

## Influencia de los sistemas de cultivo empleados en olivar y girasol sobre la composición de la fauna de artrópodos en el suelo

J. CASTRO, P. CAMPOS y M. PASTOR

En el presente trabajo se presentan los datos sobre la influencia de tres sistemas de cultivo en olivar (laboreo convencional, no-laboreo con suelo desnudo y cubierta de cereal con siega química) y en alternativa leguminosas-trigo-girasol (laboreo convencional, laboreo mínimo y siembra directa), sobre la composición de las poblaciones de micro y macroartrópodos. Se ha realizado un muestreo con trampas de superficie y con el método de extracción en seco de Tullgren-Berlesse. Los grupos predominantes de macroartrópodos son los Coleópteros e Himenópteros, mientras que para los microartrópodos son los Colémbolos y Ácaros. Se observa una influencia positiva de la presencia de restos vegetales sobre la abundancia de artrópodos en el suelo, no habiéndose detectado una influencia negativa derivada directamente del empleo de los herbicidas.

J. CASTRO, y M. PASTOR. Dept. Olivicultura. DGIA de la Junta de Andalucía. CIFA "Alameda del Obispo". Aptd. 4240. 14080-Cordoba.

P. CAMPOS. Dept. Suelos y Riegos. DGIA de la Junta de Andalucía. CIFA de Granada. Camino de Purchil, s/n. 18080-Granada.

**Palabras clave:** Microartrópodos, macroartrópodos, laboreo, no-laboreo, cubierta vegetal, olivo, girasol, glifosato, simazina, fluzifop-p-butil, M.C.P.A., forato.

**Abreviaturas:** L = laboreo convencional en olivar y girasol. CC = cubierta vegetal de cereal en olivar. NLD = no-laboreo con suelo desnudo en olivar. LM = laboreo mínimo en girasol. SD = siembra directa en girasol.

### INTRODUCCIÓN

La fauna del suelo está compuesta por un gran número de organismos que permanecen parte o la totalidad de su ciclo de vida en el terreno. La mayoría de estos organismos participan directamente o indirectamente en la descomposición y mineralización de los restos vegetales (HENDRIX *et al.*, 1990).

De los organismos que componen la fauna del suelo hemos estudiado, en el presente trabajo, los artrópodos, concretamente microartrópodos, organismos cuyos tamaños están comprendidos entre las 100 micras y 2

mm de longitud, y macroartrópodos mayores de 2 mm, según la clasificación de HENDRIX *et al.* (1990).

Los distintos sistemas de cultivo afectan a la composición relativa de estas comunidades de artrópodos de tres formas diferentes: ocasionando una perturbación mecánica del terreno, variando el emplazamiento y cantidad de los restos vegetales, y modificando las comunidades de malas hierbas (STINNER y HOUSE, 1990).

Las operaciones mecánicas de laboreo producen una alteración en las comunidades de invertebrados, siendo más intensos

estos efectos cuanto más drásticas sean las operaciones y mayor es su reiteración (EDWARDS, 1977). El efecto del laboreo es más patente en los grupos de colémbolos y ácaros (EDWARDS, 1977; STINNER y HOUSE, 1990), ya que las labores al voltear la tierra mezclan los restos vegetales con el suelo. En los sistemas de no-laboreo o siembra directa en alternativas de cultivos herbáceos, los restos de cosechas anteriores se concentran en superficie generando en el suelo un sistema biológico más complejo, llegándose con el tiempo a producirse una estratificación del terreno, concentrándose gran cantidad de nutrientes y materia orgánica cerca de la superficie, llevándose a cabo la descomposición de los restos vegetales por diversas comunidades de organismos del suelo. En contraste, en los sistemas de laboreo la mineralización y descomposición de la materia orgánica ocurre con menos complejidad en cuanto a sus etapas y número de microorganismos implicados, efectuándose en el suelo a cierta profundidad, siendo el proceso globalmente más rápido que en siembra directa (HOUSE y BRUST, 1987; STINNER y HOUSE, 1990; HENDRIX *et al.*, 1990).

La presencia de una capa de restos vegetales sobre el terreno es muy importante en el mantenimiento de unas condiciones microclimáticas más estables, en cuanto a humedad y temperatura del suelo, fenómenos comprobados por Pastor (1988) en el caso del olivar y GONZÁLEZ *et al.* (1989) en girasol. Estas condiciones microclimáticas más estables proporcionan un hábitat más adecuado para la vida de la fauna del suelo (HOUSE y PARMELEE, 1985; HOUSE *et al.*, 1987; STINNER *et al.*, 1988; WINTER *et al.*, 1990; MARIANO, 1991).

En cuanto al efecto de los herbicidas, éstos alteran tanto la cuantía como la composición química de los restos vegetales afectando igualmente a las condiciones microclimáticas del sistema de cultivo, al reducir, alterar la composición o eliminar las poblaciones de malas hierbas, teniendo esta acción indirecta mayor importancia relativa

sobre las poblaciones de micro y macroartrópodos que la acción directa de los herbicidas sobre los citados organismos (HENDRIX y PARMELEE, 1985; STINNER y HOUSE, 1990).

El objetivo del presente trabajo es estudiar las comunidades de micro y macroartrópodos en distintos sistemas de cultivo para girasol y olivar en condiciones de cultivo de secano en Andalucía.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Sistemas de manejo del suelo empleados en el cultivo del olivar

**Laboreo (L):** de acuerdo con el cultivo convencional de la zona, realizándose una labor de cultivador al final del invierno, con una profundidad de 15 cm y dos nuevas labores a lo largo de la primavera empleando el cultivador y la grada de discos. Una labor muy superficial de rastreo, empleando una grada de púas, completa el ciclo de laboreo.

**No-laboreo con suelo desnudo (NLD):** en este sistema se mantiene el terreno sin laboreo y libre de malas hierbas y restos vegetales mediante la aplicación de herbicidas residuales en otoño. En nuestro caso se ha empleado año tras año *simazina* a la dosis de 3.0 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Cultivo con cubierta vegetal (CC):** se empleó una cubierta vegetal viva, obtenida por la siembra de cebada var. Koru (*Hordeum vulgare* L.) el día 21 de octubre de 1991 a la dosis de 180 kg.ha<sup>-1</sup>, sobre un suelo en el que previamente se había realizado una labor superficial, suficiente como para enterrar la semilla, realizándose el día 11 de noviembre de 1991 una aportación de N (100 kg. ha<sup>-1</sup> de urea), complementaria al abonado que posteriormente recibirá el olivar durante la primavera. Esta cubierta viva crece a lo largo del período otoño-invierno, al final del cual se realiza la siega química de la

misma, antes de que se inicie la competencia con el olivar por el agua y los nutrientes (VAN HUYSSTEEN y VAN ZYL, 1984; CASTRO *et al.*, 1992). La siega química se realizó el día 11 de marzo de 1992 aplicando el herbicida *glifosato* a la dosis de  $0.54 \text{ kg.ha}^{-1}$ , dejando los restos secos del cereal sobre el terreno hasta la próxima siembra otoñal.

### Sistemas de manejo del suelo empleados en el cultivo del girasol

**Laboreo (L):** consistente en una labor de alzado con vertedera en el verano anterior a la siembra, de una profundidad de 30 a 40 cm, después de la quema del rastrojo de cereal. Después de las lluvias otoñales se realizan varios pases de grada de discos y de vibrocultivador cuya función es preparar la cama de siembra, dejando mullida y sin terrones la superficie del terreno, así como eliminar las malas hierbas emergidas antes de la siembra. La siembra se realizó el 12 de marzo de 1992 empleando una sembradora convencional en líneas espaciadas 70 cm empleándose una densidad de siembra de  $84.000 \text{ pl.ha}^{-1}$ . Junto con la semilla se localizó el insecticida *forato* a la dosis de  $0.16 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Posteriormente se realizó una labor de escarda entre las líneas de la plantación, empleando igualmente el vibrocultivador.

**Laboreo mínimo (LM):** la preparación de la cama de siembra y la eliminación de malas hierbas de germinación otoño-invierno se realizó mediante la aplicación de la mezcla herbicida *glifosato+M.C.P.A.* a la dosis  $0.12+0.20 \text{ kg.ha}^{-1}$  el día 25 de febrero de 1992, y un posterior pase de grada de discos y otro de vibrocultivador, directamente sobre el rastrojo del cultivo anterior y antes de la siembra. La densidad, modalidad de siembra y el tratamiento de desinfección, fueron idénticas a las empleadas en el laboreo convencional. En primavera se realizó una labor superficial entre líneas para elimi-

nar las malas hierbas emergidas durante esta estación.

**Siembra directa (SD):** en este sistema, las labores de preparación y escarda fueron sustituidas por tratamientos de herbicidas, realizándose la siembra directamente el 12 de marzo de 1992 sobre el rastrojo de trigo, cultivo anterior, empleándose una sembradora de siembra directa, utilizando una densidad de siembra de  $86.000 \text{ pl.ha}^{-1}$  y separación entre hileras de 55 cm, realizándose igualmente la desinfección de suelo conforme a lo indicado anteriormente. Los tratamientos herbicidas consistieron en la aplicación de la mezcla *glifosato+M.C.P.A.* a las dosis de  $0.12+0.2 \text{ kg.ha}^{-1}$  el día 25 de febrero de 1992, antes de la siembra, realizándose una segunda aplicación en postemergencia del girasol (10 abril de 1992), empleándose *fluazifop-p-butil* a la dosis de  $0.16 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Advertiremos que el programa de escarda química aplicado se mostró poco eficaz, produciéndose infestaciones de malas hierbas a mitad del ciclo vegetativo del cultivo.

### Descripción de los ensayos de olivar

Las observaciones se realizaron en dos ensayos de sistemas de cultivo en olivar, localizados en las fincas: *La Mina*, t. m. de Cabra (Córdoba) y *Casillas* t. m. de Córdoba.

En la finca La Mina el olivar es de secano del cv. Picual, plantado en 1985 con una densidad de plantación de 200 olivos por hectárea. El suelo corresponde al grupo *typic Xerorthent* (PASTOR, 1988), y la pluviometría media de la zona es de 700 mm. El clima según la clasificación de Papadakis (tomado de ELÍAS y RUIZ, 1977) corresponde a un régimen térmico *subtropical cálido* y el régimen de humedad al tipo *mediterráneo húmedo*. El diseño experimental incluye tres sistemas de cultivo (L, NLD y CC), con cinco repeticiones distribuidas en bloques al azar. Las parcelas elementales son de 14 x 21 m. El ensayo comenzó en 1989.

En la finca Casillas, el olivar es también de secano, del cv. Picual y con una densidad de plantación de 278 olivos por hectárea. Los árboles fueron plantados en 1976, y el ensayo comenzó en 1983, año en que se aplicaron por primera vez tres sistemas diferentes de manejo de suelo (L, NLD y CC). El diseño experimental es en bloques al azar con 4 repeticiones de cada sistema de cultivo, con parcelas elementales de 12 x 18 m. El suelo es del grupo *typic Xerofluvent* (PASTOR, 1988), la pluviometría media de la zona es de unos 670 mm y el clima según la clasificación de Papadakis (tomado de ELÍAS y RUIZ, 1977) corresponde a un régimen térmico *subtropical cálido* y a un régimen de humedad *mediterráneo húmedo*.

#### Descripción del ensayo de girasol.

Las observaciones se realizaron en un ensayo previo de la Finca Tomejil localizada en Carmona (Sevilla), ensayo de sistemas de laboreo en la rotación de cultivos con la secuencia trigo-girasol-leguminosa. El ensayo tiene un diseño de parcelas al azar con tres tratamientos (L, SD y LM) y cuatro repeticiones. La parcela elemental es de 180 x 15 m, con pasillos de separación de 1,8 m de ancho.

El suelo corresponde al grupo *typic chromoxerent* con un alto contenido en arcillas (GONZÁLEZ *et al.*, 1989) siendo la pluviometría media de la zona de 580 mm correspondiendo el clima según la clasificación de Papadakis (tomado de ELÍAS y RUIZ, 1977) a un régimen térmico del tipo *subtropical semicálido* y régimen de humedad al tipo *mediterráneo húmedo*.

#### Metodología para el muestreo de poblaciones de macroartrópodos:

Los macroartrópodos en razón de su abundancia se agruparon en los siguientes grupos: coleópteros, himenópteros, otros insectos y arácnidos.

Para el muestreo se siguió la metodolo-

gía descrita por HOUSE *et al.* (1987), y por EDWARDS (1991), instalándose 15-16 trampas por tratamiento, a nivel del suelo. Las trampas estaban constituidas por vasos de plástico de 9 cm de diámetro y 6 cm de profundidad que contenían 150 ml de una disolución de *hidrato de cloral* (10 gr.l<sup>-1</sup>), detergente comercial (15 cm<sup>3</sup>.l<sup>-1</sup>) y agua. Las trampas permanecieron abiertas únicamente durante los períodos de captura, que fueron de 24 horas para cada uno de los muestreos. Estas trampas se utilizaron también para recoger microartrópodos de superficie. Los resultados finales se expresan en número medio de individuos por tratamiento.

#### Metodología para el muestreo de las poblaciones de microartrópodos:

Los microartrópodos se agruparon en los siguientes grupos:

Insectos (colémbolos y otros insectos) y ácaros (oribátidos, mesostigmados, astigmados y otros ácaros). Se tomaron muestras de suelo con una sonda de 7 cm de diámetro hasta una profundidad de 15 cm, incluyendo los restos vegetales presentes sobre la superficie, según el sistema de cultivo empleado. Se tomaron un total de 15 muestras por tratamiento (BALS *et al.* 1987). Las muestras resultantes se colocaron en bolsas de plástico y se transportaron en una nevera portátil para su posterior procesamiento en el laboratorio. Para la extracción de los microartrópodos de las muestras de suelo se utilizó el método dinámico de extracción en seco de Tullgren-Berlesse según las indicaciones de PAOLETTI *et al.* (1991) y EDWARDS (1991), recolectándose en vasos de plástico. Los vasos contenían una solución de 500 cm<sup>3</sup> de alcohol al 70%, 100 cm<sup>3</sup> de glicerina, 100 cm<sup>3</sup> de ácido acético y 300 cm<sup>3</sup> de agua destilada. Los microartrópodos permanecieron en los vasos hasta su separación y determinación. Los datos medios obtenidos se han referido a número medio de individuos por m<sup>2</sup>.

Cuadro 1: Calendario de muestreos, para las tres localidades.

LOCALIDADES	MICROARTRÓPODOS		MACROARTRÓPODOS	
	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 1	MUESTREO 2
TOMEJIL	22-05-92	25-06-92	9-05-92	25-06-92
LA MINA	22-05-92	26-06-92	13-05-92	26-06-92
CASILLAS	21-05-92	28-06-92	10-05-92	25-06-92

### Calendario de los muestreos

Para cada campo de ensayo se realizaron dos muestreos en las fechas que se detallan en el Cuadro 1, de acuerdo con la metodología expuesta anteriormente.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico no paramétrico empleando la prueba de rangos de Kruskal-Wallis, aplicándose sobre los datos sin ningún tipo de transformación (STEEL y TORRIE, 1985). Se utilizó el procedimiento NPARWAY del SAS (Cary, North Carolina.)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pluviometría

La pluviometría del año agrícola en las tres localidades (Cuadro 2) fue en 1991-92 muy inferior a las medias anuales, caracterizándose por la baja pluviometría invernal y primaveral, con lluvias intensas en cortos períodos de tiempo, separadas por largos períodos de sequía y por unas anormalmente altas precipitaciones durante el mes de junio.

### OLIVAR

#### Macroartrópodos

En los dos ensayos, el mayor porcentaje relativo de macroartrópodos ha correspondido a himenópteros, coleópteros y arácnidos

(Cuadro 3), destacando por su abundancia los himenópteros en el ensayo de Casillas y coleópteros y arácnidos dentro del ensayo de La Mina. Dentro de ciertos límites los porcentajes se mantienen en valores similares en los dos muestreos efectuados en cada localidad.

#### Casillas

En el primer muestreo (10 de mayo) en CC fue en el que se encontró un mayor número total de individuos, si bien las diferencias no fueron significativas con respecto a los otros sistemas de cultivo. Llama la atención el elevado número de himenópteros (hormigas en su mayoría) con diferencias altamente significativas con respecto a L, tratamiento en el que se observó un menor número de estos insectos.

Entre los coleópteros destacaban por su abundancia los carábidos, insectos depredadores y por esta razón de gran movilidad, lo que puede explicar el mayor índice de capturas en un ambiente como el L en el que existe una menor cantidad de alimentos (CHIVERTON, 1984).

En el segundo muestreo, se produjo una reducción global del número de individuos en los sistemas CC y NLD, siendo igualmente el sistema CC en el que se atraparon mayor número de macroartrópodos. En CC sigue observándose un mayor número de himenópteros, mientras que en L el número de coleópteros fue también significativamente mayor. Llama la atención la reducción del número de arácnidos presentes en L, probablemente debida a las labores reali-

**Cuadro 2: Pluviometrías mensuales registradas en las localidades de ensayo, Tomejil (Carmona), Casillas (Córdoba) y la Mina (Cabra), para el período de octubre 1991 a septiembre 1992**

	CASILLAS	LA MINA	TOMEJIL
OCTUBRE	100.8	69.6	87.5
NOVIEMBRE	35.4	35.4	0
DICIEMBRE	30.6	30.6	45.5
ENERO	3.6	2	15
FEBRERO	69.4	61.7	52
MARZO	26.2	34	20
ABRIL	89.4	57.1	80
MAYO	26.4	22.5	195
JUNIO	138.2	84	78
JULIO	0	7	0
AGOSTO	2	7	0
SEPTIEMBRE	18	16.3	28
TOTAL	540	427.2	412

**Cuadro 3: Macroartrópodos observados en los muestreos efectuados en olivar (finca Casillas), en los sistemas de cultivo de CC, L y NLD. Cada uno de los valores representa la media de individuos para un total de 16 observaciones por sistema de cultivo.**

		COLEÓPTEROS	HIMENÓPTEROS	OTROS INSECTOS	ARÁCNIDOS	TOTAL
Muestreo	CC	2.6	97.1	2.9	2	104.8
10-05-92	L	9.13	26.3	3.6	2.8	42.5
	NLD	2.4	71.1	3.9	1.1	78.8
	Signif.	*	***	NS	***	NS
Muestreo	CC	3.2	68.4	3	2.7	77.4
25-06-92	L	11.3	27.7	3.1	0.8	42.9
	NLD	5	36.3	2.3	1.8	45.5
	Signif.	***	NS	NS	***	NS

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10, 0.05$  y  $0.001$ , respectivamente.

**Cuadro 4: Macroartrópodos observados en los muestreos efectuados en olivar (finca La Mina), en los sistemas de cultivo CC, L y NLD. Cada uno de los valores representa la media de individuos para un total de 15 observaciones por sistema de cultivo.**

		COLEÓPTEROS	HIMENÓPTEROS	OTROS INSECTOS	ARÁCNIDOS	TOTAL
Muestreo 13-05-92	CC	12.9	4.5	10.5	3.3	31.2
	L	9.9	3	8.7	7.8	29.5
	NLD	4.7	5.7	19.4	4.7	33.9
	Signif.	***	*	***	**	NS
Muestreo 26-06-92	CC	1.1	2.6	6.6	2.4	12.8
	L	5	1.4	7.1	3	16.7
	NLD	4.4	3.4	6	1.6	15.4
	Signif.	NS	NS	NS	NS	NS

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10, 0.05$  y  $0.001$ , respectivamente.

zadas tras las lluvias, que parecieron no afectar a los otros grupos de macroartrópodos (coleópteros, himenópteros y otros insectos).

#### *La Mina*

En este ensayo los sistemas de cultivo parecen no haber afectado globalmente a la población total de macroartrópodos presentes, no observándose diferencias importantes en el número total de individuos capturados en las dos fechas de muestreo (Cuadro 4).

Llama la atención el menor número de individuos presentes con respecto al ensayo de Casillas, sobre todo en lo referente al sistema CC, correspondiendo la reducción más drástica al grupo de los himenópteros.

En el primer muestreo hay que destacar el mayor número de coleópteros capturados en el sistema CC (diferencias significativas con respecto al NLD), así como el mayor número de dípteros (incluidos en otros Insectos) en el sistema NLD (diferencias significativas). El número de arácnidos fue superior en el sistema L, con diferencias significativas con respecto a los otros dos sistemas de cultivo.

En el segundo muestreo, se produjo una brusca reducción de las poblaciones de macroartrópodos en todos los sistemas de cultivo (Cuadro 4), sobresaliendo la reducción del número de coleópteros en el sistema CC, población que también fue reducida en L, permaneciendo muy poco afectada NLD. Grupos de artrópodos tales como himenópteros, arácnidos y otros insectos fueron poco afectados en esta fecha por los diferentes sistemas de cultivo.

#### **Microartrópodos**

##### **Microartrópodos capturados en trampas de superficie**

Estos individuos fueron capturados en las trampas de superficie empleadas para los muestreos de macroartrópodos estando representados fundamentalmente por el orden de los colémbolos. En el muestreo realizado en el mes de mayo, con suelo con bajos contenidos de humedad, no se efectuaron capturas de estos insectos en ninguno de los sistemas de cultivo en ambos ensayos. En el segundo muestreo del mes de junio (Cuadro 5) las capturas de colémbolos fue-

**Cuadro 5: Número medio de colémbolos por cada sistema de cultivo, capturados en las trampas de macroartrópodos en los ensayos de olivar de Casillas y La Mina para los tratamientos L, CC y NLD, y en los ensayos de girasol de Tomejil, para los tratamientos L, LM y SD**

OLIVAR	CASILLAS (25-06-92)	LA MINA (26-06-92)	GIRASOL	TOMEJIL (25-06-92)
CC	238.7	237.6	L	16.8
L	245.6	207.8	LM	42.5
NLD	443	204.5	SD	45.3
Signif.	**	NS	Signif.	***

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo;

\*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10, 0.05$  y  $0.001$ , respectivamente.

ron bastante abundantes debido posiblemente a la capacidad de migración de estos insectos a la superficie del suelo tras las lluvias ocurridas, que saturaron de agua el perfil del suelo (MARIANO, 1991). En la mencionada Cuadro 5 se muestra el número medio de individuos encontrados en cada uno de los sistemas de cultivo, observándose en el ensayo de Casillas en NLD un número significativamente mayor de individuos que en L y CC. Sin embargo, en La Mina el número de individuos no se vio afectado significativamente por el sistema de cultivo empleado.

### Microartrópodos en suelo

Destacan, por su abundancia los ácaros en todos los ensayos y fechas de observación, adquiriendo los insectos una menor importancia relativa (Cuadro 6).

El número total de individuos presentes por unidad de superficie de suelo está muy influenciado por el sistema de cultivo empleado, siendo destacable la gran abundancia en el suelo con CC, significativamente mayor que en L y NLD, sistema este último, en el que se observó un menor número de individuos, excepto en el muestreo de mayo en Casillas debido probablemente a la gran compactación producida en la capa superficial del suelo (PASTOR, 1988; RUTHERFORD y JUMA, 1989; WINTER *et al.*, 1990), al no ser alterada por las labores, y no

a la acumulación de residuos de *simazina*, ya que estudios realizados paralelamente en el ensayo de Casillas, muestran claramente la rápida degradación microbiana del herbicida y la ausencia de restos en el suelo (SAAVEDRA *et al.*, 1992)

En el conjunto de los insectos (Cuadros 6 y 7) hay que destacar los colémbolos mucho más abundantes en ambos ensayos y fechas de muestreo que los demás órdenes, siendo más abundantes las poblaciones en el caso de Casillas que en La Mina, y en el muestreo del mes de junio una mayor densidad de población que en el de mayo. Los sistemas de cultivo también afectaron igualmente a las poblaciones de colémbolos, siendo estas significativamente más abundantes en los sistemas con CC, no encontrándose diferencias significativas entre L y NLD, tendencia similar fue observada para el conjunto de los restantes órdenes de insectos. Rutherford y Juma, (1989), observaron una correlación positiva entre el contenido de agua del suelo y el número de colémbolos presentes. En el ensayo de Casillas el contenido de agua en el suelo en las parcelas con CC fue significativamente superior que en L y NLD a lo largo de la primavera (Castro, 1994), lo que puede explicar la mayor abundancia de este orden de insectos en el sistema con cubierta vegetal.

La población total de ácaros de suelo fue similar en ambos ensayos (Cuadro 6 y 7), observándose una gran influencia de los sis-

Cuadro 6: Microartrópodos observados en los muestreos efectuados en olivar (finca Casillas), en los sistemas de cultivo de CC, L y NLD. Cada uno de lo valores representa la media de individuos por metro cuadrado para un total de 16 observaciones por sistema de cultivo.

	OTROS						TOTAL
	COLÉMBOLOS	INSECTOS	ORIBÁTIDOS	MESOSTIGMADOS	ASTIGMADOS	ÁCAROS	
Muestreo	CC	142.1	5501	125.1	4.1	791.7	7365
21-05-92	L	27.8	130	27.8	18.6	129.9	348
	NLD	53.1	289.4	17.7	5.9	242.1	620.1
	Signif.	***	***	NS	NS	***	***
Muestreo	CC	1449	2931	479.1	12.2	796	5956
28-06-92	L	134.3	887.8	95.3	719	385.4	2248
	NLD	80	314.8	15	55	250	795
	Signif.	***	***	***	**	NS	***

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10$ , 0.05 y 0.001, respectivamente.

Cuadro 7: Microartrópodos observados en los muestreos efectuados en olivar (finca La Mina), en los sistemas de cultivo de CC, L y NLD. Cada uno de lo valores representa la media de individuos por metro cuadrado para un total de 15 observaciones por sistema de cultivo.

	OTROS						TOTAL
	COLÉMBOLOS	INSECTOS	ORIBÁTIDOS	MESOSTIGMADOS	ASTIGMADOS	ÁCAROS	
Muestreo	CC	108.3	4426	147.2	13	1481	6392
22-05-92	L	69.3	249.5	69.3	281.5	329.1	1069.7
	NLD	17.3	138.6	21.7	8.7	199.2	411.4
	Signif.	NS	***	**	***	***	***
Muestreo	CC	542.9	2199	491.8	27.8	969.8	4854
26-06-92	L	108.3	381.1	78	350.8	220.9	1260
	NLD	23	334.8	55	65	149.9	779.5
	Signif.	***	***	***	NS	***	***

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10$ , 0.05 y 0.001, respectivamente

temas de cultivo y de la fecha de muestreo sobre el tamaño de las poblaciones. El sistema con CC fue en el que se capturó un mayor número de ácaros por unidad de superficie (diferencia significativa). Excepto en el muestreo de mayo en La Mina, la tendencia mostrada es hacia un mayor número de ácaros en L que en NLD.

Entre los órdenes de ácaros, el de los oribátidos le corresponde el mayor número de los individuos capturados (Cuadros 6 y 7), siendo en el sistema de CC en donde se observó una mayor densidad, significativamente mayor que en los restantes tratamientos, lo cual puede entenderse si tenemos en cuenta que estos ácaros son detritívoros y micófagos (WINTER *et al*, 1990), siendo en el sistema CC en el que los restos vegetales son más abundantes, así en 1992 los restos vegetales presentaban coberturas de suelo superiores al 36 % (CASTRO, 1994).

Los ácaros mesostigmados, depredadores de otros ácaros, son significativamente más abundantes en el suelo con cubierta vegetal, lo cual es una consecuencia lógica del mayor número total de ácaros encontrados en el mencionado sistema de cultivo (WINTER *et al*, 1990).

Los ácaros astigmados, que tienen similares hábitos nutricionales que los oribátidos, aparecen en mayor abundancia en el sistema de L, en ambas fincas y fechas de muestreo, lo cual se puede entender si tenemos en cuenta que estos ácaros presentan una mayor resistencia a condiciones ambientales desfavorables sobre todo a la falta de agua (WINTER *et al*, 1990), por lo cual es lógico que los encontremos en mayor número en las parcelas de L, sistema en el que la capa superficial sufre una rápida desecación a causa de las labores realizadas (Pastor, 1988).

## GIRASOL

### Macroartrópodos

En este ensayo se contabilizó un menor número de macroartrópodos (Cuadro 8) que en caso de los dos ensayos de olivar, lo cual es lógico si se tiene en cuenta que se realizó un tratamiento insecticida al suelo en el momento de la siembra, habitual como práctica cultural en el cultivo del girasol. El número de individuos capturados en el muestreo de 25 de junio (últimas

**Cuadro 8: Macroartrópodos observados en los muestreos efectuados en girasol (finca Tomejil), en los sistemas de cultivo de L, LM y SD. Cada uno de los valores representa la media de individuos para un total de 16 observaciones por sistema de cultivo.**

		COLEÓPTEROS	HIMENÓPTEROS	OTROS INSECTOS	ARÁCNIDOS	TOTAL
Muestreo 9-05-92	L	4.6	8.3	2.4	0.9	16.3
	LM	3.4	22.3	2.2	0.9	28.8
	SD	2.4	11.9	2.3	1.6	18.1
	Signif.	NS	***	NS	NS	*
Muestreo 25-06-92	L	3.9	20.8	10.6	3.2	38.8
	LM	3	22.3	10.7	3	39.5
	SD	3.9	43.1	18.7	4.1	70.6
	Signif.	NS	NS	NS	NS	NS

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10$ , 0.05 y 0.001, respectivamente.

**Cuadro 9: Microartrópodos observados en los muestreos efectuados en girasol (finca Tomejil), en los sistemas de cultivo de L, LM y SD. Cada uno de los valores representa la media de individuos por metro cuadrado para un total de 16 observaciones por sistema de cultivo.**

		COLÉM- BOLOS	OTROS INSECTOS	ORI- BÁTIDOS	MESOS- TIGMADOS	ASTIG- MADOS	OTROS ÁCAROS	TOTAL
Muestreo	L	16.2	12.2	471	65	3232	1620	5416
9-05-92	LM	93.4	56.8	759.2	97.4	24.4	349.2	1380
	SD	186.8	186.8	994.7	52.8	16.2	511.6	1949
	Signif.	***	*	**	NS	NS	NS	*
Muestreo	L	111.4	32.5	366.6	74.2	23.2	130	738
25-06-92	LM	243.6	81.2	1197.7	503.4	12.2	272	2310
	SD	856.7	162.4	3195.2	3151	16.2	280.1	7661
	Signif.	***	NS	***	**	NS	NS	***

Valores de significación según el test de Kruskal-Wallis: NS, no significativo; \*, \*\*, \*\*\* significativo al nivel  $p \leq 0.10, 0.05$  y  $0.001$ , respectivamente

fases del ciclo vegetativo del cultivo de girasol) fue mayor que en el de mayo. El gran desarrollo de las poblaciones de malas hierbas debido a la baja eficacia de los programas de herbicidas empleados pueden haber causado este aumento de las poblaciones de macroartrópodos, hecho constatado por HOUSE *et al.* (1987), STINNER *et al.* (1988).

Entre los macroartrópodos, los himenópteros (hormigas la mayoría de los individuos) representan también en este ensayo el orden más abundante (Cuadro 8), siguiendo en importancia el orden de los coleópteros.

Los sistemas de cultivo también influyeron sobre las poblaciones de macroartrópodos, especialmente en los himenópteros. En la primera fecha de muestreo se observa que en LM fue en el sistema en el que el número de individuos fue significativamente mayor, mientras que las poblaciones de los restantes órdenes de macroartrópodos considerados fueron poco afectadas por los mencionados sistemas de cultivo empleados. Sin embargo, en la segunda fecha no se observaron diferencias significativas entre sistemas de cultivo, aunque en SD (con restos de cul-

tivos anteriores sobre el suelo) el número medio de individuos capturados fue mucho mayor.

### Microartrópodos

#### Microartrópodos capturados en trampas de superficie

Tal como ocurrió en los ensayos de olivar, solamente se capturaron colémbolos en la observación de 25 de junio (Cuadro 5), debido probablemente a las lluvias ocurridas en los días anteriores al muestreo que desplazaron a estos insectos hacia la superficie del terreno, fenómeno observado igualmente por MARIANO (1991) y PAOLETTI *et al.* (1991). En los sistemas de cultivo SD y LM se encontró un número de individuos significativamente mayor que en L, debido probablemente a la presencia de restos vegetales procedentes de las malas hierbas y de los cultivos anteriores sobre la superficie del suelo, que son descompuestos por hongos y bacterias, principal fuente de alimentación de los colémbolos (HENDRIX Y PARMELEE, 1985).

### Microartrópodos de suelo

Entre los microartrópodos que componen la fauna del suelo destacan por su importancia los ácaros, que representan una gran proporción relativa entre el conjunto de individuos presentes en las muestras de suelo (Cuadro 9).

La época de muestreo ha influido sobre el tamaño de las poblaciones, habiéndose observado mayor número de capturas en el muestreo de 25 de junio, siendo diferente la influencia de los sistemas de cultivo en cada una de las dos épocas de muestreo. En el muestreo de 22 de mayo en el sistema de L, el número de microartrópodos presentes fue significativamente mayor que en los sistemas LM y SD, mientras que en el muestreo de 25 de junio en SD fue en el sistema en el que el número de microartrópodos presentes era significativamente mayor, seguido por el LM, mientras que en L el número de individuos era relativamente pequeño. Una posible explicación podría ser, a juicio de los autores, el proceso de toma de muestras de suelo en la primera fecha de muestreo, en la que la capa superficial del suelo presentaba una gran dificultad para introducir la sonda, debido al bajo contenido en humedad del terreno, lo que ocasionó una compactación de la muestra dentro de la sonda en los tratamientos LM y SD, lo que pudo afectar la supervivencia de la población de microartrópodos, hecho que ya había sido contrastado por Edwards (1991), al describir los sistemas de muestreo en campo. En mayo y con el suelo labrado recientemente pudo introducirse la sonda sin compactar la muestra. En la segunda fecha de muestreo, tras la lluvia registrada, el tempero del terreno permitió la toma de muestras sin la compactación del perfil en todos los sistemas de cultivo, obteniéndose datos de mesofauna con tendencia similar a la observada por otros autores (HOUSE y PARMELEE, 1985, HENDRIX *et al.*, 1990, BALS *et al.*, 1987) que también encontraron mayor número de individuos en suelos en

los que se había reducido la intensidad de laboreo y aumentado la cantidad de restos vegetales.

Por las razones expuestas anteriormente nos vamos referir a los datos del muestreo del mes de junio (Cuadro 9). La población total de insectos aumentó significativamente a medida que disminuyó la intensidad del laboreo, siendo significativamente mayor en el sistema de SD, en especial para el orden colémbolos, que es el más abundante.

En cuanto a las poblaciones de ácaros (Cuadro 9), cabe hacer similares consideraciones a las realizadas en el caso de los ensayos de olivar. Los órdenes oribátidos y mesostigmados fueron los más abundantes, siendo en SD en donde las poblaciones fueron significativamente mayores en ambos casos. No se observan diferencias significativas entre sistemas de cultivo para otros órdenes de ácaros. Los mesostigmados (depredadores de otros ácaros), son menos abundantes en los sistemas de laboreo convencional, lo cual es lógico, si tenemos en cuenta que en este sistema es en el que existe un menor número de ácaros por unidad de superficie.

### CONCLUSIONES

Los sistemas de manejo del suelo tienen un efecto significativo sobre la composición de la mesofauna del suelo, tanto en olivar como en alternativas de cultivos herbáceos, variando esta influencia para los diferentes grupos de artrópodos. La presencia de restos vegetales parece ser el factor que influye en mayor medida sobre la composición de la fauna, ya que condiciona un ambiente más estable.

En olivar las poblaciones de macroartrópodos no se han visto afectadas negativamente por el hecho de haberse empleado herbicidas (Cuadro 3, 4 y 8), incluso en el NLD sistema en el que en el caso de Casillas se ha empleado *simazina* durante 10 años de forma ininterrumpida. En el caso de los microartrópodos

(Cuadro 5, 6, 7 y 9), cuyo habitat es la capa superficial del suelo, en el sistema con cubierta vegetal segada químicamente con *glifosato* es en el que las poblaciones son significativamente mayores, mientras que en NLD se observó un menor número de individuos. Pensamos que este hecho puede estar más condicionado por la falta de restos vegetales (HOUSE *et al.*, 1987), o por la compactación del terreno, que por la presencia de residuos de herbicida, habiéndose demostrado en la parcela de Casillas una rapidísima degradación microbiana de *simazina*, que en años lluviosos apenas alcanza los tres meses de vida (SAAVEDRA *et al.*, 1992), afirmando HENDRIX y PARMELEE, (1985). Reina (1989) señala que determinados microorganismos pueden utilizar este herbicida como fuente adicional de

carbono, lo que determina su rápida degradación.

En la alternativa de cultivos herbáceos las poblaciones de macroartrópodos se ven en general poco afectadas por los sistemas de cultivo, mientras que los sistemas LM y SD, en los que se emplean herbicidas, es en los que las poblaciones de macroartrópodos y microartrópodos son más abundantes, en especial en SD (Cuadro 5, 8 y 9).

## AGRADECIMIENTOS

Por último agradecer a Antonio Valera y Jaime Costa de Monsanto España, S. A. el apoyo ofrecido para la realización de este trabajo.

## ABSTRACT

CASTRO, J.; CAMPOS, P., y PASTOR, M., 1996: Soil arthropods under the influence of soil management systems in olive orchards and sunflower. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (3): 557-570.

This paper presents a study of the influence of three soil management systems in olive orchards (tillage, no-tillage with bare soil and cereal cover crops with chemical mowing) and sunflower-wheat-leguminous rotation (tillage, minimum tillage and direct drilling) on the population of micro and macroarthropods living on the soil surface and in its shallow layer.

Soil was sampled with pitfall-traps, the arthropods were extracted using the dry extraction Tullgren-Berlesse method. The predominant groups of macroarthropods were the Coleopterous and Hymenopterous, while for the microarthropods were the Collembola and Acari.

A positive influence of plant residues on the abundance of soil arthropods has been observed. The use of herbicides has not affected arthropod populations.

**Key words:** Microarthropods, macroarthropods, tillage, no-tillage, cover crops, olive, sunflower, glifosate, simazine, fluazifop-p-butyl, M.C.P.A., forate.

## REFERENCIAS

- BALS, I.; BAILLOD, M., y BAUMGAERTNER, J., 1987: Méthode d'échantillonnage de la faune de la couverture végétales et du sol en vergers de pommiers. *Bull. de la Soc. Entomol. Suisse* 60. 25-42.
- CASTRO, J., 1994: Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. Córdoba
- CASTRO, J.; SAAVEDRA, M., y PASTOR, M., 1992: Mejora de la infiltración en olivar mediante el empleo de Cubiertas Vivas de Cereales. *ITEA*. 88V(2):95-104.
- 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. *Entomol. exp. appl.* 36:23-30.
- EDWARDS, C. A., 1977: Investigations into the influence of agricultural practice on soil invertebrates. *Ann. appl. Biol.* 87:515-520.
- EDWARDS, C. A., 1991: The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. *Agricul. Ecosyst. and Environ.* 34:145-176.

- ELIAS, F., y RUIZ, L., 1977: Agroclimatología de España. Cuaderno I.N.I.A. núm. 7. Madrid.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, P.; GIRÁLDEZ, J. V.; FERERES, E.; MARTÍN, I., y VARELA, A., 1989: Is Sunflower suited for Zero Tillage dry Farming? *Proceed. 12<sup>th</sup> Intern. Sunflower Conf.* Novi Sad, Yugoslavia. Vol. 1: 372-377.
- HENDRIX, P. F., CROSSLEY J. M., BLAIR J. M. y COLEMAN D.C., 1990: Soil biota as components of sustainable agroecosystems. En *Sustainable Agricultural Systems*. Ed. Edwards, C.A.; Lal, R.; Madden, P.; Miller, R.H. y House, G., pp. 637-654. Soil and Water Conservation Society. IOWA.
- HENDRIX, P. F., y PARMELEE, R. W., 1985: Decomposition, nutrient loss and microarthropod densities in herbicide-treated grass litter in a Georgia Piedmont agroecosystem. *Soil. Biol. Biochem.* 17 (4): 421-428
- HOUSE, G. J.; WORSHAN, A. D.; SHEETS, T. J., y STINNER, R. E., 1987: Herbicide effects on soil arthropod dynamics and wheat straw decomposition in a North Carolina No-Tillage agroecosystem. *Biol. Fertil. Soils* 4: 109-114.
- HOUSE, G. J., y PARMELEE, R. W., 1985: Comparasion of soil arthropods and earthworms from Conventional and No-Tillage agroecosystems. *Soil & Tillage Research* 6: 351-360.
- MARIANO DA COSTA MAIA, A. I., 1991: Estudo de influência dos sistemas de condução do solo na mesofauna do solo numa vinha do Ribatejo. Relatório do Trabalho Final do Curso de Engenharia Agronómica. Universidad Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- PAOLETTI, M. G.; FAVRETTO, M. R.; STONNER, B. J.; PURRINGTON, F. F., y BATER, J. E., 1991: Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agri. Ecosys. and Environ.* 34: 341-362.
- PASTOR, M., 1988: Sistemas de manejo de suelo en olivar. Tesis Doctoral. Depart. Agronomía. Escuela de Ingenieros Agrónomos de Córdoba. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- REINA, S., 1989: Efecto de la simazina sobre *Azotobacter*. Memoria de Licenciatura. Departamento de Microbiología Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Granada.
- RUTHERFORD, P. M., y JUMA, N. G., 1989: Dynamics of microbial and soil fauna in two contrasting soils cropped to barley (*Hordeum vulgare* L.). *Biol. Fertil. Soils* 8:144-153.
- SAAVEDRA, M.; PASTOR, M.; ARQUERO, O., y SALAS, J., 1992: Malas hierbas del olivar no labrado y degradación de simazina en el suelo. Informaciones Técnicas núm. 17/92. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- STEEL, R. G., y TORRIE, J. M., 1985: Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill Colombia.
- STINNER, B. R.; MCCARTNEY, D. A., y VAN DOREN, D. M., 1988: Soil and foliage arthropod communities in Conventional, Reduced and No-Tillage corn system: A comparison after 20 years of continuous cropping. *Soil and Till. Res.* 11: 147-158.
- STINNER, B. J., y HOUSE, G. J., 1990: Arthropods and other invertebrates in Conservacion-Tillage Agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 35: 299-318.
- VAN HUYSSTEEN, L., y VAN ZYL, J. L., 1984: Mulching in vineyards. *Viticulture and Oenology* E. 12 (hoja impresa)
- WINTER, J. P.; VORONEY, R. P., y AINSWORTH, D. A., 1990: Soil microarthropods in long-term No-Tillage and Conventional Tillage corn production: *Can. J. Soil Sci.* 70:641-653.

(Aceptado para su publicación: 9 febrero 1996)