comparamos el potencial depredador de ambas especies, se puede pensar que el de Thom2 es superior, dado que es más abundante que Salt2.

De las distintas especies de Clubiónidos encontrados, ninguna de las más frecuentes dieron resultados positivos, aunque si lo hicieron algunos de los especímenes de Club1 y Club5. Son especies muy poco abundantes en los olivares granadinos, ya que de Club1, se capturó un individuo (Tabla 53,54) en el Parque de Invierno y 17 en Arenales. Uno de estos dió reacción positiva y correspondía al 30 de mayo, coincidiendo con la aparición de las larvas antófagas. En el caso de Club5, se observó que cuatro de los 18 individuos ensayados incidieron sobre *P.oleae* (Tabla 53,54), y por las fechas, se podría pensar que atacaron a los huevos y adultos.

La familia Gnaphosidae fue muy poco abundante en los olivares de estudio, y de hecho se incluyó en el grupo de otras arañas. Son cazadores cortos de vista, por lo que muchas especies cazan de noche. De las dos especies encontradas, Gnap1 es la más frecuente. Normalmente sus porcentajes con respecto al total fueron inferiores a 0.5%, aunque en 1994 en Arenales se elevó a 1.9%. De los 10 individuos ensayados, solo uno dió respuesta positiva y fue capturado en Arenales coincidiendo con la oviposición de las hembras antófagas (Tabla 53,54). De Gnap2, de los cuatro individuos capturados, solo uno incidió sobre *P.oleae*, probablemente sobre las larvas o adultos, ya que fue capturado el 5 de junio.

De la familia Oxyopidae, con una sola especie capturada, tres de los 25 individuos recogidos reaccionaron positivamente y correspondían a los muestreos de finales de mayo-principios de junio (Tabla 53,54).

Las distintas especies de la familia Lycosidae, para evitar la competencia entre ellas, muestran requerimientos específicos que definen su distribución geográfica y su habitat (Bristowe, 1971). Así, no es extraño que solo se encontrara la especie Lycos, lo que ocurrió en el Parque de Invierno. Son conocida vulgarmente como las arañas lobo, son poderosas, con buena vista y cazan sin telas (Bellman, 1971). En nuestro estudio fue difícil conocer su acción, ya que solo se capturaron dos individuos, uno de los cuales fue positivo.

Una familia muy interesante es la Theridae, y de las dos especies encontradas, Ther1 fue la que tuvo mayor vinculación con *P.oleae*. En Arenales cinco individuos de los 44 ensayados incidieron sobre el fitófago y probablemente, según las fechas (Tabla 53,54) lo hicieron sobre larvas y adultos, los cuales podrían ser cazados en las telarañas. En el Parque de Invierno, donde las capturas fueron más del doble que en Arenales, se observaron nueve positivos, todos en 1994 y por la misma época que en Arenales. Estos resultados sugieren que esta especie podría contribuir a reducir la poblaciones de *P.oleae*, por lo que sería interesante profundizar en el conocimiento de esta especie en el olivar. Ther2, fue muy escasa en el Parque de Invierno (0.8%) y todas los ensayos fueron negativos. En Arenales, una araña dió positivo, de las cuatro ensayadas (Tabla 53,54).

Otra familia que hace telarañas es la Araneidae, de la que se encontró una sola especie, Aran1. De ella, se capturaron 14 individuos en Arenales y 10 en el Parque de Invierno. Se obtuvo una reacción positiva el 24 de junio en Arenales, por lo que probablemente correspondería a un adulto (Tabla 53,54).

La familia Linyphiidae, con una de sus especie Linp1, no mostró ninguna relación con *P.oleae* en 1995. Sin embargo, en 1994 cinco arañas de las 49 capturadas dieron positivo en el ensayo ELISA, en las fechas en las que las larvas de la generación antófagas estaban presentes.

Para el grupo de las arañas, los porcentajes de depredación oscilaron entre el 0.5% y el 7.5%. En otros estudios con ELISA, la cifra ha sido más alta, entre el 15.7% y el 19.5% contra pulgones de cereales (Sunderland *et al.*, 1987), y el 28% contra larvas del lepidóptero, *Lymantria dispar* (DuDevoir y Reeves, 1990). En estos dos estudios, las capturas de las hormigas son bajas, lo cual pudiera tener alguna importancia ya que durante el transporte de las capturas al laboratorio, se observó con frecuencia que las arañas habían sido atacadas por las hormigas. Pudiera ocurrir que en el campo existiese una interferencia entre los dos grupos, disminuyendo la eficacia de las arañas.

Aunque la tasa global es baja, algunas de las especies más frecuentes, como Saly1, Salt 2 y Thom2, tenían porcentajes positivos más elevados que la media (Tabla 53,54). La gran mayoría de las especies que dieron reacciones positivas fueron arañas del tipo cazador, lo que sugiere que las arañas depredadoras de la polilla buscan activamente su presa, en vez de esperar pasivamente para capturarlas en su telas.

Durante la floración del olivo, hay muchos brotes que tienen telarañas densas en su partes terminales, por lo que pudiera ocurrir que el sistema de muestreo adoptado en este estudio no fuese el más adecuado para coger estas arañas. Dado que los brotes terminales son lugares donde se alimantan las larvas de *P.oleae*, es posible que con otro método de muestreo, los resultados reflejasen un porcentaje de depredación mayor ya que se tendría en cuenta la contribución de estas especies. Con la técnica del paraguas japonés, la arañas que cazan o hacen tela-arañas más sueltas son las mejor representadas (Putman, 1967; Turnbull, 1973).

Un característica interesante de las arañas es que son capaces de capturar adultos, bien directamente o mediante las telas. Sin embargo, en las pruebas ELISA no puede distinguir si la presa es un huevo, una larva o un adulto. Putman (1967) en un estudio de la importancia de las arañas en melocotoneros, demostraron que miembros de la familia cazadora Philodromidae fueron capaces de capturar adultos de la polilla, *Grapholitha molesta*, después de varios intentos. Juillet (1961) estimó que las arañas fueron los depredadores más importantes del lepidóptero, *Rhyaciona buoliana*, aunque el hecho de que puedan capturar adultos no significa, necesariamente, que son hábiles para regular la población, como demostró Pointing (1965) con la araña, *Frontinella communis*, y el mismo lepidóptero. Este autor comprobó que hacen las tela-arañas donde se encuentran los adultos de la polilla, pero desafortunadamente, solamente una proporción muy baja de la población es capturada (el 4.4%). Además, el número de machos recogidos es superior al de hembras y algunas las hembras ya habían ovipuestos parte de su complemento de huevos antes de ser atrapadas. El conjunto de estos factores hace disminuir la eficacia de la araña.

Es considerado que las arañas como un conjunto puede bajar las poblaciones de plagas aunque no tanto como otros grupos de enemigos naturales. Su función puede ser en limitar la potencial de las plagas aumentar su poblaciones a niveles dañinos. Su potencial depende de la provision de sistemas de manejo favorables (el uso de plagicidas no nocivas o diversificación del habitat) (Riechert, 1992).

La contribución de las arañas al control de *P.oleae* y de otras plagas del olivo debe ser estudiada en mayor profundidad, dado su abundancia y diversidad. También sería de interés considerar su efecto sobre la entomofauna útil, ya que se ha observado (Nyffeler *et al.*, 1987a,b) que el régimen de la araña cazadora, *Pardosa amentata*, está compuesto por una alta proporción de artrópodos útiles.

De acuerdo con los resultados ELISA se puede concluir que aunque las arañas serían probablemente incapaces de controlar un brote de *P.oleae*, contribuyeron a disminuir su población, al igual que ocurre en otros cultivos arbóreos como melocontoneros (Putman, 1967), pinos (Furuta, 1977) o cítricos (Van Den Berg, 1992).

6.8.4 Heterópteros

La época de mayor capturas de los heterópteros coincidió con la generación antófaga y la oviposición de la generación carpófaga (Fig. 9,10), por lo que teóricamente deben de ser buenos candidatos como depredadores de *P.oleae*.

Tabla 55 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies los heterópteros procedentes de Arenales.

Aren.	A. n	D. p	Mir.	O. c	B. f	P. o	N.
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
14 May	0 (109)	0 (14)	0 (1)				
25 May	0.1 (177)		0 (17)			0 (3)	
03 Jun	2.9 (69)	8 (25)		0 (41)		100 (1)	
14 Jun	16.7 (12)	44.4 (9)	3.6 (111)	21.1 (38)		23.1 (13)	
24 Jun	0 (2)	0 (5)	2.4 (337)	10 (50)	6.3 (47)	0 (6)	
04 Jul			11.1 (9)	0 (1)	0 (6)		
Total	1.4(369)	11.3(54)	2.7(475)	10(130)	5.7 (53)	17.4(24)	
1995							
30 Abr	16.1 (56)	0 (14)					
10 May	19.4 (31)	21.4 (14)	8.3 (12)				
19 May	19.4 (67)	0 (13)	6.1 (49)		10.7 (28)	33.3 (3)	
30 May	21 (100)	0 (8)			20 (10)		
09 Jun - 08 Sep	0 (42)		0 (1)	0 (3)	0 (1)		0 (3)
Total	16.6(296)	6.1(49)	6.5 (62)	0 (3)	12.8(39)	33.3(3)	0 (3)

A.n= *A. nemoralis*, D.p= *D. punctum*, O.c= *O. cervinus*, B.f.= *B. ferreri*, P.o= *P. oleae*, N.= *Nezara* sp., Mir= Mirído.

Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados.

En 1995 en Arenales se comprobó que la acción depredadora de *A.nemoralis* fue más importante durante la generación antófaga que en la carpófaga,

dado que no hubo ningún positivo a partir del 9 de junio, es decir antes del comienzo de esta última generación (Tabla 55). En 1994, el porcentaje de depredación más elevado coincidió con el comienzo de la oviposición de la hembras de *P.oleae* sobre los frutos. La incidencia de este depredador sobre el lepidótero parece estar limitada por el hecho de que sus poblaciones disminuyeron sensiblemente desde mediados de junio.

Tabla 56 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies los heterópteros procedentes del Parque de Invierno.

P.I.	A. n	D. p	Mir	O. c	B. f	P. o	N.
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
11 May	0 (1)						
20 May	9.2 (76)	16.6 (6)	0 (3)				
30 May	4.3 (47)	50 (8)		0 (2)	0 (4)		
08 Jun	0 (6)			0 (10)			
20 Jun	0 (1)		0 (3)		0 (3)		
Total	6.9 (131)	35.7 (14)	0 (6)	0 (12)	0 (7)		
1995							
07 May	6.3 (16)	0 (4)					50 (2)
17 May- 07 Sep			0 (5)	0 (23)			
Total	6.3 (16)	0 (4)	0 (5)	0 (23)			50 (2)

A.n= *A. nemoralis*, D.p= *D. punctum*, O.c= *O. cervinus*, B.f.= *B. ferreri*, P.o= *P. oleae*, N.= *Nezara* sp., Mir= Mirído.

Pie de tabla. En () nº de individuos ensayados.

En el Parque de Invierno, el porcentaje de positivos coincidió fundamentalmente con la generación antófaga, aunque estos fueron inferiores a los de Arenales (Tabla 56). Los antocóridos son insectos muy móviles y responden rápidamente a cambios en las poblaciones de su presa preferida, buscando fuentes alternativas cercanas. La desventaja es que cuando cae la población de la presa, la escasez de comida significa que los antocóridos emigraran (Hodgson y Aveling, 1988). Es posible que la provisión de plantas bajo el olivo pudiera actuar como fuente alternativa de presas que ayudarían a que los antocóridos aumentasen su número, previo al inicio de la oviposición de la generación antófaga. Sería interesante comprobar la actuación de los antocóridos ante *Euphyllura olivina* y *P.oleae*, dada su predilección en la literatura por los psílidos y pulgones (Trapman y Bloomers, 1992; Scutareanu *et al.*, 1994)

En 1994 en Arenales, se observó que las otras especies de heterópteros mostraron su acción un poco más tarde que *A.nemoralis* por lo que pudiera ser que atacaran a las larvas de las últimas edades de la

generación antófaga y a los huevos recién depuestos sobre las aceitunas, al comienzo de la oviposición (Tabla 55). *D. punctum* y *P.oleae* fueron los que iniciaron antes su acción sobre el lepidoptero *P.oleae* (3 de junio) y también los que presentaron los porcentajes positivos más elevados.

En Arenales, en 1995 el patrón de los resultados de la reacción ELISA de las otras especies fue similar al de *A.nemoralis* coincidiendo con el inicio de la generación antófaga (Tabla 55). De estos heterópteros el mírido y *D. punctum* dieron porcentajes positivos bajos y esta última especie solo el 10 de mayo. De todos ellos, *B ferreri* fue el depredador más eficaz.

En el Parque de Invierno, de los otras especies de heterópteros encontrados, tan solo dieron reacciones positivas *D. punctum* y *Nezara* sp., coincidiendo con la generación antófaga de *P.oleae* (Tabla 56). En el caso de *D. punctum* cuatro de los cinco individuos que actuaron sobre el fitófago lo hicieron el 30 de mayo. En el caso de la especie *Nezara* spp. el resultado no era realmente esperado ya que esta especie no es conocida como depredador. Pudiera ocurrir que el resultado sea un error o que su tipo de alimentación sea ambivalente, como en otras especies de heterópteros, y coma tanto restos animales como vegetales. Dado que solo se capturaron 5 ejemplares fue difícil llegar a una conclusión. Usando la técnica ELISA, Hagler y Naranjo (1994), se encontraron con una situación parecida, donde el heteróptero *Lygus hesperus*, que era una importante plaga del algodón, también era un depredador de otra plaga, *Pectinophora gossypiella*.

6.8.5 Coleópteros

Como ya se ha indicado (Apart. 4.1.7), los coccinélidos fueron la familia de coleópteros depredadores más frecuentes y dentro de esta familia la especie *Scymus suturalis*. Entre las que dieron respuesta positiva en los ensayos se encontraron *S.suturalis*, *Coccinella septumpunctata*, *Coccinella septumpunctata* y un *Chilicorini* spp. De esta última, se recogió un solo individuo, en 1994 en Arenales, y dió positivo (Tabla 57), por lo que es difícil su discusión.

S. suturalis se encontró fundamentalmente en el Parque de Invierno y en esta zona se pudo comprobar que fueron importantes depredadores de las generaciones antófaga y carpófaga de *P.oleae* (Tabla 58). En Arenales tan solo dos individuos dieron respuesta positiva de los 79 ensayados (Tabla 57), uno en 1994 y el otro en 1995.

Tabla 57 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies los coleópteros procedentes de Arenales.

Aren.	S. s	C. s	Malt.	C. a	E. g	Chil.	Mal.	P.l
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
14 May	0 (15)				0 (1)			
25 May	0 (10)	0 (7)			0 (2)			
03 Jun	0 (9)	10 (10)						
14 Jun	0 (6)		33.3 (3)	41.7 (12)				
24 Jun	6.3 (16)					100 (1)		
04 Jul	0 (15)							
Total	1.4 (71)	5.9 (17)	33.3 (3)	41.7 (12)	0 (3)	100 (1)		
1995								
30 Abr	50 (2)	0 (1)	25 (4)				25 (4)	
10 May							0 (1)	0 (1)
19 May		0 (1)						
30 May				0 (1)				50 (2)
09 Jun-08 Sep	0 (6)	0 (1)						
Total	12.5 (8)	0 (3)	25 (4)	0 (1)			20 (5)	33.3 (3)

S.S=*S.suturalis*; C.s=*C.septumpunctata*; Malt=*Malthodes* sp.; C.a=*C.ambiguus*;
E.g=*E. glabricollis*; Chil.=*Chilicorini* sp.; Mal.=Malaquído; P.l.=*P.linearis*
Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados.

Tabla 58. Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies los coleópteros procedentes del Parque de Invierno.

P.I.	S. s	C.s	Malt.	C. a	E. g	A. o	Mal.	P. l
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	
11 May	0 (2)							
20 May	6.4 (78)	100 (1)	44.4 (9)					
30 May	5.3 (282)			0 (2)	0 (2)			
08 Jun	12.8 (94)	0 (1)		0 (4)	0 (4)			
20 Jun	10.9 (101)							0 (1)
Total	9.4 (456)	50 (2)	44.4 (9)	0 (6)	0 (6)			0 (1)
1995								
07 May	14.3 (14)		0 (1)		100 (1)		14.3 (7)	
17 May	3.8 (79)					28.6 (7)		
26 May	0 (20)			0 (4)				
05 Jun	0 (18)							0 (1)
14 Jun	10.3 (29)							0 (2)
25 Jun-07 Sep	0 (3)							0 (2)
Total	4.9 (163)		0 (1)	0 (4)	100 (1)	28.6 (7)	14.3 (7)	0 (5)

S.S=*S.suturalis*; C.s=*C.septumpunctata*; Malt=*Malthodes* sp.; C.a=*C.ambiguus*;
E.g=*E. glabricollis*; A.o=*A.olivieni*; Mal.=Malaquído; P.l.=*P.linearis*
Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados.

La incidencia de *C.septumpunctata* sobre el lepidóptero fue baja (Tabla 57,58). Los dos positivos observados correspondieron a la generación

antófaga, uno en Arenales donde se ensayaron 17 y el otro en Parque de Invierno en 1994 donde solo había dos.

De los cantáridos, *Malthodes* spp., fue la única especie que actuó sobre *P.oleae*. Se encontró desde finales de abril hasta principios de junio y aunque su número fue bajo, es decir de 17 individuos, la proporción de positivos fue alta, sobretodo en el Parque de Invierno donde alcanzó el 44.4% (Tabla 57,58) .

Las larvas de los maláquidos son conocidas como depredadoras, mientras que los adultos son carnívoros en algunas ocasiones (Harde y Severa, 1984). En nuestro estudio solo se observaron adultos y de ellos *Ebaeus glabricollis* y una especie sin identificar dieron reacción positiva (Tabla 57,58). De *E. glabricollis* hubo un positivo de los 10 ensayados. En el caso del malaquído sp., los dos individuos que incidieron sobre el fitófago lo hicieron sobre la generación filófaga y antófaga.

De los carábidos capturados, *Paradromius linearis* y *Calathus ambiguus* actuaron sobre *P.oleae* (Tabla 57,58). Del primero se ensayaron nueve individuos y uno dió positivo, coincidiendo con las larvas antófagas. Del segundo, los cinco individuos positivos, de los doce ensayados, fueron capturados en Arenales el 14 de junio, lo que indicaba que era un depredador poco frecuente, pero que su acción podría ser importante a la hora de proteger los botones florales de las larvas. En el Parque de Invierno todas las cápturas dieron negativo.

El estafinílido, *A.olivieni*, solo fue capturado en el Parque de Invierno, el 17 de mayo de 1995. Aunque dos individuos de los siete recogidos dieron positivo en los ensayos, es poco probable que pudiera tener un papel importante en la reducción de las poblaciones *P.oleae*.

6.8.6 Otros órdenes

Como ya se ha indicado esta categoría incluye las especies de varios ordenes y en la mayor parte de los casos, el número de ejemplares capturados y probados fue pequeño, por lo que es difícil la interpretación de los resultados.

En Arenales, los crisópidos fueron los depredadores más importantes del grupo de otros ordenes tanto por su abundancia como por el mayor porcentaje de positivos alcanzado (Tabla 59). La acción de *Mallada* sp. resultó ser más intensa que la de *Chrysoperla carnea*, a pesar de que esta última es considerada como el depredador más abundante en los olivares y el de mayor incidencia sobre *P.oleae* (Alrouechdi *et al.*, 1981; Ramos *et al.*, 1982; Sacchetti, 1990), sobretodo de los huevos de la generación carpófaga.

Tabla 59 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de distintos órdenes procedentes de Arenales.

Aren.	Mall.	C. c	H. l	O. b	I. o	M. r	Syr.	F. a
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
14 May			0 (7)	0 (3)				
25 May	18.2 (11)		0 (1)	0 (4)				0 (1)
03 Jun	21.4 (14)		0 (4)					
14 Jun	20 (5)	0 (6)	0 (2)		100 (1)			0 (1)
24 Jun	3.6 (28)	0 (5)			0 (4)			
04 Jul	0 (11)	0 (6)			0 (6)			
Total	10 (69)	0 (17)	0 (14)	0 (7)	9 (11)			0 (2)
1995								
30 Abr		40 (10)	0 (2)	0 (3)				
10 May	23.1 (13)	100 (1)		0 (2)			25 (4)	
19 May	42.9 (56)	25 (4)	0 (1)			100 (2)	0 (2)	
30 May	66.7 (6)	0 (3)	0 (2)			100 (1)		
09 Jun- 08 Sep	0 (1)	0 (12)			0 (1)		0 (1)	0 (1)
Total	38.1 (76)	20 (30)	0 (5)	0 (5)	0 (1)	100 (3)	14.3 (7)	0 (1)

Mall.=Mallada spp.; C.c=*C.carnea*; H.l=*H.laufferi*; O.b=*O.baetica*; I.o=*I.oratoria*; M.r=*M.religiosa*; Syr.= Syrfido; F.a=*F. auricularia*.
Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados.

Tabla 60 Porcentaje de reacciones positivas ELISA entre *P.oleae* y las especies de distintos órdenes procedentes del Parque de Invierno

P.I.	Mall.	C.c	H.l	O.b	I.o	M.r	Syr.	F.a
1994	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
11 May			0 (2)					0 (8)
20 May			33 (3)	0 (5)				37.5 (8)
30 May	0 (1)		5.3 (19)	0 (6)	0 (1)			25 (4)
08 Jun	0 (2)	0 (9)		0 (1)	0 (7)			
20 Jun	0 (6)				0 (13)			33.3 (3)
Total	0 (9)	0 (9)	8 (24)	0 (12)	0 (21)			21.7 (23)
1995								
07 May		0 (2)	0 (2)	0 (1)				0 (2)
17 May		0 (1)	0 (3)					0 (1)
26 May				66.7 (3)				0 (1)
05 Jun								
14 Jun								
25 Jun								
05 Jul								
14 Jul		50 (2)						
25 Jul- 07 Sep						0 (1)		
Total		20 (5)	0 (5)	50 (4)		0 (1)		0 (4)

Mall.=Mallada spp.; C.c=*C.carnea*; H.l=*H.laufferi*; O.b=*O.baetica*; I.o=*I.oratoria*; M.r=*M.religiosa*; Syr.= Syrfido; F.a=*F. auricularia*. Pie de tabla. En () n° de individuos ensayados.

Los resultados obtenidos quizás sean consecuencia del sistema de muestreo empleado, donde se capturaron mayor número de larvas de *Mallada* sp.

debido a que son menos rápidas que las de *C.carnea* y a que en el caso de los adultos recogidos dominaron los de esta última especie, que además no son considerados como depredadores en este estadio (Principi y Canard, 1984). En Arenales en 1994 (Tabla 8.6a), aunque las capturas de estas especies comenzaron a ser importantes una vez que ya se había iniciado la oviposición sobre la flor, los resultados de los ensayos ELISA indican que las fechas con más individuos positivos fueron al final de la generación antófaga, continuando hasta el principio de la oviposición de la próxima generación, pero con menor impacto sobre el fitófago. En 1995 (Tabla 59), ambas especies tenían más positivos durante la oviposición de la generación de la flor y la aparición de las primeras larvas. Sin embargo, los individuos capturados en fechas posteriores, alrededor de la oviposición de la generación del fruto, ninguno dió positivo. En el Parque de Invierno (Tabla 60) las capturas fueron inferiores, pero también las respuestas positivas, observándose tan solo un individuo de *C.carnea* el 14 de julio de 1995. Dado que en esta fecha la oviposición había acabado (obs. pers.), lo cual pudo también comprobarse porque las capturas de adultos habían finalizado, este positivo podría ser explicado por el hecho de que en este año no había casi frutos y las hembras de *P.oleae* podrían haber depuesto sobre las hojas y disponer de larvas. Hechos similares han sido observados en esta zona (Campos, 1987).

Teniendo en cuenta la alta población de crisópidos en el olivar (Canard y Laudeho, 1977, 1980; Alrouechdi *et al.*, 1980; Canard *et al.*, 1979; Campos y Ramos, 1983; Pantaleoni y Curto, 1990) para conocer su verdadera tasa de depredación sería importante determinar el sistema de muestreo más adecuado que reflejase su abundancia y que permitiera su posterior estudio en los ensayos ELISA.

La acción de los rafídidos fue inferior a la de los crisópidos pues en Arenales ninguno de los 31 individuos ensayados dió positivo (Tabla 59). En el Parque de Invierno, donde las capturas fueron más abundantes, se observaron cuatro positivos, dos de *Harraphidia laufferi* en 1994 y otros dos de *Ohmella baetica* en 1995 (Tabla 60) y por las fechas parece que incidieron sobre las últimas larvas de la generación antófaga. Los rafídidos son considerados como depredadores voraces, rápidos y móviles, con un amplio espectro de alimentación. Las larvas se nutren sobre todo de estadios preimaginales de insectos de la corteza donde suelen vivir, mientras que la dieta de los adultos es más amplia (Pantaleoni, 1990).

Con respecto a los mántidos se observó que curiosamente en el Parque de Invierno, donde fueron más abundantes, no actuaron sobre

P.oleae (Tabla 60). *Iris oratoria* solo mostró un positivo y dado que ocurrió el 14 de junio de 1994 se puede pensar que probablemente su presa fuesen adultos, los cuales aún no habían comenzado la oviposición (Tabla 59). En cuanto a *Mantis religiosa*, solo tres individuos dieron respuesta positiva, pero el hecho de que hubiese respuestas negativas que indica que no se trataron de reacciones cruzadas. Por las fechas, se puede considerar que incidieron sobre larvas de la generación antófaga o los primeros adultos de la carpófaga (Tabla 59). Estos depredadores normalmente se esconden para emboscar a sus presas.

Las larvas de los sírfidos fueron encontrados solamente en Arenales en 1995. De los siete ensayos, solo hubo un positivo, que coincidió con la oviposición de la generación carpófaga, por lo que es probable que comiesen huevos de *P.oleae* (Tabla 59,60). Los sírfidos suelen poner los huevos cerca de las presas, que con frecuencia son pulgones y otros homópteros (Chinery, 1986).

La tijereta *Forficula auriculari* era más frecuente en el Parque de Invierno y fue en esta zona en 1994 donde, únicamente, los ensayos ELISA mostraron su acción sobre el fitófago (Tabla 59,60), que correspondió con el final de la generación antófaga y el principio del vuelo y de la oviposición de la carpófaga. DuDevoir y Reeves (1990) también encuentran una alta proporción de respuestas positivas, pero las consideran depredadores de carroña y no de insectos vivos. Sin embargo, Sunderland *et al.*, (1987), las incluyeron entre los depredadores de los pulgones de cereales. En Grecia, la tijereta *F. mediterranea* es considerada como un depredador eficaz (Mazomenos *et al.*, 1994), y nuestros resultados sugieren que pudo comer larvas y adultos, aunque es difícil saber si estaban vivos o muertos. Du Merle (1983) la describe como uno de los depredadores oovarios de la tortricido, *Tortrix viridana* implicando que es posible que se come los huevos de *P.oleae* cuando están disponible.

6.9 Estimación de la tasa de digestión en un depredador típico

Uno de los factores que influye más en la detección de depredación es la tasa de digestión. Para demostrarlo, se realizó un experimento con larvas de uno de los depredadores más comunes en el olivar, *C.carnea*.

El hecho de fijar el tipo de larvas impone una limitación sobre el experimento. Durante el tiempo necesario para determinar la tasa de digestión las larvas tienden a formar una crisálida, sobre todo cuando el experimento se empieza con larvas de tercera edad- el estadio de mayor aumento de peso (Principi y Canard, 1984). En condiciones de pobreza de

alimento, como en el tratamiento sin comida, se conoce que se forman crisálidas precoces (Principi y Canard, 1984). Las larvas demasiado jóvenes pueden morir tras un ayuno de 24 horas o no se alimentan tan fácilmente de las larvas de *P.oleae*. Por estas razones, se determinó la tasa de digestión hasta 60 horas después de comer.

Con el paso del tiempo se espera que la cantidad de material detectada disminuya. No se puede diferenciar si esto es debido a asimiliación y/o a eliminación (Lövei *et al.*, 1990). En la Fig 43 se puede comparar el efecto de la alimentación después del acto de depredación sobre la tasa de digestión. Cuando comen poco la tasa de digestión es más rápida, tal y como han descrito Lövei *et al.*, (1985). En el caso de *C.carnea*, con la falta de alimento se aumenta la intensidad de movimiento en la búsqueda de comida (Baumgaetner *et al.*, 1981), provocando mayor gasto de energía lo que puede explicar el aumento en la tasa de digestión (Symondson y Liddell, 1995). Lövei *et al.*, (1987, 1990), encuentran que la tasa de digestión también baja más rápidamente cuanto más comen inicialmente, independientemente de si las larvas obtuvieron comida alternativamente o simplemente ingirieron más pulgones de forma absoluta.

El límite de detección de los antígenos bajó, sobre todo en las primeras 24 horas después de comer. Esta disminución fue más marcada todavía en las que no se alimentaron posteriormente. Una de las ventajas del uso de un antisuero policlonal es que se pueden detectar restos de las preSAS más tiempo que usando un anticuerpo monoclonal, debido al hecho de que el antisuero contiene varios anticuerpos de antígenos, algunos de los cuales resisten la digestión por más tiempo (Symondson y Liddell, 1995). Dado que en este estudio se utilizaron larvas que tienen un grado de desarrollo adecuado, en vez de adultos, se puede explicar por qué la tasa de digestión fue tan alta y por qué duró hasta 60 horas en las alimentadas. Otros estudios con antisueros policlonales han citado una detección apreciable hasta cuatro días (Fichter y Stephen, 1981; Lövei *et al.*, 1985; 1990; Symondson y Liddell, 1993?).

Igual que Fichter y Stephen (1981), en este estudio existió un declive lineal de material detectado con el tiempo. Ellos atribuyeron esto a una tasa de digestión constante a una temperatura constante. Como el ensayo de ELISA mide los cambios en las concentraciones de solamente algunos componentes antigenicos, no se puede decir precisamente que la tasa sería constante. La mayoría de los autores han encontrado una relación logaritmica en el descenso de material detectado en función del tiempo (Lövei *et al.* 1985, 1990; Symondson y Liddell, 1993, 1995).

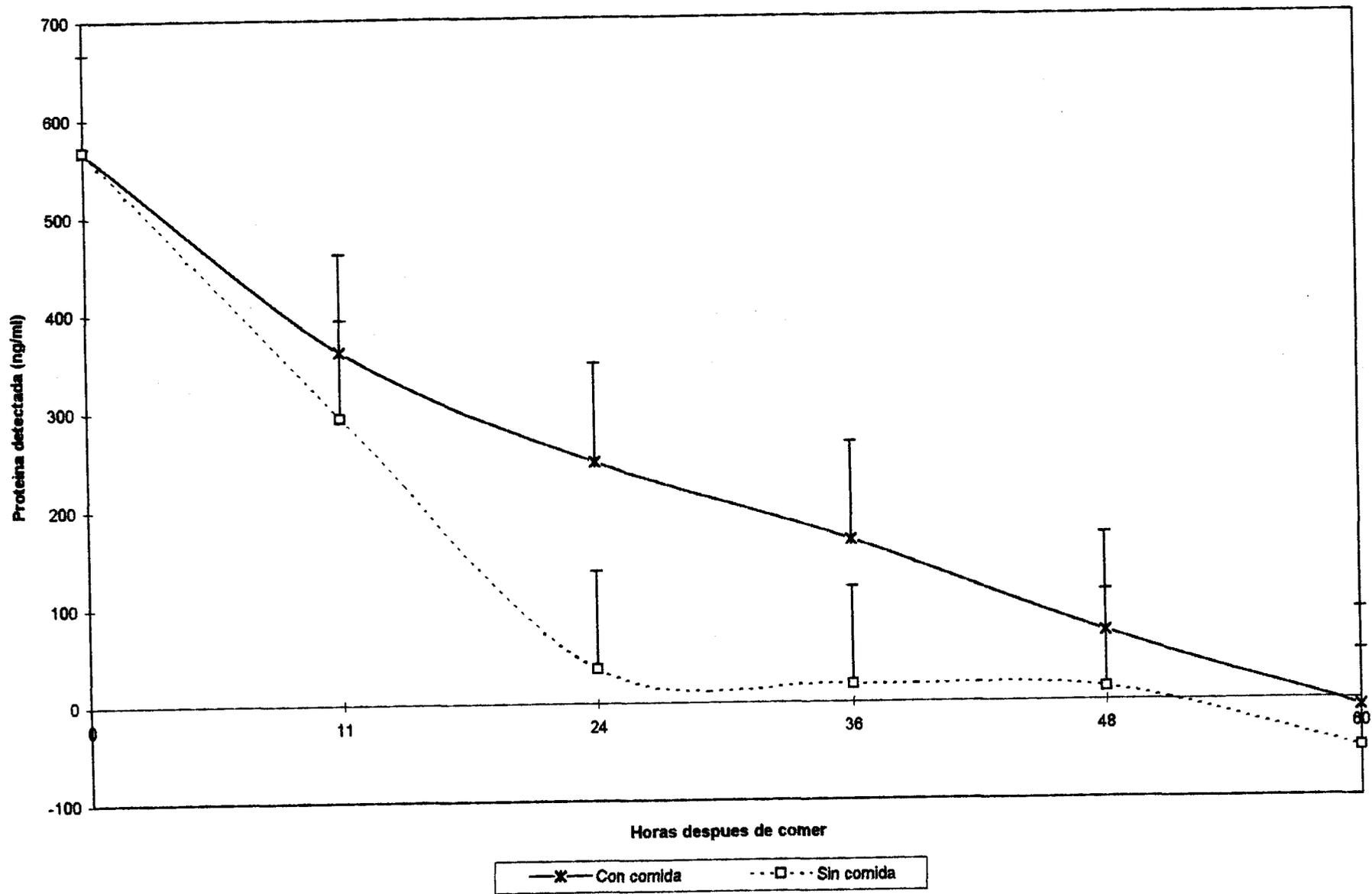


Fig. 43 Tasa de digestión de un depredador típica tras comer larvas de *Prays oleae*, y después dado comida o puesta en ayuna

En cuanto a la tasa de digestión hay que tener en cuenta que varía dependiendo de la temperatura y que a temperaturas inferiores aumenta el límite de detección (Lövei *et al.*, 1985; Service *et al.*, 1986; Chiverton, 1987; Sopp y Sunderland, 1989; Hagler y Cohen, 1990; Lövei *et al.*, 1990). Para aproximar mejor la situación del campo sería más idóneo realizar los estudios bajo temperaturas que fluctúan diariamente (Greenstone y Hunt, 1993; Greenstone, 1996; Sigsgaard, 1996). También influyen la especie de depredador (Lövei *et al.*, 1990; Symondson y Liddell, 1993) y la abundancia de la comida (Hance y Rossignol, 1983; Sopp y Sunderland, 1989; Lövei *et al.*, 1990).

Así, cuando se estudian los resultados de ELISA de los depredadores llevados del campo, es fundamental tener en cuenta sus limitaciones con respecto a la tasa de digestión. Hasta ahora nunca se había descrito anteriormente el uso de ELISA para la tasa de digestión de una larva depredadora y es necesario llevar a cabo más trabajos para determinar si la alta tasa de digestión es algo típico para depredadores en esta estadío.

9. CONCLUSIONES

1. Tanto 1994 como 1995 fueron años de alta infestación de *P.oleae* debido a la coincidencia cronológica entre el fitófago y el estadio susceptible del huésped.
2. Las capturas de depredadores en 1994 fueron superiores a las de 1995, debido probablemente a la continuada sequía. La cima de las mismas coincide fundamentalmente con la generación antófaga de *P.oleae*.
3. Las hormigas son el grupo más numeroso en ambos olivares tanto en la copa como en el suelo. En Arenales la especie dominante fue *T.nigerimum*, seguida de *C.scutellaris* mientras en el Parque de Invierno fue *C.micans* y , seguida de *C.scutellaris* y *C.foreli*.
4. Las arañas son el grupo más diverso, aunque solo tres o cuatro especies que predominan en las capturas.
5. Los heterópteros están representados por seis especies de las cuales *A.nemoralis* es la más abundante.
6. La diversidad de los coleópteros encontrados es muy pobre, y la única especie de importancia numerica es *S.suturalis*,
7. Entre el grupo de los Otros órdenes, los crisópidos son los que más destacan, con dos especies dominantes (*C.carnea* y *M.flavifrons*).
8. Las hormigas reducen la potencial depredador de *C.carnea* cuando comen los huevos recién depuestos.
9. El antisuero policlonal aislado, es capaz de detectar depredación en el campo.
10. Según los resultados de la pruebas ELISA se puede concluir que:
 - Entre las hormigas *T.nigerimum* es el depredador más lo más importante de *P.oleae*.
 - Las arañas que cazan tienen un porcentaje positivo más alta que las especies que hacen tela-arañas. El porcentaje positivo de las arañas es bajo, suguriendo que su papel en regular poblaciones del fitófago es limitado.
 - *A.nemoralis* es un depredador importante del lepidóptero que coincide en fenología con su generación antófaga.
 - *S.suturalis* es un coccinélido que merece investigando dado su altas poblaciones y porcentajes positivos.
 - Las larvas de crisópidos probadas en el ELISA en Arenales, dan un alto porcentaje positivo, lo que confirma su papel como un gran depredador de *P.oleae*.

BIBLIOGRAFIA

- Adlung, K.G. 1966. A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forests against harmful insects. *Z. angew. Ent.* 57(2): 167-189.
- Allen, W.R. y Hagley, E.A.C. 1982. Evaluation of immunoelectroosmophoresis on cellulose polyacetate for assessing predation of Lepidoptera (Tortricidae) by Coleoptera (Carabidae) species. *Can. Ent.* 114: 1047-1054.
- Alrouechi, K., 1980. Les chysopides en verger d'oliviers. Bio-écologie de *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera, Chrysopidae); relations comportementales et trophiques avec certain espèces phytophages. Thésé Doc. Ing., Paris, VI, 198 p.
- Alrouechdi, K., Canard, M., Pralavorio, R., y Arambourg, Y. 1980. Repartition des adultes et des pontes de chrysopides (Neuroptera) récoltes dans une oliveraie de provence. *Neur. Int.* 1(2): 65-74.
- Alrouechdi, K., Lyon, J.P., Canard, M., y Fournier, D. 1980. Les chysopides (Neuroptera) récoltés dans une oliveraie du sud-est de la France. *Acta Oecologica/ Ocol. Applic.* 1(2): 173-180.
- Alrouechdi, K., Pralavorio, R. Canard, M. y 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. *Z. angew. Ent.* 91: 411-417.
- Alsina, A., Cerdá, X., Retana, J. y Bosch, J. 1988. foraging ecology of the aphid-tending ant *Camponotus cruentatus* (Hymenoptera, Formicidae) in a savanna-like grassland. *Misc. zool.*, 12: 195-204.
- Andersen, A.N. y Reichel, H. 1994. The ant (Hymenoptera: Formicidae) fauna of Holmes Jungle, a rainforest patch in the seasonal tropics of Australia's Northern Territory. *J. Aust. ent. Soc.* 33: 153-158.
- Anderson, N.H. 1962. Studies on overwintering of *Anthocoris* (Hem., Anthocoridae). *Entom. Monthly Mag.* 98: 1-3.
- Anderson, N.H. 1962a. Bionomics of six species of *Anthocoris* spp. reared on various prey. (Heteroptera: Anthocoridae). *Trans. Roy. Ent. Soc., London* 114: 67-95.
- Anderson, N.H. 1962b. Growth and fecundity of *Anthocoris* spp. reared on various prey (Heteroptera: Anthocoridae). *Ent. expl. & appl.* 5: 40-52.
- Anónimo 19???. Observaciones sobre la caída de aceituna en Granada. Volumen homenaje a D. Luis Recalde. 307-312.
- Anónimo 1984. Valor biológico del aceite de oliva. *Olivae.* 1(1); 29-36.

- Anónimo 1993. El mercado internacional del aceite de oliva. *Olivae*. 48: 15-17.
- Anónimo 1993. El mercado internacional de las aceitunas de mesa. *Olivae*. 48: 18-20.
- Arambourg, Y. 1984. La fauna entomologica del olivo. *Olivae* 1(2): 39-44.
- Arambourg, Y. 1985. Control of *Prays oleae* (Bern.) Proc. CEC/FAO/IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 195-198.
- Arambourg, Y. 1986a. Traite d'entomologique oleicole. Ed. C.O.I., Madrid, 360pp.
- Arambourg, Y. 1986b. Olive tree Lepidoptera en Olive Tree Entomology - International Course on Olive Tree Entomology 1986, Antibes, France 1985. 276pp. Nat. Agr. Res. Inst. (INIA), Spain.
- Arambourg, Y. y Pralavorio, R. 1986. In Traite d'entomologique oleicole. Ed. C.O.I., Madrid, 360pp.
- Argyriou, L.C., Stavradi, H.G. y Mourikis, P.A. 1976. A list of recorded entomophagous insects of Greece. Kifissia, Athens, Benaki Phytopathological Institute. 73pp.
- Aveling, C. 1981. The role of anthocorid species (Hemiptera: Anthocoridae) in the integrated control of the damson hop aphid (*Phorodon humuli*). *Ann. Appl. Biol.* 97: 143-153.
- Baars, M.A. 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia*. 41: 25-46.
- Banks, C.J. y Nixon, H.L. 1958. Effects of the ant, *Lasius niger* L., on the feeding and excretion of the bean aphid, *Aphis fabae* Scop. *Exp. Biol.* 35(4): 703-711.
- Barranco, D. y Rallo, L. 1985. Las variedades de olivo cultivadas en España. *Olivae* 2(9): 16-22.
- Baumgaertner, J.U., Gutierrez, A.P., Summers, C.G. 1981. The influence of aphid prey consumption on searching behaviour, weight increase, developmental time, and mortality of *Chrysopa carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera, Coccinellidae) larvae. *Can. Ent.* 113: 1007-1014.
- Baudry, O. y Breisch, H. 1989. Psylle du poirier: la lutte au Centre de Lanxade en 1988. *Infos.*, Centre Technique Interprofessionel des Fruits et Légumes, France. 48: 24-26.
- Belcari, A. y Dagnino, A. 1995. Preliminary analysis of the insects caught by a 'malaise' trap in an olive grove in northern Tuscany. *Agr. Med.* 125: 184-192.

- Benois, A. 1973. Incidence des facteurs écologiques sur le cycle annuel et l'activité saisonnière de la fourmi d'argentine, *Iridomyrmex humilis* Mayr (Hymenoptera, Formicidae), dans la région d'antibes. *Ins. Soc.*, 20(3): 267-296.
- Benuzzi, M. 1992. La difesa biologica-integrata della fragola. *Informatore Agrario*. 48(11): 53-57.
- Bertaux, F. 1993. Lutte biologique contre le thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. en culture de rosier sous serre. *Bull. OILB/ SROP*. 16(8): 22-28.
- Bigler, F. 1984. Biological control by chrysopids: Integration with pesticides p.233-245 In 'Biology of Chrysopidae' Eds. M. Canard, Y. Séméria, y T.R. New. Dr. W. Junk Publ., The Hague. 294pp.
- Bonavita-Cougourdan, y Passera, L. 1978. Étude comparative au moyen d'or radio-actif de l'alimentación des larves d'ouvrières et des larves de reine chez la fourmi *Plagiolepis pygmaea* Latr. *Ins. Soc.* 25(4): 275-287.
- Boreham, P.F.L. 1979. Recent developments in serological methods for predator-prey studies. *Entom. Soc. Am. Misc. Publ.* 11: 17-23.
- Boreham, P.F.L., Ohiagu, C.E. 1978. The use of serology in evaluating invertebrate prey-predator relationships: a review. *Bull. Ent. Res.* 68: 171-194.
- Bosch, J., Alsina, A. Cerda, X. y Retana, J. 1987. Incidence du cycle biologique et de la disponibilité des ressources alimentaires sur le régime trophique d'une fourmi. *Vie Milieu*, 37 (3/4): 237-242.
- Bozsik, A. 1994. Impact of vegetational diversity on structure parameters of chrysopid assemblages. *Redia*. 77(1): 69-77.
- Briales, M.J y Campos, M. 1986. Estudio de la biología de *Saissetia oleae* (Olivier, 1971) (Hom., Coccidae) en Granada (España). *Bol. Assoc. Esp. Entomol.*, 10, 249-256.
- Bristowe, W.S. 1971. *The World of Spiders*. Collins New Naturalist, London.
- Brnetic, D. 1985. Some of our experiences in controlling the olive fly (*Dacus oleae* Gmel.) with poisoned baits. *Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984*: 357-369.
- Broumas, T. 1987. Relationship between infestation and captures of adults of *Prays oleae* in pheromone traps. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*. 15(2): 163-172.
- Broumas, T. y Stavradi, H.G. 1986. Essais de lutte contre *Prays oleae* Bern. (Hyponomeutidae) au moyen des inhibiteurs de croissance. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*. 15(1): 49-60.

- Buchholz, U., Schmidt, S. y Schruft, G. 1994. The use of an immunological technique in order to evaluate the predation on *Eupoecilia ambiguella* (Hbn.) (Lepidoptera: Cochylidae) in vineyards. *Biochem. Sys. Ecol.* 22(7): 671-677.
- Buchs, W. 1990. Zur bedeutung der stammregion von bäumen als lebensraum von arthropoden und anderen evertebraten. *Zeit. Ang. Zool.* 77(3-4): 453-477.
- Cameron, E.A. y Reeves, R.M. 1990. Carabidae (Coleoptera) associated with gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantridae), populations subjected to *Bacillus thuringiensis* Berliner treatments in Pennsylvania. *Can Ent.* 122: 123-129.
- Campion, D.G., Polyrakis J., Michelakis S., Nesbitt B.F. 1978. The sex pheromone of the olive moth *Prays oleae* Bern. and its uses in the field.?????
- Campion, D.G., McVeigh, L.J., Polyrakis J., Michelakis S., Stavrakis, G.N., Beevor, P.S., Hall, D.R., Nesbitt B.F. 1979. Laboratory and field studies of the female sex pheromone of the olive moth, *Prays oleae*. *Experientia* 35: 1146-1147.
- Campos, M. 1976. Contribución al estudio de la entomofauna del olivo en España. Observaciones bio-ecológicas sobre *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera Hyponomeutidae). Tesis Univ. de Granada, España.
- Campos, M. 1980. *Elasmus steffani* Vigg. (Hym., Elasmidae) parásito de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae), en Granada. *Bol. Asoc. esp. Entom.* 4: 215-223.
- Campos, M. 1989. Observaciones sobre la bioecología de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) en el sur de España. *Neur. Internat.* 5(3): 159-164.
- Campos, M. y Gonzalez, R. 1990. Effect of parent density on fecundity of two parasitoids (Hym: Pteromalidae) of the olive beetle *Phloeotribus scarabaeoides* (Col. Scolytidae). *Entomophaga.* 36: 473-480.
- Campos, M. y Ramos, P. 1981. Contribución al estudio de la entomocenosis de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) en Granada (España). *Acta Oecologica/ Oecol. Applic.* 2(1): 27-35.
- Campos, M. y Ramos, P. 1983. Chysopidos capturados en un olivar del sur de España. *Neuropt. Int.*, 2 (4), 29-227.
- Campos, M. y Ramos, P. 1982. *Ageniaspis fusicollis praysincola* Silv. (Hym. Encrytidae) parásito de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) en Granada. *Bol. Asoc. esp. Entom.* 6(1): 63-71.

- Campos, M. y Ramos, P. 1985. Some relationships between the number of *Prays oleae* eggs laid on olive fruits and their predation by *Chrysoperla carnea*. Proc. CEC/FAO/IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 237-241.
- Canard, M., 1979. Chysopides (Neuroptera) récoltés dans les oliviers en Grèce. Gall.Hell., 8,237-242.
- Canard, M., 1981. Chrysopes (Neuroptera) peu connues ou nouvelles pour la France. Nuer. Int. 1: 99-109.
- Canard, M. y Duelli, P. Predatory Behavior of Larvae and Cannibalism p.92-100 In 'Biology of Chrysopidae' Eds. M. Canard, Y. Séméria, y T.R. New. Dr. W. Junk Publ., The Hague. 294pp.
- Canard, M., y Laudého, Y. 1977. Les néuroptères capturés au piège de McPhail dans les oliviers en Grèce. 1: L'Ile D'Aguistri. Biol. Gall. Hell. 7: 65-75.
- Canard, M., y Laudého, Y. 1980. Les néuroptères capturés au piège de McPhail dans les oliviers en Grèce. 2: La regi—n D'Akrefnion. Biol. Gall. Hell. 9(1): 139-146.
- Canard, M., Neuenschwander, P., Michelakis, S. 1979. Les néuroptères capturés au piège de McPhail dans les oliviers en Grèce. 3: La Crète occidentale. Anns. Soc. ent. Fr. (N.S.) 15(4): 607-615.
- Canard, M., Séméria, Y., New, T.R. 1984. Biology of *Chrysopidae*. Dr. W. Junk. Publishers, The Hague, 294pp.
- Catty, D. 1988a. Properties of antibodies and antigens. p.7-18. In 'Antibodies Vol.1. A Practical Approach' Ed. Catty.D. IRL Press. 203pp.
- Catty, D. y Raykundalia, C. 1988a. Production and quality control of polyclonal antibodies. p. 19-80. In 'Antibodies Vol.1. A Practical Approach' Ed. Catty.D. IRL Press. 203pp.
- Catty, D. y Raykundalia, C. 1988b. ELISA and related enzyme immunoassays. p.97-154. In 'Antibodies Vol.1. A Practical Approach' Ed. Catty.D. IRL Press. 203pp.
- Castro, J., Campos, P. y Pastor, M. 1996. Influencia de los sistemas de cultivo empleados en olivar y girasol sobre la composici{on de la fuana de artrópodos en el suelo. Bol. San. Veg. Plagas, 22: 557-570.
- Cavia, V. 1989. Régimen alimenticio de la hormiga *Formica subrufa* (Hymenoptera: Formicidae). Ses. Entom. ICHN-SCL, 6: 97-107.
- Cerdá, X., Bosch, J., Alsina, A., y Retana, J. 1988. Dietary spectrum and activity patterns of *Aphaenogaster senilis* (Hymenoptera: Formicidae). Anns. Soc. ent. Fr. (N.S.), 24(1): 69-75.

- Cerdá, X., Retana, J., Bosch, J., y Alsina, A. 1989. Exploitation of food resources by the ant *Tapinoma nigerrimum* (Hym., Formicidae). *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, 10(4): 419-429.
- Chambers, R.J., Long, S. 1992. New predators for biocontrol under glass. *Phytoparasitica*. 20: 57-60.
- Chambers, R.J., Long, S., Helyer, N.L. 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology*. 3(3): 295-307.
- Chermiti, 1992. Evaluación de la nocividad del algodón del olivo *Euphyllura Olivina* (Costa) (Homoptera, Aphalaridae). *Olivae*. 43: 34-42.
- Chiverton, P.A. 1984. Pitfall-trap catches of the carabid beetle *Pterostichus melanarius* in relation to gut contents and prey densities in insecticide treated and untreated spring barley. *Ent. Exp. Appl.* 36: 23-30.
- Chiverton, P.A. 1987. Predation of *Rhopalosiphum padi* by polyphagous predators during the aphids prepeak period in spring barley. *Ann. Appl. Biol.* 111: 257-269.
- Ciric, N. 1989. Factores que influyen en la formación de las yemas florales en el olivo. *Olivae*. 6(27): 25-27.
- Cirio, 1992.
- Cirio, U. y diCicco, G. 1990. Integrated pest control in olive cultivation. *Acta Horticulturae*. 286: 323-337.
- Cirio, U y Menna, P., 1985. Progress on the integrated pest management for olive groves in the Canino area. In R. Cavalloro and Croveti, eds. *Proc. CEC/FAO/IOLB Int. Joint Meeting, Pisa*, 348-356.
- Civantos López-Villata, L. 1988. La nueva oleicultura: Intensificación y mejora de la productividad. *Olivae*. 5(21): 26-29.
- Civantos López-Villata, L. 1995. Presente y futuro del aceite de oliva. p.305-319. En 'Olivicultura y Elaiotecnia' Eds. A.Porras, J. Cabrera de la Colina, M.L. Soriano. CAMPOBELL, S.L., Murcia.
- Civantos López-Villata, L. y Torres, J. 1981. Ensayos sobre sistemas de mantenimiento del suelo en el olivar. *Información Técnica Económica Agraria*, Zaragoza.
- Civantos, M. 1980. Aspectos sobre el comportamiento biológico de *P.oleae* en sus fases de desarrollo en el botón floral del olivo. Informe interno, Servicio de defensa contra plagas e inspección fitopatológica, marzo, Jaén 3pp.

- Civantos, M. 1985. Developments in traditional methods of controlling Spanish olive tree pests. Proc. CEC/FAO/IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 334-342.
- Civantos, M. 1993. Integrated pest management in olive in the Mediterranean area. Bull. OEPP/ EPPO Bull. 23: 367-395.
- Civantos, M. 1996. Olivo. Phytoma. 78: 37-40.
- Civantos, M., Benavides, J.M., Montiel, A. 1982. Estimación de los daños causados en el olivar por el *Prays oleae* Bern. Informe interno, Servicio de defensa contra plagas e inspección fitopatológica, marzo, Jaén 20pp.
- Civantos, M. y Montiel, A., 1980. Estudio comparativo de diferentes tipos de trampas en *Prays oleae*. II reunión Sub-Red FAO. Tunis, Tunisia.
- Civantos, M. y Simón, M.A. 1982. Metodología propuesta para la estimación de poblaciones naturales de *Prays oleae* (Bern.). Informe interno, Servicio de defensa contra plagas e inspección fitopatológica, marzo, Jaén 3pp.
- Claridge, M.F. y Walton, M.P. 1992. The European Olive and its Pests-Management Strategies. BCPC Mono. No.52 Research Collaboration in European IPM Systems. 3-12.
- Clark, M.F. 1981. Immunosorbent assays in plant pathology. Ann. Rev. Phytopath. 19: 83-106.
- Clark, M.F. y Adams, A.N. 1977. Detection of plant viruses by ELISA. J.Gen.Virol. 34: 475-483.
- Coineau, Y. 1962. Nouvelles méthodes de prospection de la faune entomologique des plantes herbaces et ligneuses. Bull. Soc. Ent. Fr. 67: 115-119.
- Coaker, T.H. y Williams, D.A. 1963. The importance of some carabidae and staphylinidae predators of the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* (Bouché). Entom. Exp. et Appl. 6: 156-164.
- Colbrant, P., y Fabre, P. 1971. Stades repères de l'olivier. Station d'Avertissements Agricoles. Avignon. Service Regional de l'Oleiculture. Service de la Protection des Végétaux.
- Collyer, E. 1951. A method for the estimation of insect populations on fruit trees. Report East Malling Research Station. 1949-50: 148-151.
- Collyer, E. 1953. Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red spider mite, (*Metatetranychus ulmi* (Koch)) in southeastern England. J. Hortic. Sci. 28: 85-97.
- Cristofari, M., Marangoni, C. Nobili, P. Pettinari, R. Salvati, S. Cirio, U. 19???. Honey plants for augmentation of parasitoid impact for biological

- control of *Prays oleae* and *Saisettia oleae* in olive area near Canino (Viterbo, Italy). 8pp. ????????
- Crook, N.E. y Payne, C.C. 1980. Comparison of three methods of ELISA for baculoviruses. *J. Gen. Virology*. 46: 29-37.
- Davies, R.W. 1969. The production of antisera for detecting specific tricolored antigens in the gut contents of predators. *Oikos*. 20: 248-260.
- De Andrés, F. 1991. *Enfermedades y Plagas del Olivo*. 2.^a Edición. Riquelme y Vargas Ediciones, S.L., Jaén. 646pp.
- De Bach, P. 1964. *Biological control of Insect pests and Weeds*. Chapman and Hall, London. 844pp.
- Dechene, R. 1970. Studies of some behavioural patterns of *Iridiomyrmex humilis* Mayr (Formicidae, Dolichoderinae). *The Wasmann J. Biol.* 28(2): 175-184.
- De Haro, A. 1982. Contribución al conocimiento de los formícidos (Hym. Formicidae) del cabo de creus (Gerona). *Pirineos* 117: 49-57.
- Dempster, J.P. 1960. A quantitative study of the predators on the eggs and larvae of the broom beetle, *Phytodecta olivacea* Forster, using the precipitin test. *J. Anim. Ecol.* 29: 149-167.
- Dempster, J.P. 1963. The natural prey of 3 anthocorids (Het.: Anthocoridae) living on broom (*Sarothamnus scoparus* (L.)). *Ent. Exp. Appl.* 6: 149-155.
- Dent, D. 1991. *Insect Pest Management*. CAB International, Wallingford. 604pp.
- Detrain, C. 1990. Field study on foraging by the polymorphic ant species, *Pheidole pallidula*. *Insectes Sociaux*. 37(4): 315-332.
- Detrain, C. y Pasteels, J.M. 1992. Caste polyethism and collective defense in the ant, *Pheidole pallidula*:: the outcome of quantitative differences in recruitment. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 29: 405-412.
- Diaz, M. 1991. Spatial patterns of granivorous ant nest abundance and nest site selection in agricultural landscapes of Central Spain. *Ins. Soc.* 38: 351-363.
- Doane, J.F., Scotti, P.D., Sutherland, O.R.W., y Pottinger, R.P. 1985. Serological identification of wireworm and staphylinid predators of the Australian soldier fly (*Inopus rubriceps*) and wireworm feeding on plant and animal food. *Ent. Exp. Appl.* 38: 65-72.
- Dreistadt, S.H., y Hagen, K.S. 1994. Classical biological control of the acacia psyllid, *Acizzia uncatoides* (Homoptera: Psyllidae), and predatory-prey-plant interactions in the San Francisco Bay area. *Biological control*. 4(4): 319-327.

- Dreistadt, S.H., Hagen, K.S. Dahlsten, D.L. 1986. Predation by *Iridomyrmex humilis* (Hym.: Formicidae) on eggs of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae) released for inundative control of *Illinoia liriodendri* (Hom.: Aphididae) infesting *Liriodendron tulipifera*. *Entomophaga* 31(4): 397-400.
- Du Devoir, D.S. y Reeves, R.M. 1991. Feeding activity of carabid beetles and spiders on gypsy moth larvae (Lepidoptera: Lymantridae) at high density prey populations. *J. Entom. Sci.* 25(2): 341-354.
- Du Merle, P. 1982. Fréquentation des strates arbustive et arborescente par les fourmis en montagne méditerranéenne française. *Ins. Soc.* 29(3): 422-444.
- Du Merle, P. 1983. Les facteurs de mortalité des oeufs de *Tortrix viridana* L. (Lep., Tortricidae). I. Le complexe des prédateurs (Hym., *Formicidae*; Derm., *Forficulidae*; Orth., *Phaneropteridae*; Neur., *Chrysopidae*). *Agronomie.* 3(3): 239-246.
- Eikenbary, R.D. y Fox, R.C. 1968. Responses of Nantucket pine tip moth parasites to tree level, orientation, and hosts per pine tip. *Annals. Entom. Soc. Amer.* 61: 1380-1384.
- Eisner, T., Hicks, K., Eisner, M., y Robson, D.S. 1978. Wolf-in-sheep's clothing' strategy of a predaceous insect larva. *Science.* 199: 790-794.
- Espalder, X. y Nieves, J.L. 1983. Hormigas (Hymenoptera, Formicidae) pobladoras de agallas abandonadas de cinipidos (Hymenoptera, Cynipidae) sobre *Quercus* sp. en la peninsula iberica. *Bol. Est. Central Ecol.* 12(23): 89-93.
- Epstein, M.E., Kulman, H.M. 1984. Effects of aprons on pitfall trap catches of carabid beetles in forest and fields. *The Great Lakes Entomologist* 17(4): 215-221.
- Faeth, S.H. 1980. Invertebrate predation of leaf-miners at low densities. *Ecol. Entom.* 5: 111-114.
- Faeth, S.H. y Simberloff, F.D. 1981. Population regulation of a leaf mining insect, *Camerara* sp. nov., at increased field densities. *Ecol.* 62(3): 620-624.
- Feeny, P.P. 1975. Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores. *Coevolution of Animals and Plants* (Ed. por L.E. Gilbert & Raven, P.H.), pp. 1-40. *Recent Advances in Phytochemistry* Vol.10.
- Fenlon, J.S. y Sopp, P.I. 1991. Some statistical considerations in the determination of thresholds in ELISA. *Ann. Appl. Biol.* 119: 177-189.

- Fellers, G.M. y Fellers, J.H. 1982. Scavenging rates of invertebrates in an eastern deciduous forest. *??????* 107: 389-392.
- Fernandes, J.M. y Abela, V. 1984. Influencia de la poda de regeneración de olivos adultos en función del clima. *Olivae*. 1(4): 22-30.
- Ferragut, F. y Gonzalez-Zamora, J.E. 1994. Diagn—stico y distribuci—n de las especies de *Orius* Wolff 1811, peninsulares (*Heteroptera*, *Anthocoridae*). *Bol. San. Veg. Plagas*. 20: 89-101.
- Fichter, B.L. y Stephen, W.P. 1981. Time-related decay in prey antigens ingested by the predator *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) as detected by ELISA. *Oecologia* 51: 404-407.
- Fichter, B.L. y Stephen, W.P. 1984. Time-related decay of prey antigens ingested by arboreal spiders as detected by ELISA. *Environ. Entomol.* 13: 1583-1587.
- Finnegan, R.J. 1971. An appraisal of indigenous ants as limiting agents of forest pests in Quebec. *Can. Ent.* 103: 1489-1493.
- Finnegan, R.J. 1973. Diurnal foraging activity of *Formica sublucida*, *F.sanguinea subnuda*, and *F.fossiceps* (Hymenoptera: Formicidae) in Quebec. *Can. Ent.* 105: 441-444.
- Fleschner, C.A. 1950. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. *Hilgardia* 20: 233-265.
- Fournier, D. Pralavorio, R. Arambourg, Y. 1980. La compétition larvaire chez *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) et ses relations avec quelques paramètres démographique. *Acta Œcologica/ Œcol. Applic.* 1(3): 233-246.
- Fowler, S.V. y MacGarvin, M. 1985. The impact of hairy wood ants, *Formica lugubris*, on the guild structure of herbivorous insects on birch, *Betula pubescens*. *J. Anim. Ecol.* 54: 847-855.
- Furuta, K. 1977. Evaluation of spiders, *Oxyopes sertatus* and *O.badius* (Oxyopidae) as a mortality factor of gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) and pine moth, *Dendrolimus spectabilis* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Appl. Ent. Zool.* 12(4): 313-324.
- Galecka, B. 1986. Importance de la structure du paysage agricole sur les relations coccinelles-pucerons. *Colloques de l'NRA*. 36: 121-128.
- García de Otazo López, J., Sió Torres, J., Torá Marquilles, R., Torá Solsona, M. 1992. *Peral: Control Integrado de Plagas y Enfermedades, Agro Latino*, Barcelona. 311pp.

- García-Ortiz, A. 1996. Fertilización N.P.K. en olivar. p.129-134. En 'Olivicultura y Elaiotecnia' Eds. A.Porrás, J. Cabrera de la Colina, M.L. Soriano. CAMPOBELL, S.L., Murcia.
- Ghavami, M.D. y Özgür, A.F. 1992. Pamuk tarlasında zararlıların populasyon gelişmesi ve değişik predatörlerle ilişkisinin saptanması. Proc. Second Turkish Nat. Congr. Entomology, Izmir, Turku'a. 227-238.
- Giller, P.S. 1986. The natural diet of the Notonectidae: Field trials using electrophoresis. Ecol. Entom. 11: 163-172.
- Gillespie, R.G., Reimar, N. 1993. The effect of alien predatory ants (Hymenoptera: Formicidae) on Hawaiian endemic spiders (Aranae: Tetragnathidae). Pacific Sci. 47(1): 21-33.
- González, R. 1990. Estudio bio-ecológico de *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard, 1788) (Coleoptera: Scolytidae) en la provincia de Granada. Tesis Doctoral Universidad de Granada. 450pp.
- González, R. y Campos, M. 1990. Evaluation of natural enemies of the *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) (Col: Scolytidae) in Granada olive groves. Acta Horticulturae 286: 355-358.
- Gonzalez-Zamora, J.E., Ribes, A., Meseguer, A., y Garcia-Mari, F. 1994. Control de trips en fres—n: empleo de plantas de haba como refugio de poblaciones de antoc—ridos. Bol. San. Veg. Plagas. 20: 57-72.
- Grande, F. 1984. Las propiedades beneficiosas del aceite de oliva. Olivae. 1(2): 33-35.
- Grande, F. 1988. El aceite de oliva y la salud. Olivae. 5(23): 32-34.
- Greenslade, P.J.M. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). J.Anim. Ecol. 33: 301-310.
- Greenslade, P.J.M., Greenslade, P. 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. J.Aust. Ent. Soc. 10: 253-260.
- Greenstone, M.H. 1979a. A passive haemagglutination inhibition assay for the identification of stomach contents of invertebrate predators. J.Appl. Ecol. 14: 457-464.
- Greenstone, M.H. 1979b. Spider feeding behaviour optimises dietary essential amino acid composition. Nature. 181: 501-3.
- Greenstone, M.H. 1983. An enzyme-linked immunosorbent assay for the *Amblyosora* sp. of *Culex salinarius* (Microspora: Amblyosporidae). J. Invertebrate Pathology. 41: 250-255.
- Greenstone, M.H. 1989. Foreign exploration for predators: A proposed new methodology. Environ. Entom. 18(2): 195-200.

- Greenstone, M.H. 1996. Serological analysis of arthropod predation: past, present and future. En 'The Ecology of Agricultural Pests'. Ed. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London. p.265-300.
- Greenstone, M.H. y Hunt, J.H. 1993. Determination of prey antigen half-life in *Polistes metricus* using a monoclonal antibody-based immunodot assay. Ent. Exp. Appl. 68: 1-7.
- Greenstone, M.H. y Morgan, C.E. 1989. Predation on *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae): An instar-specific ELISA assay for stomach analysis. Ann. Entom. Soc. Am. 82(1): 45-49.
- Greenstone, M.H., Stuart, M.K., y Haunerland, N.H. 1991. Using monoclonal antibodies for phylogenetic analysis: An example from the Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entom. Soc. Am. 84(5): 457-464.
- Greenstone, M.H. y Trowell, S.C. 1994. Arthropod predation: A simplified immunodot format for predator gut analysis. Ann. Entom. Soc. Am. 87(2): 214-217.
- Griffiths, E. Wratten, S.D. Vickerman, G.P. 1985. Foraging by the carabid *Agonum dorsale* in the field. Ecol. Ent. 10: 181-189.
- Guerrero, A. 1991. Nueva olivicultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 271pp.
- Hagen, K.S., Greany, P. Sawall, Jr., E.F., Tassan, R.L. 1976. Tryptophan in artificial honeydews as a source of an attractant for adult *Chrysopa carnea*. Envir. Entom. 5: 458-468.
- Hagen, K.S., Sawall, Jr., E.F., Tassan, R.L. 1970. The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects. Tall Timb. Conf. Ecol. Anim. Control Habitat Manage. 2: 59-81.
- Hagler, J.R., Brower, A.G., Tu, Z., Bryne, D.N., Bradley-Dunlop, D. y Enriquez, F.J. 1993. Development of a monoclonal antibody to detect predation of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*. Ent. Exp. Appl. 68: 231-236.
- Hagler, J.R., Cohen, A.C. 1990. Effects of time and temperature on digestion of purified antigen by *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) reared on artificial diet. Ann. Entom. Soc. Am. 83(6): 1177-1180.
- Hagler, J.R., Cohen, A.C., Bradley-Dunlop, D. y Enriquez, F.J. 1992. Field evaluation of predation on *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) using a species- and stage- specific monoclonal antibody. Envir. Entom. 21(4): 896-900.

- Hagler, J.R., Cohen, A.C., Enriquez, F.J. y Bradley-Dunlop, D. 1991. An egg-specific monoclonal antibody to *Lygus hesperus*. *Biological Control*. 1: 75-80.
- Hagler, J.R. y Durand, C.M. 1994. A new method for immunologically marking prey and its use in predation studies. *Entomophaga*. 39(3/4): 257-265.
- Hagler, J.R. y Naranjo, S.E. 1994a. Qualitative survey of two coleopteran predators of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) using a multiple prey gut content ELISA. *Envir. Entom.* 23(1): 193-197.
- Hagler, J.R. y Naranjo, S.E. 1994b. Determining the frequency of heteropteran predation on sweet-potato whitefly and pink bollworm using multiple ELISAs. *Entom. Exp. et Appl.* 72 (1): 59-67.
- Hagler, J.R. y Naranjo, S.E. 1996. Using gut content immunoassays to evaluate predaceous biological control agents: a case study. En 'The Ecology of Agricultural Pests'. Eds. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London. p. 383-399.
- Halsall, N.B. y Wratten, S.D. 1988. The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory carabidae. *Ecol. Entom.* 13: 292-299.
- Haney, P.B., Luck, R.F., Moreno, D.S. 1987. Increases in densities of the citrus red mite, *Panonychus citri* [Acarina: Tetranychidae], in association with the argentine ant, *Iridomyrmex humilis* [Hymenoptera: Formicidae], in southern california citrus. *Entomophaga*. 32(1): 49-57.
- Harde, K.W. y Severa, F. 1984. Guía de campo de los Coleópteros. Ediciones Omega, Barcelona. 332pp.
- Harris, P. 1990. Environmental impact of introduced biological control agents In 'Critical Issues In Biological Control' Eds. M. MacKauer, L.E. Ehler, J. Roland. Intercept, Andover. 330pp.
- Hay, F. 1993. Generación de la diversidad p.5.1-5.14 en 'Inmunología' Ed. Roitt, I., Brostoff, J. Male, D. 3ª edición. Masson, S.A., Barcelona.
- Heads, P.A. y Lawton, J.H. 1985. Bracken, ants and extrafloral nectaries. III. How insect herbivores avoid ant predation. *Ecol. Entom.* 10: 29-42.
- Heim, G. Effect of insecticidal sprays on predators and indifferent arthropods found on olive trees in the north of Lebanon. Proc. CEC/FAO/IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 456-465.
- Herard, F. 1986. Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* (L.), (Hom.: Psyllidae) in France. *Agronomie*. 6: 1-34.

- Heyer, W., Döring, J. y Dammer, K.H. 1993. Beurteilung des fanges epigäischer nützlinge mit bodenfallen in kulturpflanzenbeständen. Kühn-Arch. 87(1)5: 53-62.
- Hodgson, C. y Aveling, C. 1988. Anthocoridae. p.279-292. In Aphids, their biology, natural enemies and control. Vol.B. Eds. A.K. Mink y P. Harvewijn. Elsevier Science Publ. B.V., ?????
- Hölzel, H. y Ohm, P. 1972. Der Chrysopiden der iberischen Halbinsel (Planipennia, Chrysopidae). Faun.-Ökol. Mitt. 4: 127-145.
- Honek, A. 1985a. Habitat preferences of aphidophagous coccinellids (Coleoptera). Entomophaga. 30(3): 253-264.
- Honek, A. 1985b. Activity and predation of *Coccinella septempunctata* adults in the field (Col., Coccinellidae). Zietschrift fur Angewandte Entomologie. 100(4): 399-409.
- Howarth, F.G. 1991. Environmental impacts of classical biological control. Ann. Rev. Entom. 36: 485-509.
- Hoy, M.A. 1990. Genetic improvement of arthropod natural enemies: Becoming a conventional tactic? New Directions in Biological Control: Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases. p405-417. Alan R. Liss, Inc.
- Ito, F y Higashi 1991. Variance of ant effects on the different life forms of moth caterpillars. J.Anim. Ecol. 60: 327-334.
- Jacas, J.A and Viñuela, E., 1994. Side-effects of pesticides on *Opius concolor* Szépl (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of the olive fly. Bull. OILB srop, 17 (10), 143-146.
- Jardak, T. 1995. Table de survie: Cas particulier de la teigne de l'olivier *Prays oleae* Bern, (Lepidoptera, Hyponomeutidae) dans le sud tunisien. Olea, 23, September 1995.
- Jardak, T., Moalla, M., Khalfallah, H. Laboudi, M. 1985. Sexual traps for *Prays oleae* (Lepidoptera, Hyponomeutidae) as prediction and forecasting method. Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 204-229.
- Jardak, T. y Ksantini, M. 1986. Essais de lutte contre la génération phyllophage de *Prays oleae* par *Bacillus thuringiensis* et le diflubenzuron. EPPO Bull. 16(2): 403-406.
- Jardak, T. y Ksantini, M. 1996. La estructuración de la protección fitosanitaria del olivo en Túnez: Elementos básicos y necesidades económicos y ecológicos. Olivae. 61: 24-33.

- Jervis, M. y Kidd, N.A.C. 1986. Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 61: 395-434.
- Jervis, M. y Kidd, N.A.C. 1993. Integrated pest management in european olives- new developments. *Antenna* 17(3): 108-114.
- Jervis, M. y Kidd, N.A.C. 1996. *Insect natural enemies: Practical approaches to their study and evaluation*. Chapman & Hall, London. 491pp.
- Jervis, M., Kidd, N.A.C., Fitton, M.G., Huddleston, T., Dawah, H.A. 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. *J. Natural History*. 27: 67-105.
- Jervis, M., Kidd, N.A.C., McEwen, P., Campos, M., Lozano, C. 1992b. Biological control strategies in olive pest management. BCPC Mono. no. 52 *Research Collaboration in European IPM Systems*. 31-39.
- Jervis, M., Kidd, N.A.C., Walton, M. 1992a. A review of methods for determining dietary range in adult parasitoids. *Entomophaga*. 37: 148-157.
- Jiggins, C., Majerus, M. y Gough, U. 1993. Ant defense of colonies of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), against predation by ladybirds. *Br. J. Ent. Nat. Hist.* 6: 129-137.
- Jimenez, A. 1985. Potential value of entomophages in the olive pests control. Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 441-450.
- Jona Lasinio Zapparoli ?????? in Thaler y Zapp????
- Jones, O.T. The use of pheromones, attractants and other biological products in the monitoring and control of olive insect pests. Septiembre 1996, Universidad de Baeza.
- Jones, O.T., Lisk, J.C., Mitchell, A.W., Baker, R., Ramos, P. 1985. A sex pheromone baited trap that catches the olive fruit fly (*Dacus oleae*) with a measurable degree of selectivity. En: *Integrated Pest Control in Olive Groves*. R. Cavalloro y A. Croveti (EDS). Proc. CEC/ FAO/ IOBC Internat. Joint Meeting, Pisa, Italy, 3-6 April, 1984. pp. 104-112.
- Jones, O.T., Montiel, A. Civantos, M., Ramos, P. 1986. Behaviour modifying chemicals in integrated pest management programmes for olive pests. BCPC- Pests and Diseases 3C-16: 339-346.
- Juillet, J.A. 1961. Observations on arthropod predators of the european pine shoot moth, *Rhyaciona buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae), in Ontario. *Can. Ent.* 93: 195-198.

- Kapadia, M.N. y Puri, S.N. 1991. Biology and comparative predation efficacy of three heteropteran species recorded as predators of *Bemisia tabaci* in Maharashtra. *Entomophaga*. 36(4): 555-559.
- Katsoyannos, P. 1992. Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper 115. Rome, 1992. 178pp.
- Kidd, N.A.C. y Jervis, M. 1989. The effects of host-feeding behaviour on the dynamics of parasitoid-host interactions, and the implications for biological control. *Researches on Population Ecology*. 31: 235-274.
- Kidd, N.A.C., Gazziano, S. 1992. Development of population models for olive pest management en 'Research Collaboration in European IPM systems' BCPC Monograph No. 52: 41-47.
- Kapatos, E. y Fletcher, B.S. 1983. Seasonal changes in the efficiency of McPhail traps and a model for estimating olive fly densities from trap catches using temperate data. *Entom. Exp. Appl.* 33: 20-26.
- Kapuge, S.H., Danthararyana, W., Hoogenraad, N. 1987. Immunological investigation of prey-predator relationships for *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae). *Bull. Ent. Res.* 77: 247-254.
- Katsoyannos, P. 19???. Integrated Pest Management of olives for the developing mediterranean countries. 146pp. Internal Report Benaki Phytopathological Inst., Athens, Greece.
- Katsoyannos, P. 1992. Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper 115, Roma. 178pp.
- Kaya, M., Yalcin, E., Soydanbay, M., Kahya, C. 1987. Ege bölgesi zeytinlerinde zarar yapan zeytin güvesi (*Prays oleae* Bern.) 'nin nesillere göre populasyon degisimi, ekonomik savasim esigi ve savas yöntemlerinin gelistirilmesi üzerinde arastirmalar. *Doga, Tarim ve Ormancilik*. 11(1): 67-85.
- Lal, O.P. y Naji, A.H. 1980. Observations on the predators of the black olive scale, *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera: Coccidae) in the Socialist Peoples Libyan Arab Jamahiriya. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 87(1): 27-31.
- Lawton, J.H. 1978. Host-plant influences on insect diversity: the effects of space and time. *Diversity of Insect Faunas* (Ed. por L.A. Mound & N. Waloff), pp. 19-40. *Symposia of the Royal Entomological Society of London*. No.9.
- Lenzi, G., Caporale, F. and Roffeni Tiraferri, S. 1985. Results of trial with methomyl for the control of *Prays oleae* (Bern.). In R. Cavalloro and Crovetti, eds. *Proc. CEC/FAO/IOLB Int. Joint Meeting, Pisa*, 257-258.

- Lesiewicz, D.S., Lesiewicz, J.L., Bradley, J.R. y Van Duyn, J.W. 1982. Serological determination of carabid (Coleoptera: Adephaga) predation of corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in field corn. *Environ. Entomol.* 11: 1183-1186.
- Lewis, W.J., Nordlund, D.A., Gross, Jr., H.R., Jones, R.L., Jones, S.L. (1977). Kairomones and thier use for management of entomophagous insects. V. Moth scales as a stimulus for predation of *Heliothis zea* (Boddie) eggs by *Chrysopa carnea* Stephens larvae. ?????? 483-487.
- Liber, H. 1985. Field and laboratory studies on possible ways of manipulating naturally occurring chysopids to increase their effectiveness as biological control agents of the olive moth, *Prays oleae* (Bern.) (Lepidoptera, Yponomeutidae).
- Liber, H. y Niccoli, A. 1988. Observations on the effectiveness of an attractant food spray in increasing chrysopid predation on *Prays oleae* (Bern.) eggs. *Redia.* 71: 467-482.
- Liddell, J.E. y Cryer, A. 1991. A practical guide to monoclonal antibodies. John Wiley & Sons, Chicester, GB.
- Liddell, J.E. y Symondson, W.O.C. 1996. The potential of combinatorial antibody libraries in pest/ predator relationship studies. In 'The Ecology of Agricultural Pests'. Ed. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London.
- Lingren P.D. and Ridgway, R.L., 1967. ??????????J. *Econ. Entom.* 60:1639-1641.
- Lingren, P.D., Ridgway, R.L. y Jones, S.L. 1968. Consumption by several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 61(3): 613-618.
- López, L. y López, J.A. 1996. El riego localizado en el cultivo del olivo. p. 91-106. En 'Olivicultura y Elaiotecnia' Eds. A.Porras, J. Cabrera de la Colina, M.L. Soriano. CAMPOBELL, S.L., Murcia.
- Lövei, G.L., Monostori, A., y Andó, I. 1985: Digestion rate in relation to starvation in the larva of a carabid predator, *Poecilus cupreus*. *Ent. Exp. Appl.* 37: 123-127.
- Lövei, G.L., Sopp, P., Sunderland, K.D. 1987. The effect of mixed feeding on the digestion of the carabid *Bembidion lampros*. *Acta Phytopath. Entom. Hung.* 22(1-4): 403-407.
- Lövei, G.L., Sopp, P., Sunderland, K.D. 1990. Digestion rate in relation to alternative feeding in three species of polyphagous predators. *Ecol. Entom.* 15: 293-300.

- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Lewis Farr, A., Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. che.* 193: 265-275.
- Lozano, C. 1993. Estudio bio-ecológico de *Hylesinus varius* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Scolytidae) en la provincia de Granada. Tesis Doctoral Universidad de Granda.
- Luczak, J. 1979. Spiders in agrocoenoses. *Polish Ecological Studies.* 5(1): 151-200.
- Luff, M.L. 1968. The effects of formalin on the numbers of Coleoptera caught in pitfall traps. *Entom. Mon. Mag.* 104: 115-6.
- Luff, M.L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19: 345-357.
- Lyon, J.P. 1983. Utilisation d'auxiliaires pour des essais de lutte biologique contre les pucerons en serre. *Lutte biologique et intégrée contre les pucerons. Colloque franco-soviétique, Rennes, 26-27 Septembre 1979,* 47-50. (Abstract InterLibrary Loan Pending).
- Mahdi, T. y Whittaker, J.B. 1993. Do birch trees (*Betula pendula*) grow better if foraged by wood ants? *J. Anim. Ecol.* 62: 101-116.
- Majer, J.D. y Flugge, R. 1984. The influence of spraying on Argentine (*Iridomyrmex humilis*) and native ants (Hymenoptera Formicidae). *School of Biol. Bull.,* 8: 1-23.
- Male, D. y Roitt, I. 1993. Introducción al sistema inmunitario p.1.1-1.12 en 'Inmunología' Ed. Roitt, I., Brostoff, J. Male, D. 3ª edición. Masson, S.A., Barcelona.
- Markin, G.P. 1970. Food distribution within laboratory colonies of the argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Ins. Soc.* 17(2): 127-158.
- Martin, J. y Gurrea, P. 1983. Relationship between *Nordmannia esculi* Huebner (lep.: Lycaenidae) and *Camponotus cruentatus* Latreille (Hym.: Formicidae). *Entom. Rec. J. Var.* 7: 153-154.
- Mazomenos, B.E. 1996. Conservation of the natural enemies complex. The development of environmentally safe pest control systems for the european olive. Eclair 209 Final technical progress report 1 April 1990 - 30 September 1994.
- McDaniel, S.G. y Sterling, W.L. 1979. Predator determination and efficiency on *Heliothis virescens* eggs in cotton using ³²P. *Envir. Entom.* 8: 1083-1087.
- McEwen, P., Clow, S. Jervis, M.A., Kidd, N.A.C. (1993). Alteration in searching behaviour of adult female green lacewings *Chrysoperla*

- carnea* (Neur.: *Chrysopidae*) following contact with honeydew of the black scale *Saissetia oleae* (Hom.: *Coddidae*) and solutions containing acidhydrolysed L-tryptophan. *Entomophaga* 38(3): 347-354.
- McEwen, P., Jervis, M.A., Kidd, N.A.C. 1993. The effect on olive moth (*Prays oleae*) population levels, of applying artificial food to olive trees. A.N.P.P. Third Intern. Conf. on Pests in Agriculture, Montpellier, 7-9 Dec. 1993.
- McEwen, P., Jervis, M.A., Kidd, N.A.C. 1994. Use of a sprayed L-tryptophan solution to concentrate numbers of the green lacewing *Chrysoperla carnea* in olive tree canopy. *Entom. Exp. Appl.* 70: 97-99.
- McEwen, P. y Ruiz, J. 1994. Relationship between non-olive vegetation and green lacewing eggs in a spanish olive orchard. *Antenna*. 18: 148-150.
- McNeil, J.N., Delisle, J. y Finnegan, F.J. 1978. Seasonal activity of the introduced red wood ant, *Formica lugubris* (Hymenoptera: Formicidae) at Valcartier, Quebec, in 1976. *Can. Ent.* 110: 85-90.
- McIver, J.D. 1981. An examination of the utility of the precipitin test for evaluation of arthropod predator-prey relationships. *Can. Ent.* 113: 213-222.
- McIver, J.D., Tempelis, C.H. 1993. The arthropod predators of ant-mimetic and aposematic prey: a serological analysis. *Ecol. Entom.* 18: 218-222.
- Mendel, Z. Podoler, H. Rosen, D. 1985. A study of the diet of *Chilocoris bipustulatus* (Coleoptera: Coccinellidae) as evident from its midgut contents. *Israel J. Ent.* 19: 141-146.
- Melena, J.L. 1980. El aceite en la civilización micénica. I Congr. Int. Prod. y Com. del aceite en la antigüedad. Univ. Complutense, Madrid.
- Michelakis, S. 1990. Influencia de los insectos y de las enfermedades en la cantidad y en la calidad del aceite de oliva. *Olivae*. 30: 38-40.
- Miller, M.C. 1981. Evaluation of enzyme-linked immunosorbent assay of narrow- and broad- spectrum anti-adult southern pine beetle serum. *Ann. Entomol.Soc.Am.* 74: 279-282.
- Miller, T.A., Salama, M., Weddle, R.C., Sivasupramaniam, S. 1993. New test reveals early diapause in pink bollworm. *Calif. Agr.* 47(4): 24-26.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1984. Problemática del aceite de oliva en España. *Olivae*. 1(2): 27-29.

- Mitchell, B. 1963. Ecology of two carabid beetles, *Bembidion lampros* (Herbst) and *Trechus quadristriatus* (Schrank). II. Studies on populations of adults in the field, with special reference to the technique of pitfall trapping : J. Anim. Ecol. 32: 377-392.
- Montiel, A. 1981. Factores de regulación de las poblaciones de *Prays oleae* (Bern.). Bol. Serv. Plagas. 7: 133-141.
- Montiel, A. 1985. Strategy for the integrated control of Spanish olive trees. Technical recommendations for integrated control programmes. Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 470-476.
- Montiel, A. 1991. Desarrollo de sistemas de control de plagas inocuos para el medio ambiente en el olivar europeo. Informe tecnico de segundo año de trabajo (01/03/91 a 29/02/92). Atenas, 23/27 Marzo 1991.
- Montiel, A. y Jones, O.T. 1989. Estado actual del uso de feromonas en el manejo integrado de plagas del olivo. Bol. San. veg. Plagas, 15: 161-173.
- Montiel, A., Toledano, T. Aldaba, A. 1994. Biocontrol y modelización- Ciclo biológico de *Dacus oleae* Gmel. (Portichuelo 1993); Informe Proyecto ECLAIR, Roma : 104-107.
- Moulder, B.C. y Reichle, D.E. 1972. Significance of spider predation in the energy dynamics of forest floor arthropod communities. Ecol. Monogr. 42: 473-498.
- Moran, V.C. y Southwood, T.R.E. 1982. The guild composition of arthropod communities in trees. J. Anim. Ecol. 51: 289-306.
- Morris, R.F. 1955. The development of sampling techniques for forest insect defoliators, with particular reference to the spruce budworm. Can. J. Zool. 33 (4): 225-294.
- Morris R.F. 1960. Sampling insect populations. Ann. Rev. Ent. 5: 243-264.
- Morris, T.I. 1996. A hybrid beating tray. The Entomologist, 15(1): 20-22.
- Murray R.A. y Solomon, M.G. 1978. A rapid technique for analysing diets of invertebrate predators by electrophoresis. Ann. Appl. Biol. 90: 7-10.
- Nakamura, K. 1977. A model for the functional response of a predator to varying prey densities: based on the feeding ecology of wolf spiders. Bull. Nat. Inst. Agr. Sciences Series 6, 31: 29-89.
- Nakamura, M. y Nakamura, K. 1977. Population dynamics of the chestnut gall wasp (Cynipidae, Hym.). 5. Estimation of the effect of predation by spiders on the mortality of imaginal wasps based on the precipitin test. Oecologia 27: 97-116.

- Nemoto, H., Sekijama, Y., Fujikara, Y., Kiritiani, K., y Shibukawa, S. 1985. [Application of an immunological method for the identification of predators of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in cabbage fields. 1. Evaluation of the precipitation reaction, especially the micro-ouchterlony method.] en japónes. Jpn. J.Appl. Ent. Zool. 29: 61-66.
- Neuenschwander, P. 1984. Sampling techniques In 'Biology of Chrysopidae' Eds. M.Canard, Y. Séméria, T.R. New. 1984. Dr. W. Junk Publ., Lancs., UK.
- Neuenschwander, P., Canard, M., Michelakis, S. 1981. The attractivity of protein hydrosylate baited McPhail traps to different chrysopid and hemerobiid species (Neuroptera) in a Cretan olive orchard. Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.), 17(2): 213-220.
- Neuenschwander, P., y Michelakis, S. 1980. The seasonal and spatial distribution of adult and larval Chrysopids on olive-trees in Crete. Acta Œcologica/ Œcol. Applic. 1(1): 93-102.
- New, T.R. 1967. Trap-banding as a collecting method for Neuroptera and their parasites, and some results obtained. Entom. Gazette. 18: 37-44.
- New, T.R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. Trans. R. ent. Soc. Lond. 127(2): 115-140.
- Niccoli, A., Tiberi, R. 1981. Relazione fra catture di adulti di *Prays oleae* Bern. in trappole sessuali e infestazione. Redia. 64: 337-348.
- Niccoli, A., Boni, F. 1984a. Osservazioni sulla distribuzione delle uovo di *Prays oleae* Bern. sui fiori. Redia. 67: 505-514.
- Niccoli, A., Boni, F. 1984b. Osservazioni sulla distribuzione delle uovo di *Prays oleae* Bern. sui frutti sull'incidenza dei fattori di mortalità. Redia 67: 515-525.
- Niccoli, A., Boni, F. 1984c. Osservazioni sulla distribuzione delle uovo di *Prays oleae* Bern. sulle foglie. Redia. 67: 539-544.
- Niccoli, A., y Tiberi, R. 1985. Impiego di *Bacillus thuringiensis* Berliner nel controllo di insetti dannosi in ambienti agrari e forestali. Redia. 68: 305-322.
- Niemalä, J., Halme, E., Haila, Y., 1990. Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. Entom. Fennica. 21(12): 233-238.
- Nizi, M.F. 1988. Alcune osservazioni sulla cascola delle olive. Informatore Agrario. 44(25): 73-78.

- Núñez, E., Tizado, E.J. y Nieto, J.M. 1992. Coccinélidos (Col., Coccinellidae) depredadores de pulgones (Hom., Aphididae) sobre plantas cultivadas de León. Bol. San. Veg. Plagas. 18: 765-775.
- Nyffeler, M. 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as insect predators in agroecosystems [abandoned grassland, meadows and cereal fields]. 174pp. Thesis, Swiss Federal Inst. Tech, Zurich.
- Nyffeler, M. y Benz, G. 1987. Spiders in natural pest control: A review. J. Appl. Entom. 103: 321-339.
- Nyffeler, M., Breene, R.G., Dean, D.A., Sterling, W.L. 1990. Spiders as predators of arthropod eggs. J. Appl. Entom. 109: 490-501.
- Nyffeler, M., Dean, D.A., Sterling, W.L. 1987a. Predation by green lynx spider, *Peucetia viridans* (Aranae: oxyopidae), inhabiting cotton and woolly croton plants in east texas. Environ. Entom. 16: 355-359.
- Nyffeler, M., Dean, D.A., Sterling, W.L. 1987b. Evaluation of the importance of the striped lynx spider *Oxyopes salticus* (Aranae: Oxyopidae), as a predator in Texas cotton. Environ. Entom. 16(5): 1114-1123.
- Obrtel, R. 1971. Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface coleoptera. Acta ent. bohemoslov. 68: 300-309.
- Oien, C.T. y Ragsdale, D.W. 1992. A species specific enzyme-linked immunosorbent assay for *Nosema furnacalis* (Microspora: Nosematidae). J. Invert. Path. 60: 84-88.
- Olofsson, E. 1992. Predation by *Formica polyctena* Förster (Hym., Formicidae) on newly emerged larvae of *Neodiprion sertifer* (Geoffrey) (Hym., Diprionidae). J. Appl. Ent. 114: 315-319.
- Orphanides, G.M. 1985. Insect pests of olives in Cyprus. Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 343-347.
- Panis, A. 1981. Action des fourmis sur la biocénose parasitaire de la cochenille noire des agrumes en France (*Homoptera, Coccoidea, Coccidae*). Fruits, 36(1): 47-48.
- Pantaleoni, R.A. y Curto, G.M. 1990. I Neurotteri delle colture agrarie: Crisopidi in oliveti del Salento (Italia meridionale). Boll. Ist. Ent. 'G.Grandi' Univ. Bologna. 45: 167-179.
- Pantaleoni, R.A. y Ticchiati, V. 1990. I neurotteri delle colture agrarie: esperienze sul metodo di campionamento per abbattimento chimico. Boll. Ist. Ent. 'G.Grandi' Univ. Bologna. 45: 143-154.
- Paraskakis, M.I. 1990. The influence of olive moth (*Prays oleae* Bern.) on olive production. Acta Horticulturae. 286: 375-377.

- Pastor, M. 1989. Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. *Olivae*. 6(28): 32-37.
- Pastor, M. 1991a. El no laboreo y otros sistemas de laboreo reducido en el cultivo del olivar. *Olivae*. 34: 18-30.
- Pastor, M. 1991b. El no laboreo y otros sistemas de laboreo reducido en el cultivo del olivar. *Olivae*. 35: 35-49.
- Pastor, M. y Castro, J. 1994. Sistemas de cultivo en olivar. *Phytoma España*. 63: 80-85.
- Pastor, M. y Humanes, J. 1982. Poda mecánica del olivo. INIA, Serie Agrícola.
- Paulson, G.S. y Akre, R.D. 1992. Evaluating the effectiveness of ants as biological control agents of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entom.* 85(1): 70-73.
- Pedigo, L.P. 1989. *Entomology and Pest Management*. MacMillan Publishing Corp., New York. 646pp.
- Pedigo, L.P. y Buntin, G.D. 1993. *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. CRC Press, Inc., Florida. 714pp.
- Pérez, P. y Prieto, P. 1980. C.S.I.C. Memoria explicativa de los mapas de suelos y vegetación de la provincia de Granada. 127pp.
- Petacchi, R. y Minnocci, A. 1994. Impact of different *Bactrocera oleae* (Gmel.) control strategies on olive grove entomofauna. *Acta Horticulturae* 356: 399-402.
- Petrov, I.Z. 1990. Observations on the feeding strategy in the desert ant *Cataglyphis cursor* Fonscolombe (Hymenoptera, Formicidae). *Arh. biol. nauka*, Beograd, 42 (1-2): 83-90.
- Pickles, W. 1943. Note on the carrying of a caterpillar by the ant *Camponotus* (Myrmosericus) *Rufo-Glaucus* Jerd. s.-sp. *Micans* Nyl. *Entom. Mon. Mag.* 79: 176-177.
- Pointing, P.J. (1966). A quantitative field study of predation by the sheet-web spider, *Frontinella communis*, on european pine shoot moth adults. *Can. J. Zool.* 44: 265-273.
- Potts, G.R. y Vickerman, G.P. 1974. Studies on the cereal ecosystem. *Adv. Ecol. Res.* 8: 107-197.
- Plaza, E. 1984. Contribución al conocimiento de los *Coccinellidae* españoles. Tribus *Coccinellini* y *Psylloborini*. *Graellsia* 40: 19-61.
- Pralavorio, R., Fournier, D., Arambourg, Y., 1978. Influence de quelques facteurs écologiques sur la fécondité et la longévité des femelles de

- Prays oleae*. Lépidoptère Hyponomeutidae. Rev. Zool. Agr. Path. Veg. 77: 37-48.
- Pralavorio, R. y Arambourg, Y., 1981. Etude de quelques particularités du développement larvaire et des facteurs de réduction de la génération carpophage de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). Comm. Comm. Europ.????, 227-240.
- Pralavorio, R. y Arambourg, Y., 1981. Etat d'avancement des travaux et échange d'informations sur les problèmes posés par la lutte intégrée en oleiculture??????. Comm. Comm. Europ., 227-240.
- Pralavorio, R. y Arambourg, Y., Codou, D. 1975. Possibilité de piégeage sexuel chez *Prays oleae* (Bern.) Lepidoptera Hyponomeutidae Ann. Zool.-Ecol. anim. 7(2): 269-272.
- Pralavorio, R., Jardak, T., Arambourg, Y., Renou, M. 1980. Utilisation du tétradécène Z7AL1 pour la mise au point d'une méthode de piégeage sexuel chez *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). Agronomie, 1(2): 115-221.
- Principi, M.M. y Canard, M. 1984. Feeding Habits p.77-92 In 'Biology of Chrysopidae' Eds. M. Canard, Y. Séméria, y T.R. New. Dr. W. Junk Publ., The Hague. 294pp.
- Priore, R. 1991. Osservazioni biologiche sulla Psilla del pero (*Cacopsylla pyri* L.) in Campania (anni 1986-1988). Informatore Fitopatologico. 41(3): 57-61.
- Prota, R. 1993. Integrated crop protection in citrus and olive groves. CEC/ IOBC/ EPPO, Bruselas, 9-11 Octubre, 1993: 104-118.
- Putman, W.L. 1967. Prevalence of spiders and their importance as predators in Ontario peach orchards. Can. Ent. 99: 160-170.
- Ramos, P. Campos, M. 19???. Estudio de trampas a base de la feromona sexuale para la detección de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). ??????????????: 631-638.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1976. Datos sobre la eco-biología de *Prays oleae* Bern. (Lep. Plutellidae) en el sur de España. III. Generación Carpófaga. Cuadernos de Ciencias Biológicas. 5: 159-170.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1977. Bioecologie des stades de développement de *Prays oleae* a Grenade, Espagne, Ann. Zool. Ecol. Anim. 9(1): 155-168.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1978a. Influencia de los factores ambientales sobre la mortalidad de larvas y crisálidas de *Prays oleae* (Bern.) Lep. Plutellidae, Bol. Asoc. Esp. Ent., 2, 143-147.

- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1978b. Factores limitantes en la fluctuación de poblaciones de *Prays oleae* Bern. Bol. Serv. Plagas, 4:1-6.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1978c. Osservazioni biologiche sui trattamenti contro la tignola dell'olivo (*Prays oleae* Bern., Lep. Plutellidae).
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1978d. Bio-écologie de *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera, *Plutellidae*) de la province de Grenade: Durée de développement et variables climatiques. Ann. Zool. Ecol. anim. 10(4): 589-601.
- Ramos, P., Campos, M and Ramos, J.M., 1978e. Osservazioni biologiche sui trattamenti contro la tignola dell'olivo (*Prays oleae* Bern., Lep., *Plutellidae*). Boll. Lab. Ent. Agr. "F. Silvestri", 35, 16-24.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1979. Estudio de la distribución de puestas de *Prays oleae* Bern. sobre el olivo. Redia 62: 53-62.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1981a. Sex related emergence of the olive moth (*Prays oleae* Bern.). Redia, 64: 73-83.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1981b. A preliminary note on the relationship between the number of adult *Prays oleae* Bern., caught in pheromone traps and the resulting level of infestation. Experientia. 37: 1282-1283.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1982. Present status of research on biological control of the olive moth in Spain. Proc. CEC Expert Meeting, marzo, Chania, Greece. 127-144.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1984a. Four years of observations on the relationship between the captures of adults *Prays oleae* Bern. in pheromone traps and the resulting level of infestation. Redia, 67, 157-163.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1984b. Estabilización del ataque de *Prays oleae* Bern. y de la actividad de los depredadores oofagos sobre el fruto del olivo. Bol. Serv. Plagas. 10: 239-243.
- Ramos, P., Campos, M. y Ramos, J.M., 1986. Factores que inciden sobre la relación capturas/ infestación en *Prays oleae* Bern. Actas de las VIII Jornadas Aplicadas Española de Entomología, Sevilla. 930-935.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1987. Evolución del ataque de *Prays oleae* Bern. al fruto del olivo. I. Estudio de parámetros y sus relaciones. Bol. San. Plagas, 13: 129-142.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1988a. Evolución del ataque de *Prays oleae* Bern. al fruto del olivo. II. Evolución de puestas,

- estabilización de parámetros y ecuaciones predictivas. Bol. San. Plagas, 14: 265-278.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1988a. Evolución del ataque de *Prays oleae* Bern. al fruto del olivo. II. Evolución de puestas, estabilización de parámetros y ecuaciones predictivas. Bol. San. Plagas, 14: 265-278.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., 1988b. Evolución del ataque de *Prays oleae* Bern. al fruto del olivo: III.- Distribución y agregación de puestas. Bol. San. Plagas, 14: 343-355.
- Ramos, P. Ramos, J.M. y Jones, O.T., 1989a. The influence of asynchrony between olive moth (*Prays oleae* Bern.) adult emergence and olive fruit phenology in determining subsequent fruit infestation. Technical Communications of ISHS, 286, 391-394.
- Ramos, P. Campos, M. y Ramos, J.M., Jones, O.T., 1989b. Nine years of studies on the relationship between captures of male olive moths, *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera: Hyponomeutidae) in sex pheromone baited traps and fruit infestation by the subsequent larval generation (1979-1987) Tropical Pest Management, 35(2): 201-204.
- Ramos, P., Jones, O.T., Howse, P.E. 1985. The present status of the olive fruit fly (*Dacus oleae* Gmel.) in Granada, Spain, and techniques for monitoring its populations. Proc. CEC/ FAO/IOC Intern. Symp., Athens, Nov. 1982: 38-40.
- Ramos, P. y Panis, A. 1975. ?????? Entomophaga, 20: 225-227.
- Ramos, P. y Ramos, J.M., 1989. Preliminary results on the action of a plant growth regulator (Ethrel) in reducing the attack of *Prays oleae* Bern. on olive fruits. Experientia 45: 773-774.
- Ramos, P. y Ramos, J.M., 1990. Veinte años de observaciones sobre la depredación oófaga en *Prays oleae* Bern. Granada (España), 1970-1989.
- Retana, J., Bosch, J., Alsina, A., Cerdà, X. 1987. Foraging ecology of the nectarivorous ant *Camponotus foreli* (Hymenoptera, Formicidae) in a savanna-like grassland. Misc. Zool., 11: 187-193.
- Retana, J., Cerdá, X., Bosch, J., y Alsina, A. 1990. Comparación de varios métodos de estudio de ritmos de actividad recolectora en hormigas (Hymenoptera: Formicidae). Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 58 (Sec. Zool., 8): 65-70.
- Retana, J., Cerdá, X., y Espalder, X. 1991. Arthropod corpses in a temperate grassland: a limited supply? Holarctic Ecology, 14: 63-67.

- Retana, J., Cerdá, X., y Espalder, X. 1992. Coexistence of two sympatric ant species, *Pheidole pallidula* and *Tetramorium semilaeve* (Hymenoptera: Formicidae). *Entom. Gener.* 17(1): 29-40.
- Riechert, S.E. 1992. Spiders as representative 'Sit-and-wait' predators. Ch. 13, p.: 313-328. In 'Natural Enemies. The population biology of predators, parasites and diseases. Ed. M.J. Crawley. Blackwell Scientific Publ., Oxford.
- Rodbard, D., Feldman, Y., Jaffe, M.L., y Miles, L.E.M. 1978. ??????? Immunochimistry 15: 77-82.
- Rodriguez de la Rubia, R y Manzanque, E. 1996. Poda del olivar. p.91-106. En 'Olivicultura y Elaiotecnia' Eds. A.Porrás, J. Cabrera de la Colina, M.L. Soriano. CAMPOBELL, S.L., Murcia.
- Rosengren, R., Vepsäläinen, K. y Wuorenrinne, H. 1979. Distribution, nest densities, and ecological significance of wood ants (The *Formica rufa* group) in Finland. 'Formica rufa' y 'Insect Vertebrate predators' OILB Workgroup (Varenna, Italia, 1978) Bull. SROP, 1979, II-3: 181-213.
- Russo, G. 1938. VI. Contributo alla conoscenza dei coleotteri scolitidi. Fleotribo: *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) Fauv. II. Biografia, simbionti, danni e lotta. Boll. Lab. Entomol. Agric. Portic. 2: 3-420.
- Rutter, A.J., Sanchez, J. y Harwood, J.L. 1994. The effects of pesticides on lipid synthesis in olive fruits and tissue cultures. *Biochem. Soc. trans.* 22: 259.
- Ryal, R.G., Story, C.J., y Turner, D.R. 1982. Reappraisal of the causes of the 'Hook Effect' in two-site immunoradiometric assays. *Anal. Biochem.* 127: 308-315.
- Saavedra, M. 1994. Diversidad de flora en olivar y manejo de herbicidas. *Phytoma.* 63: 74-79.
- Sacchetti, P. 1990. Osservazioni sull'attività e sulla bioetologia degli entomofagi di *Prays oleae* (Bern.) in Toscana. I.I predatori. *Redia* 73(1): 243-259.
- Sánchez-Raya, A.J. 1983. Physiological parameters of growth and ripening in olive fruit (*Olea europea* L.). *Fruit Sci. Pep.*, 10 (4): 145-160.
- Santas, L.A. 1987. The predators'complex of pear-feeding psyllids in unsprayed wild pear trees in Greece. *Entomophaga.* 32(3): 291-297.
- Sato H. y Higashi, S. 1987. Bionomics of *Phyllonorycter* (Lepidoptera, Gracillaridae) on *Quercus*. II. Effects of ants. *Ecol. Res.* 2: 53-80.

- Scheller, H.V. 1984. Pitfall trapping as the basis for studying ground beetle (Carabidae) predation in spring barley. *Tidsskrift voor Plantearl.* 88: 317-324.
- Schoof, D.D., Palchick, S. Tempelis, C.H. 1986. Evaluation of predator-prey relationships using an enzyme immunoassay. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 91-95.
- Scutareanu, P. Drukker, B., Sabelis, M.W. 1994. Local population dynamics of pear psyllids and their anthocorid predators. *Bull. OILB/ SROP.* 17(2): 18-22.
- Sean Clark, M., Luna, J.M., Stone, N.D., Youngman, R.R., 1993. Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn. *J. Entomol. Sci.* 28(4): 404-416.
- Sean Clark, M., Luna, J.M., Stone, N.D., Youngman, R.R., 1993. Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn. *J. Entomol. Sci.* 28(4): 404-416.
- Seastedt, T.R., Mameli, L., y Gridley, K. 1981. Arthropod use of invertebrate carrion. *Am. Mid. Nat.* 105: 124-129.
- Séméria, Y. 1984. Savannah: Mediterranean Climates. In 'Biology of Chrysopidae' Eds. M. Canard, Y. Séméria, y T.R. New. Dr. W. Junk Publ., The Hague. 294pp.
- Sengonca, C. y Liu, B. 1994. Responses of the different instar predator, *Coccinella septumpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), to the kairomones produced by the prey and non-prey insects as well as the predator itself. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz.* 101(2): 173-177.
- Serrano, J.M., Acosta, F.J. y Alvarez, M. 1987. Estructura de las comunidades de hormigas en eriales mediterráneos según criterios funcionales. *Graellsia*, 43: 211-223.
- Service, M.W., Voller, A., Bidwell, D.E. 1986. The enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test for the identification of blood-meals of haematophagous insects. *Bull. Ent. Res.* 76: 321-330.
- Signorella, A.P. y Hymer, W.C. 1984. An enzyme-linked immunosorbent assay for rat prolactin. *Anal. Biochem.* 136: 372-381.
- Sigsgaard, L. 1996. Serological analysis of predators of *Helicoverpa armigera* Hillmer (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in sorghum-pigeonpea intercropping at ICRASAT, India: a preliminary field study. En 'The Ecology of Agricultural Pests'. Ed. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London. p.367-381.

- Skinner, G.J. 1980. The feeding habits of the wood-ant, *Formica rufa* (Hymenoptera: Formicidae), in limestone woodland in north-west England. *J. Anim. Ecol.* 49: 417-433.
- Skinner, G.J. y Whittaker, J.B. 1981. An experimental investigation of inter-relationships between the wood-ant (*Formica rufa*) and some tree-canopy herbivores. *J. Anim. Ecol.* 50: 313-326.
- Solomon, M.G., Murray, R.A., Van Der Geest, L.P.S. 1985. Analysis of prey by means of electrophoresis. In 'Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control'. 1B, pp.171-173. Eds. W. Helle y M.B. Sabelis. Elsevier Science Publ. B.V., Amsterdam.
- Sopp, P.I. y Sunderland, K.D. 1989. Some factors affecting the detection period of aphid remains in predators using ELISA. *Ent. Exp. Appl.* 51: 11-20.
- Sopp, P.I. y Sunderland, K.D., Fenlon, J.S. y Wratten, S.D. 1992. An improved quantitative method for estimating invertebrate predation in the field using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *J. Appl. Ecol.* 29: 295-302.
- Southwood, T.R.E. 1978. The components of diversity. *Diversity of Insect Faunas* (Ed. por L.A. Mound & N. Waloff), pp. 19-40. *Symposia of the Royal Entomological Society of London.* No.9.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods- With particular reference to the study of insect populations* Chapman and Hall, New York. Second Edition 524pp.
- Speight, M.R. y Wainhouse, D. 1989. *Ecology and Management of Forest Insects.* Oxford University Press, Oxford. 374pp.
- Stavraki, H.G. 1985. Use of *Trichogramma* spp. against the carpophagous generation of *Prays oleae* (Bern.) in Greece. *Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984:* 242-246.
- Steward, M. y Male, D.K. 1993. Pruebas inmunológicas 1993 p.25.1-25.16 en 'Inmunolog'a' Ed. Roitt, I., Brostoff, J. Male, D. 3^a edici—n. Masson, S.A., Barcelona.
- Stuart, M.K. y Greenstone, M.H. 1990. Beyond ELISA: A rapid, sensitive, specific immunodot assay for identification of predator stomach contents. *Ann. Entom. Soc. Amer.* 83(6): 1101-1107.
- Sunderland, K.D. 1975. The diet of some predatory arthropods in cereal crops. *J. Appl. Ecol.* 12: 507-515.
- Sunderland, K.D. 1988. Quantitive methods for detecting invertebrate predation occuring in the field. *Ann. Appl. Biol.* 112: 201-224.

- Sunderland, K.D. 1996. Progress in quantifying predation using antibody techniques. ????????En 'The Ecology of Agricultural Pests'. Ed. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London.
- Sunderland, K.D., Crook, N.E., Stacey, D.L., y Fuller, B.J. 1987. A study of feeding by polyphagous predators on cereal aphids using ELISA and gut dissection. *J. Appl. Ecol.* 24: 907-933.
- Sunderland, K.D. y Sutton, S.L. 1980. A serological study of arthropod predation on woodlice in a dune grassland ecosystem. *J. Anim. Ecol.* 49: 987-1004.
- Sutula, C.L., Gillett, J.M., Morrissey, S.M., Ramsdell, D.C. 1986. Interpreting ELISA data and establishing the positive-negative threshold. *Plant Disease.* 70(8): 722-726.
- Symondson, W.O.C., Glen, D.M., Wiltshire, C.W., Langdon, C.J. y Liddell, J.E. 1996. Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus madidus* (Coleoptera: carabidae) upon slugs (Gastropoda: pulmonata) in an arable field. *J. appl. Ecol.* 33(4): 741-753.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1993a. The detection of predator-mollusc interactions using advanced antibody techniques. A.N.P.P. Third Intern. Conf. of Pests in Agr. Montpellier, 7-9 Dec. 1993: 417-424.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1993b. A monoclonal antibody for the detection of arionid slug remains in carabid predators. *Biol. Control* 3: 207-214.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1993c. The development and characterization of an anti-haemolymph antiserum for the detection of mollusc remains within carabid beetles. *Biocontrol Science and Technology.* 3: 261-275.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1993d. Differential antigen decay rates during digestion of molluscan prey by carabid predators. *Ent. Exp. Appl.* 69: 277-287.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1993e. The detection of predation by *Abax parallepipedus* and *Pterostichus madidus* (Coleoptera: carabidae) on Mollusca using a quantitative ELISA. *Bull. ent. Res.* 83: 641-647.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1995. Decay rates for slug antigens within the carabid predator *Pterostichus melanarius* monitored with a monoclonal antibody. *Ent. Exp. Appl.* 75: 245-250.
- Symondson, W.O.C. y Liddell, J.E. 1996. Polyclonal, monoclonal and engineered antibodies to investigate the role of predation in slug

- population dynamics. In 'The Ecology of Agricultural Pests'. Ed. W.O.C. Symondson y J.E.Liddell. Chapman & Hall, London.
- Symondson, W.O.C., Mendis, V.M. y Liddell, J.E. 1995. Monoclonal antibodies for the identification of slugs and their eggs. Bull. OEPP/ EPPO Bulletin 25: 377-382.
- Stavraki, H.G. 1985. Use of *Trichogramma* spp. against the carpophagous generation of *Prays oleae* (Bern.) in Greece. Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984: 242-246.
- Tavella, L., Arzone, A., Alma, A. 1991. Researches on *Orius laevigatus* (Fieb.), a predator of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) in greenhouses. A preliminary note. Bull. SROP. 14(5): 65-72.
- Terol, A. 1992. El aceite de oliva en Andalucía: su significación en la oleicultura española y mundial. Olivae 44: 13-21.
- Thaler, K., Zapparoli, M. 1993. Epigeic spiders in an olive-grove in central Italy (Aranae). Redia. 56(2): 307-316.
- Tijssen, P. 1985. Practise and theory of enzyme immunoassays, laboratory techniques in biochemistry and molecular biology. 15, Elsevier, Oxford.
- Titova, E.V. 1970. Use of the precipitin test in a study of inter-relationships between *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) and predatory arthropods. Entom. Rev. 49: 155-162.
- Topping, C.J. y 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. J. Appl. Ecol. 29: 485-491.
- Trapman, M. y Blommers, L. 1992. An attempt to pear sucker management in the Netherlands. J. Appl. Entom. 114(1): 38-51.
- Turnbull, A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). ??????????????????305-347
- Turner, M. y Owen, M. 1993. Moléculas que reconocen el antígeno p.4.1-4.19 en 'Inmunología' Ed. Roitt, I., Brostoff, J. Male, D. 3ª edición. Masson, S.A., Barcelona.
- Van Den Berg, M.A., Dippenaar-Shoeman, A.S., Deacon, V.E. y Anderson, S.H. 1992. Interactions between citrus psylla, *Trioza erytreae* (Hem. Triozidae), and spiders in an unsprayed citrus orchard in the transvaal lowveld. Entomophaga. 37(4): 599-608.
- Varley, S. Jervis, M.A., Kidd, N.A.C., Campos, M., McEwen, P.K. 1993. Effects of *Bacillus thuringiensis* on parasitoids of the olive moth, *Prays oleae* Bern. (Lep., Yponomeutidae). J. Appl. Ent. 116: 267-272.

- Viggiani, G. 1981a. Recenti acquisizioni sulla lotta integrata nell'oliveto. *Inf. tore. fitopatol.* 1-2: 37-43.
- Viggiani, G. 1981b. La lotta integrata nell'oliveto. ???????????3-13.
- Viggiani, G. 1989. La difesa integrata dell'olivo: attualità e prospettive. *Informatore Fitopatologico* 2: 23-32.
- Villagrán, M., y Ocete, M.E. 1990. Datos preliminares sobre la distribución de nidos de *Crematogaster scutellaris* Oliv., 1789 (Hym: Formicidae) en alcornoques en Andalucía Occidental. Relación con el perímetro del tronco. *Bol. San. Veg. plagas*, 16: 151-157.
- Villagrán, M., Soria, F.J., Ocete, M.E. 1992. Estudio de la composición de la dieta alimentaria de *Crematogaster scutellaris* Oliv. (Hymenoptera, Formicidae) en alcornoques del sw espa-ol. *Bolm. Soc. port. Ent.* 1(3): 271-278.
- Villeveille, M. y Millot, P. 1991. Lutte biologique contre *Frankliniella occidentalis* avec *Orius laevigatus* sur frasier. *Bull. SROP.* 14(5): 57-64.
- Waage, J.K. 1990. Ecological theory and the selection of biological control agents. In 'Critical Issues In Biological Control' Eds. M. MacKauer, L.E. Ehler, J. Roland. Intercept, Andover. 330pp.
- Ward, P.S. 1987. Distribution of the introduced argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia*, 55(2): 1-16.
- Warrington, S. y Whittaker, J.B. 1985. An experimental field study of different levels of insect herbivory induced by *Formica rufa* predation on sycamore (*Acer psuedoplatanus*). I. Lepidoptera larvae. *J. Appl. Ecol.* 22: 775-785.
- Washino, R.K. y Tempelis, C.H. 1983. Mosquito host bloodmeal identification: Methodology and data analysis. *Ann. Rev. Ent.* 28: 179-201.
- Way, M.J. 1969. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Ann. Rev. Entom.*, 8: 307-344.
- Way, M.J., Cammell, M.E., Paiva, M.R. 1992. Studies on egg predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) especially on the eucalyptus borer *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: cerambycidae) in Portugal. *Bull. Ent. Res.* 82: 425-432.
- Way, M.J. y Khoo, K.C. 1992. Role of ants in pests management. *Ann. Rev. Entom.*, 37, 479-503.

- Weitz, B. 1952. The antigenicity of sera of man animals in relation to the preparation of species precipitating antisera. *J. Hygiene.* 50(3): 275-294.
- Weseloh, R.M. 1988. Effects of microhabitat, time of day, and weather on predation of gypsy moth larvae. *Oecologia.* 77: 250-254.
- Weseloh, R.M. 1989. Similation of predation by ants based on direct observations of attacks on gypsy moth larvae. *Can. Ent.* 121: 1069-1076.
- Weseloh, R.M. 1993. Manipulation of forest ant (Hymenoptera: Formicidae) abundance and resulting impact on gypsy moth (Lepidoptera: Lymantridae) populations. *Environ. Entom.* 22(3): 587-594.
- Whittaker, J.B. y Warrington, S. 1985. An experimental field study of different levels of insect herbivory induced by *Formica rufa* predation on sycamore (*Acer psuedoplatanus*). III. Effects on tree growth. *J. Appl. Ecol.* 22: 797-811.
- Wilson, L.F. 1962. A portable device for mass-collecting or sampling foliage inhabiting arthropods. *J. Econ. Entom.* 55: 807-8.
- Woodman, R.L. y Price, P.W. 1992. Differential larval predation by ants can influence willow sawfly community structure. *Ecology.* 73(3): 1028- 1037.
- Wratten, S.D. 1987. The effectiveness of native natural enemies. In 'Integrated Pest Management' Eds. A.J. Burn, T.H. Coaker, P.C. Jepson. pp. 89-112. Academic Press.
- Wratten, S.D., Bryan, K. Coombes, D. Sopp, P.I. 1984. Evaluation of polyphagous predators of aphids in arable crops. *BCPC.* 271-276.
- Wratten, S.D. y Fry, G.L.A. 1980 *Field and laboratory exercises in ecology.* Edward Arnold Publ. 227pp.
- Yamvrias, C., Broumas, T., Anagnou, M. 1986. Utilisation des entomopathogènes, des molécules d'origine biologique et des inhibiteurs de croissance contre les ravageurs de l'olivier. *EPPO Bull.* 16(2): 383-388.
- Yamvrias, C., Broumas, T., Liarpoulos, C., Anagnou, M. 1986. Lutte controle la teigne de l'olivier avec une préparation biologique. *Annales de L'Institut Phytopathologique.* 15(1): 1-10.
- Zurita, D. 1985. The strategy of integrated pest control in Spanish olive-groves I. Action by the Spanish Agricultural Administration in connection with integrated pest control. *Proc. CEC/ FAO/ IOBC Intern. Joint Meeting, Pisa, Apr. 1984:* 466-469.

APENDICE A

Tabla de especies silvestres recolectados en ambas zonas (Ruiz, J. com. pers.)

<i>Parque de Invierno</i>	<i>Arenales</i>
<i>Aegilops geniculata Roth.</i>	<i>Asparagus acutifolius L.</i>
<i>Anacyclus clavatus (Desf) Per.</i>	<i>Centaurea aspera L.</i>
<i>Andryala integrifolia L.</i>	<i>Convolvulus arvensis L.</i>
<i>Avena sativa L.</i>	<i>C. althaeoides L.</i>
<i>Carduus bourgeanus Boiss. et Reut.</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Chichorium intybus L.</i>	<i>Cynoglossum cheriifolium L.</i>
<i>Convolvulus althaeoides L.</i>	<i>Daphne gnidium L.</i>
<i>Diplotaxis sp.</i>	<i>Diplotaxis sp.</i>
<i>Doricnium pentaphyllum Scop.</i>	<i>Diplotaxis siifolia G. Kunze.</i>
<i>Erodium sp.</i>	<i>D. muralis (L.) DC.</i>
<i>Hippocrepis scabra D.C.</i>	<i>Euphorbia characias L.</i>
<i>Hirschfeldia incana (L.) Lagr-Fossat.</i>	<i>Hypericum perforatum L.</i>
<i>Hypericum perforatum L.</i>	<i>Iris sp.</i>
<i>Malva sylvestris L.</i>	<i>Lolium rigidum Guadin.</i>
<i>Muscari comosum L. (Miller).</i>	<i>Ornitogalum narbonense L.</i>
<i>Ornitogalum narbonense L.</i>	<i>Reseda lutea L.</i>
<i>Pallenis spinosa (L.) Cass.</i>	<i>Retama sphaerocarpa (L.) Heyw.</i>
<i>Phagnalon rupestre (L.)</i>	<i>Rosa sp.</i>
<i>Psolarea bituminosa L.</i>	<i>Rubia peregina L.</i>
<i>Reseda lutea L.</i>	<i>Rubus ulmifolius Schoot.</i>
<i>Retama sphaerocarpa (L.) Heyw.</i>	<i>Sorghum halepense (L.) Pers.</i>
<i>Sonchus sp.</i>	<i>Stachelina dubia L.</i>
<i>Tragopogon crocifolius L.</i>	

APENDICE B

Tabla de las especies capturadas

B.1 ARAÑAS

Grupos en negrita son grupos que buscan su presas. Lo demás se hace telarañas:

Salticidae = 6

Thomisidae = 10

Tetragnathidae = 2
Zodaridae = 2
Phildromidae = 1
Oxyopidae = 5
Clubionidae = 5
Lycosidae = 1
Gnaphosidae = 3
Linyphiidae = 6
Theridae = 6
Nesticidae = 2
Araneidae = 4
Theridae = 7

B.2 HETEROPTEROS identificados por la Dres. D. M. Baena, D. F. Ferragut,
Dña. M. Goula.

Deraeocoris punctum
Phytocoris sp. : Mirid nymph
Orthops cervinus
Phytocoris viberti
Brachynotocoris ferreri n.sp.
Anthocoris nemoralis (F.)
Pyrrhocoris apterus (Linné): *Omnivore*
Orius cf. laticollis (Reuter)
Orius laevigatus (Feiber)
Phytocoris sp.
Nezara viridula (Linné)

B.3 ESCARABAJOS

Malachidos identificados por los Dres. D. W. Wittmer, D. V. Sivilha.

Hybebaeus flavipes F.
Ebaeus glabricollis Mulsant et Rey
Flabellomalachius hispanus (Perris)
Troglops capitatus Erichson

Carabidos identificados por los Dr. D. J. Mateu.

Ditomus capito s.sp. haagi (Heyden)
Calathus ambiguus s.sp. chevrolati Gauthier
Metadromius myrmidon (Fairmaire)
Trechus quadristriatus (Schrank)
Paradromius linearis (Ol.)
Licinus punctatulus (Fabr.)
Dromius meridionalis Dejean
Syntomus fuscomaculatus (Motschulsky)
Lyonichus quadrillum (Duftschmid)
Mesolestes scapularis (Dejean)
Lebia trimaculata (Villers)

Antícido identificado por Dr. F. Ferragut.

Anthicidae gen. sp.

Cantharídos identificados por los Dres. D. W. Wittmer, D. V. Svilha.

Malthinus sp.n.

Malthinus sp.

Malthodes sp.

Estáfilinídos identificados por los Dr. D. R. Onterele.

Lepidophallus hespericus (Er.)

Aleochara (Heterochara) olivieni Fauv.

Oxypoda (Bessoprea) ferruginea (Er.)

Coccinellídos identificados por Dr. F. Ferragut.

Scymnus suturalis Thunberg

Hyperaspini

Coccidulini

Plarynaspis luteorubra Goeze

Chilocorini

Adalia decempunctata Linné

Coccinella septempunctata L.

B.4 Formicídos identificados por Dr. D. A. Tinault.

Aphenogaster gibbosa Latr.

A. senilis Mayr.

Camponotus cruentatus Latr.

C. sylvaticus Ol.

C. piceus (Leach)

C. lateralis Ol.

C. foreli Em.

C. micans Nyl.

Cataglyphis rosenhauri Em.

Colobopsis truncata (Spin.)

Cremastogaster scutellaris Ol.

C. auberti Em.

Formica subrufa Roger

Iridiomymex humilis Mayr. (ahora *Linepithema humile* (Mayr))

Lasius niger (L.)

L. alienus (Foerst)

Leptothorax krausse

Messor barbarus L.

Pheidole pallidula Nyl.

Plagiolepis pygmaea (Latr.)

Tapinoma nigerrimum Nyl.

Tetramorium caespitum L.

T. semilaevis André

B.5 DICTIOPTEROS identificados por Dr. D. F. Ferragut.

Empusa pennata (Thunberg)

Iris oratoria

Mantis religiosa Linné

Fam.: Amelinae

B.6 NEUROPTEROS identificados por Dra. Dña. L. M. Díaz Aranda.

Chrysoperla carnea Stephens

Chrysopa formosa Brauer

C. viridana Schneider

Cunctochrysa baetica Hölzel

Mallada flavifrons Brauer

M.genei Rambur
M.prasinus Burmeister
M. picteti McLachlan

Rexa lordina Navás
Symherobius pygmeus
Neuroleon nemausiensis
Harraphidia laufferi
Ohmella baetica

B. 7 DERMAPTERO identificado por Dr. D. F. Ferragut.

Forficula auricularia L.

B. 8 DIPTERO identificado por Dr. D. F. Ferragut.

Syrphus sp.

B. 9 TISANOPTERO identificado por Dr. D. ??.

Aeolothrips intermedius