

Efecto sobre la entomofauna del olivar del tratamiento-cebo con Imidacloprid 20 LS para el control de *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae), Mosca del Olivo

M. A. FARFÁN, J. C. GUERRERO, J. OLIVERO, J. IZQUIERDO, J. M. VARGAS

En el presente estudio se comprueba el grado en que un tratamiento-cebo a base de Imidacloprid, para el control de *Bactrocera oleae*, representa un impacto para las poblaciones de artrópodos comparable con el de la ausencia de tratamiento y con el de la aplicación del estándar en Producción Integrada Dimetoato. Para ello se ha realizado un ensayo en la provincia de Málaga centrado en la diversidad y la abundancia de los artrópodos del olivar y, particularmente, en las de aquellas familias que resultan potencialmente útiles para la lucha biológica contra las plagas del cultivo. En el ensayo se han seleccionado dos fincas constituidas por áreas homogéneas de olivar. Cada una de ellas ha contado con parcelas Testigo y tratadas. Para la captura de los ejemplares se han empleado trampas de caída y trampas cromotrópicas. En total se ha trabajado con 35.401 individuos pertenecientes a 97 grupos taxonómicos diferentes. No se han detectado diferencias estadísticamente significativas en la abundancia y diversidad total de artrópodos, ni en relación con los grupos útiles para la lucha biológica, debida a la naturaleza activa de las diferentes estrategias fitosanitarias puestas en práctica. Sólo la abundancia de nueve grupos taxonómicos se ve afectada de forma diferente según el tratamiento aplicado, aunque no siempre hay una tendencia clara que permita constatar que la abundancia de individuos sea mayor en las parcelas no tratadas (Testigo) que en las parcelas tratadas, ya sea con Dimetoato o con Imidacloprid.

M. A. FARFÁN, J. C. GUERRERO, J. OLIVERO, J. M. VARGAS. Departamento de Biología Animal, Universidad de Málaga, E-29071 Málaga, España. e-mail: mafarfanaguiar@hotmail.com

J. IZQUIERDO. Bayer CropScience. Departamento de Desarrollo. Pau Claris 196. 08037 Barcelona, España.

Palabras clave: artrópodo, confidor, dimetoato, ensayo, impacto, olivo.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad que ha experimentado numerosos cambios en las últimas décadas (FERNÁNDEZ-ALES *et al.*, 1992; VARGAS, 2002). El modelo extensivo vigente hasta finales de los años 60 se sustituyó paulatinamente por una agricultura más intensificada con la que se aumentó el uso de maquinaria agrícola y de productos fitosanitarios y fertilizantes. Esta transformación,

denominada "Revolución Verde", dio lugar a un incremento espectacular de la productividad sin necesidad de habilitar nuevos terrenos de cultivo. Sin embargo, este modelo intensivo tiene consecuencias negativas. A nivel local, ha supuesto un aumento de la erosión, pérdida de fertilidad de los suelos, y disminución de la diversidad biológica. A nivel regional, los problemas principales son la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera.

Para terminar con los problemas generados por la Revolución Verde se han desarrollado diversos modelos agrícolas para asegurar el cumplimiento de cuatro objetivos: calidad, seguridad alimentaria, respeto por el medio ambiente y rentabilidad de las explotaciones. Entre ellos están la Agricultura Ecológica y la Producción Integrada. De éstas, sólo la segunda contempla la compatibilidad entre el respeto por el medio ambiente y el uso de recursos tecnológicos como los productos fitosanitarios de síntesis. La Producción Integrada ha sido definida por la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) como un sistema agrícola de producción de alimentos y otros productos de alta calidad, que utiliza los recursos y los mecanismos de regulación naturales a fin de evitar efectos perjudiciales al medio ambiente, asegurando una agricultura sostenible a largo plazo.

En el contexto de la Producción Integrada es fundamental el uso exclusivo de sustancias que, controlando las plagas agrícolas, presenten efectos mínimos sobre el medio ambiente y un reducido periodo de seguridad. En plagas como la constituida por *Bactrocera oleae* (la mosca del olivo), principal plaga del olivar (ALVARADO *et al.* 1997), esta prioridad tiene un interés especial por dos razones: a) la gran susceptibilidad de la aceituna al díptero en épocas cercanas a la cosecha y, b) es un cultivo frecuentemente explotado en áreas de montaña y, por tanto, presente en espacios de interés para la conservación de la naturaleza. Actualmente, los Reglamentos autonómicos de Producción Integrada de Olivar (ver, por ejemplo, la Orden de 10 de julio de 2002, BOJA nº 88 de 27 de julio de 2002) recomiendan para combatir la mosca del olivo aplicaciones de parcheo, tras el periodo estival, del organofosforado Dimetoato en mezcla con proteína hidrolizada, siguiendo un criterio de decisiones basado en umbrales de tratamiento. Ello da lugar a que sea el insecticida recomendado y más empleado en este cultivo (ALVARADO *et al.*, 1997; CIVANTOS, 1999).

El uso continuado de una misma materia activa sobre las plagas conlleva, con gran

probabilidad, la aparición de resistencias. Las alternativas a los insecticidas utilizados en Producción Integrada requieren, no obstante, del cumplimiento de los requisitos ambientales supuestamente cubiertos por las sustancias ya admitidas. El presente estudio es la comprobación del grado en que un tratamiento-cebo a base de Imidacloprid, para el control de *Bactrocera oleae*, representa un impacto para las poblaciones de artrópodos comparable con el de la ausencia de tratamiento y con el de la aplicación del estándar en Producción Integrada Dimetoato, cuyo impacto sobre la comunidad de insectos ha sido evaluado por diversos autores (RUIZ y MUÑOZ-COBO, 1997; TORRELL *et al.*, 1997; VARELA y GONZÁLEZ, 2000; RUIZ y MONTIEL, 2002). Para ello se ha realizado un ensayo en la provincia de Málaga centrado en la diversidad y la abundancia de los artrópodos del agrosistema y, particularmente, en las de aquellas familias que resultan potencialmente útiles para la lucha biológica contra las plagas del olivar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente estudio se han seleccionado dos fincas ubicadas en el término municipal de Villanueva del Trabuco, localizado en la comarca Norte de la provincia de Málaga. Ambas fincas, "Pozo Román" y "El Molino", son áreas homogéneas de olivar en explotación cercanas entre sí.

La finca denominada "Pozo Román" se encuentra a una altitud de 800-820 m y está constituida por un olivar adulto de árboles Hojiblanco con un marco de plantación al tresbolillo de 15 x 16 metros. La plantación está sobre un suelo labrado en régimen hídrico de secano.

La finca "El Molino" está situada a 720-740 m de altitud y es un olivar joven de árboles de la variedad Picual, con un marco de plantación cuadrado de 7 x 7 metros, sobre un suelo labrado en régimen hídrico de secano.

Los trabajos de campo se han llevado a cabo entre el otoño de 2004 (septiembre-noviembre) y la primavera de 2005 (mayo).

Cuadro 1. Calendario de actividades de campo.

Fecha	Código	Actividad
27/09/04	T-0	Marcado de parcelas e instalación de trampas
30/09/04	T-0'/Aplicación 1	Recogida de muestras y Aplicación 1
01/10/04	T+1a	Instalación de trampas
04/10/04	T+1a'	Recogida de trampas
11/10/04	Aplicación 2	Aplicación 2
12/10/04	T+1b	Instalación de trampas
15/10/04	T+1b'	Recogida de trampas
22/10/04	T+11	Instalación de trampas
25/10/04	T+11'	Recogida de trampas
02/11/04	T+22	Instalación de trampas
05/11/04	T+22'	Recogida de trampas
09/05/05	T+invierno_primavera	Instalación de trampas
12/05/05	T+invierno_primavera'	Recogida de trampas

El calendario de las actividades de campo aparece recogido en el cuadro 1.

Para el estudio de la comunidad de artrópodos se han delimitado dos zonas en cada finca,

cada una de las cuales ha constituido una repetición completa del ensayo. A su vez, cada zona ha sido dividida en tres parcelas, siguiendo los criterios señalados a continuación:

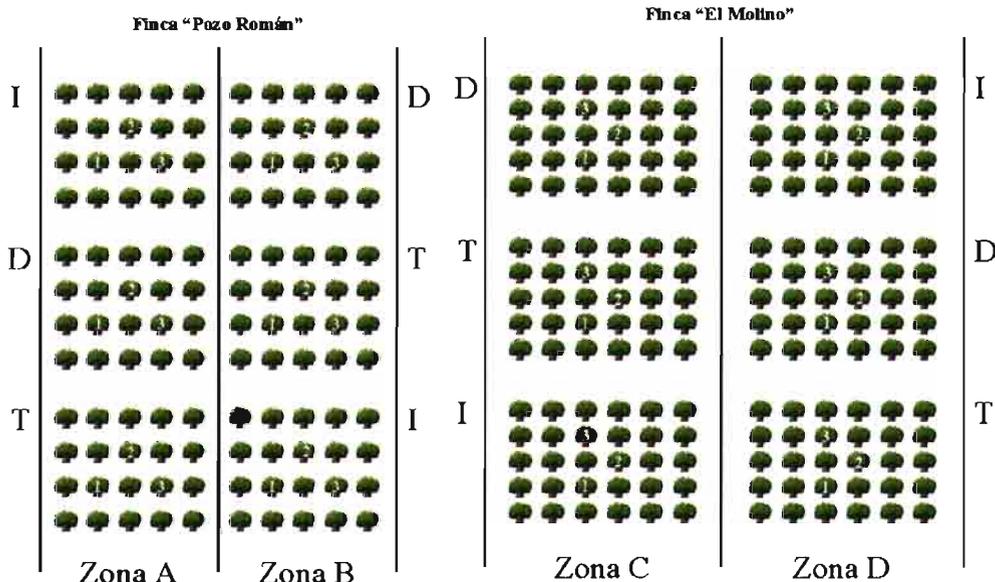


Figura 1. Distribución de las zonas y de los tratamientos en las dos fincas utilizadas en el presente estudio. Con número se indican los árboles en los que se han colocado los tres tipos de trampas utilizadas en la captura de invertebrados. T: parcela tratada con proteína hidrolizada. I: parcela tratada con Imidacloprid 20 LS y proteína hidrolizada. D: parcela tratada con Dimetoato 40 Bayer EC y proteína hidrolizada.



Figura 2. Dispositivos de captura empleados en el presente estudio. Cada uno de ellos está constituido por dos placas cromotrópicas, una amarilla y otra azul, y por una trampa de caída ("pit-fall").

1) Parcela Testigo, ubicada dentro de una banda de olivos tratados únicamente con proteína hidrolizada, Buminal (proteína hidrolizada 30 %) 500cc/ha.

2) Parcela Imidacloprid, ubicada dentro de una banda de olivos tratados con una solución de Confidor 20 LS, cuya materia activa es Imidacloprid, y proteína hidrolizada. La proporción empleada ha sido Imidacloprid 20 LS 50 cc/ha + Buminal (proteína hidrolizada 30 %) 500cc/ha.

3) Parcela Dimetoato, ubicada dentro de una banda de olivos tratados con Dimetoato 40 Bayer EC y proteína hidrolizada. La proporción empleada ha sido 500 cc/ha + Buminal (proteína hidrolizada 30 %) 500cc/ha.

En la figura 1 se muestra cómo se han distribuido los diferentes tratamientos realizados en las dos zonas seleccionadas en cada una de las fincas.

En la finca "Pozo Román" la zona muestreada tiene una superficie de 28.800 m², mientras que la finca "El Molino" incluye 8.820 m². Ello implica que el tamaño de cada parcela es de 4.800 m² en el caso de la primera finca y 1.470 m² en la segunda.

En la región central de cada parcela se han seleccionado tres árboles (figura 1), y en cada uno de ellos han sido instaladas las siguientes trampas siguiendo el método descrito por RUIZ y MONTIEL (2000):

1. Una placa cromotrópica amarilla engomada (figura 2) situada dentro de la copa del árbol, en su parte orientada al sureste. El único elemento atrayente de esta trampa es el color, ya que ningún tipo de cebo alimenticio ni sexual ha sido añadido a la placa.
2. Una placa cromotrópica azul (figura 2) situada también en la zona suroriental de

Cuadro 2. Información sobre las condiciones ambientales y el estado de los cultivos existentes en cada finca durante la realización de las aplicaciones fitosanitarias, así como el tiempo invertido en las mismas.

<i>Parámetros</i>	<i>Finca "Pozo Román"</i>		<i>Finca "El Molino"</i>	
	<i>1ª aplicación</i>	<i>2ª aplicación</i>	<i>1ª aplicación</i>	<i>2ª aplicación</i>
<i>Fecha</i>	30/09/2004	11/10/2004	30/09/2004	11/10/2004
<i>Duración</i>	9:45-12:15	9:00-11:30	13:15-15:00	12:00-13:15
<i>Temperatura del aire (°C)</i>	29	15	30	18
<i>Humedad relativa (%)</i>	38	67	25	52
<i>Nubosidad (%)</i>	0	40	5	30
<i>Viento</i>	Calma	Calma	Brisa	Brisa
<i>Temperatura del suelo (°C)</i>	14	9	18	10
<i>Suelo</i>	Seco	Ligeramente húmedo	Seco	Seco
<i>Estado del cultivo</i>	Fruto verde, tamaño final			

la copa de árbol, una vez más con el único poder atrayente que le confiere el color.

- Una trampa de caída ("pit-fall") (figura 2), colocada a ras de suelo bajo la copa del árbol y orientada hacia el sureste, consistente en un recipiente plástico de 7 cm de diámetro. En el interior de la trampa se ha vertido un atrayente alimenticio compuesto por una disolución de 25 ml de ácido láctico, 25 ml de ácido acético y 15 ml de formaldehído al 40 % en 1000 ml de cerveza. Para evitar riesgos debidos a posibles lluvias, a unos diez centímetros sobre cada trampa se ha tendido una lámina de plástico orientada perpendicularmente a la dirección de mayor pendiente, y dispuesta de modo que no interfiera con el acceso de las presas al recipiente cebado.

Cada batería de trampas ha sido instalada en 6 ocasiones según el calendario mostrado en el cuadro 1. Con estas seis fechas de muestreo se ha pretendido conocer la situación de las poblaciones de insectos en las tres parcelas en las circunstancias siguientes: a) previa a los tratamientos (T-0), b) inmediatamente posterior a los tratamientos (T+1a y T+1b), y c) una vez transcurrido un tiempo suficiente como para asumir que dichas poblaciones han podido recuperarse de los tratamientos fitosanitarios (T+11, T+22 y T+"invierno-primavera"). Antes de comenzar el primer trampeo se han señalado,

mediante cintas de plástico, las áreas a someter a cada una de las circunstancias que describen las parcelas de Imidacloprid, Dimetoato y Testigo, respectivamente.

En cada fecha de muestreo, las trampas han sido retiradas del campo tres días después de su instalación para la identificación de las capturas. Los artrópodos procedentes de trampas de caída se han conservado en alcohol al 70%, mientras que las placas cromotrópicas se han mantenido congeladas hasta el momento de la identificación de sus capturas.

En ambas fincas, la aplicación de las diferentes tesis fitosanitarias se llevó a cabo los mismos días. En el cuadro 2 aparece recogido el tiempo invertido en cada aplicación, el estado de los cultivos y las condiciones ambientales existentes en las dos fincas durante la realización de las aplicaciones.

El equipo empleado para llevar a cabo las aplicaciones ha estado constituido por un pulverizador tipo mochila con un motor Maruyama MS073D. La técnica de aplicación ha sido tipo parcheo sobre la cara sur de los olivos con un consumo de 50 litros de caldo por hectárea.

La identificación de los ejemplares capturados se ha realizado, en la inmensa mayoría de los casos, hasta la familia taxonómica. En ocasiones, no obstante, tan sólo se ha determinado hasta el nivel de orden o el de super-

familia. Se ha seleccionado la familia como categoría taxonómica de interés por el hecho de que es fácil de relacionar con una categoría trófica común a la mayoría de las especies que la componen. Esta característica es esencial para un trabajo sobre la comunidad de artrópodos del olivar, dado que son los hábitos alimenticios de cada especie los que condicionan que la fauna de artrópodos del agro-sistema sea o no potencialmente útil para el control biológico de sus plagas. Las categorías tróficas en que han sido clasificados tales hábitos alimenticios son: fitófagos (consumidores de materia vegetal viva), xilófagos (consumidores de madera), detritívoros (consumidores de materia orgánica en descomposición, tanto animal como vegetal), predadores (consumidores de otros animales que han de capturar con vida), nectarívoros (consumidores de néctares u otros líquidos superficiales), fungívoros (consumidores de hongos), polífagos (omnívoros) y parásitos (de otros animales, lo cual incluye, para los fines de este trabajo, a los parasitoides).

Con la relación de los grupos taxonómicos recolectados por cada trampa, y del número de insectos en ellas pertenecientes a cada grupo taxonómico, se ha procedido a evaluar la influencia que la existencia de un manejo determinado en el cultivo presenta sobre dos características de la comunidad de invertebrados artrópodos: la diversidad y la abundancia. Esto se ha traducido en el cálculo, para cada árbol en que se ha instalado una batería de trampas, de los siguientes parámetros:

1. Diversidad de la fauna de artrópodos: estimada como el número de grupos taxonómicos de artrópodos, principalmente familias, que aparece en las muestras.
2. Abundancia de individuos en la fauna de artrópodos.

Ambos parámetros han sido calculados teniendo en cuenta la totalidad de los grupos taxonómicos recolectados, y también considerando tan sólo aquellos grupos taxonómicos que, por su comportamiento trófico parásito o predador, pueden ser considerados útiles para la lucha biológica.

Una vez calculados para cada trampa los valores correspondientes a las dos variables enumeradas, los valores resultantes han sido analizados independientemente para cada una de las fechas de trampeo. Se ha utilizado para ello el análisis de la varianza y las pruebas de comparación de medias LSD y Scheffé (SNEDECOR y COCHRAN, 1974). El análisis de la varianza ha incluido como factores fijos la tesis fitosanitaria y la finca, y como factor aleatorio la repetición dentro de cada finca.

En caso de detectarse diferencias significativas entre parcelas de tratamiento en el primer trampeo, se han considerado dichas diferencias a la hora de analizar los datos procedentes de los muestreos posteriores al tratamiento. De no hacerlo, se corre el riesgo de interpretar como efectos de diferentes estrategias fitosanitarias lo que, en realidad, son diferencias faunísticas probablemente asociadas a las condiciones microambientales propias de cada parcela. Para ello se ha incorporado la diversidad, o en su caso la abundancia, de las faunas iniciales como covariables en el análisis de los datos posteriores al tratamiento.

Todo el proceso analítico de los datos recogidos se ha desarrollado interpretando como un solo dispositivo la combinación de las placas cromotrópicas azul y amarilla junto con la trampa de caída.

Finalmente, de la relación de grupos taxonómicos recolectados se han seleccionado aquéllos cuya representación, en la totalidad del estudio, ha venido determinada por al menos 30 individuos. La abundancia de dichos grupos taxonómicos ha sido analizada utilizando la misma metodología descrita anteriormente en relación con la abundancia de individuos totales. La única diferencia metodológica ha consistido en la transformación de los valores de abundancia mediante la siguiente expresión:

$$X = \sqrt{x+1}$$

donde X es la variable utilizada como dependiente en el análisis de la varianza y x es el valor de abundancia sin transformar. Esta modificación es recomendable en casos en

los que el evento analizado es poco abundante y presenta en numerosas ocasiones el valor 0 (SNEDECOR y COCHRAN, 1974).

RESULTADOS

Diversidad y abundancia de la entomofauna recopilada

A lo largo del estudio se han capturado 35.401 individuos con representantes de 17 órdenes distintos. Todos los individuos recolectados han sido encuadrados en 97 grupos taxonómicos diferentes (órdenes, superfamilias y familias) (cuadro 3).

El número de ejemplares capturados que pertenecen a grupos taxonómicos potencialmente útiles para la lucha biológica, considerados así por pertenecer a las categorías tróficas "predadores" o "parásitos", asciende a 11.608.

En el cuadro 4 se muestra el número total de órdenes en los que se integran los individuos capturados, así como el número de taxones y de ejemplares recogidos en los distintos trapeos.

Efecto de los tratamientos fitosanitarios sobre la diversidad y la abundancia de la entomofauna

En la figura 3 se representa gráficamente los valores medios de la diversidad y la abundancia (total y de artrópodos útiles) en las diferentes parcelas de tratamiento. En ellas se observa el comportamiento mostrado por los parámetros analizados en las parcelas sometidas a distintas tesis fitosanitarias. Así mismo, en el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos en los análisis de la varianza.

Los resultados obtenidos en el trapeo previo a la aplicación de los tratamientos ponen de manifiesto la homogeneidad inicial de la fauna de artrópodos dentro de cada una de las fincas utilizadas en el estudio, ya que no es posible detectar diferencias significativas entre parcelas de tratamiento.

Tampoco después de los tratamientos se detectan diferencias significativas explicables por las tesis fitosanitarias utilizadas. Esto es así para la abundancia y la diversidad de artrópodos útiles y totales.

Tendencias detectadas en la abundancia de las familias de artrópodos más representativas

En sólo 46 de los 97 grupos taxonómicos cuantificados se han observado al menos 30 individuos a lo largo del periodo de estudio.

Cuadro 3. Grupos taxonómicos de artrópodos hallados en las muestras, categoría trófica y número de individuos capturados en cada uno de ellos.

ORDEN	FAMILIA	CATEGORÍA TRÓFICA	Nº DE INDIVIDUOS
Araneae	-	predadores	504
Coleoptera	Anobiidae	xilófagos	25
	Anthricidae	detritívoros	238
	Aphodiidae	detritívoros	14
	Bruchidae	fitófagos	9
	Buprestidae	xilófagos	13
	Carabidae	predadores	42
	Chrysomelidae	fitófagos	8
	Cleridae	predadores	36
	Coccinellidae	predadores	152
	Colydiidae	predadores	1
	Cucujidae	detritívoros	7
	Curculionidae	fitófagos	7
	Dermestidae	detritívoros	3

Cuadro 3. Continuación

<i>ORDEN</i>	<i>FAMILIA</i>	<i>CATEGORÍA TRÓFICA</i>	<i>Nº DE INDIVIDUOS</i>
	Malachiidae	predadores	1
	Mycetophagidae	fungívoros	4
	Nitidulidae	detritívoros	166
	Oedemeridae	xilófagos	1
	Scarabeidae	detritívoros	2
	Serropalpidae	xilófagos	4
	Staphylinidae	predadores	350
	Tenebrionidae	fitófagos	8
Collembola	-	detritívoros	133
Dermaptera	-	detritívoros	1
Dictioptera	Blattidae	polífagos	3
Diptera	Agromyzidae	fitófagos	1.445
	Anthomyiidae	polífagos	2
	Asilidae	predadores	3
	Bibionidae	detritívoros	2
	Calliphoridae	detritívoros	1.205
	Cecidomyidae	fitófagos	41
	Ceratopoginidae	hematófagos	1
	Chironomidae	detritívoros	37
	Chloropidae	fitófagos	136
	Conopidae	parásitos	4
	Culicidae	hematófagos	1
	Dolichopodidae	predadores	90
	Drosophilidae	nectarívoros	1.814
	Empididae	predadores	287
	Ephydriidae	detritívoros	100
	Heleomyzidae	detritívoros	902
	Lauxaniidae	detritívoros	33
	Lonchaeidae	parásitos	5
	Milichidae	detritívoros	9
	Muscidae	polífagos	2.743
	Mycetophilidae	fungívoros	1.097
	Otitidae	detritívoros	2
	Phoridae	detritívoros	490
	Sarcophagidae	detritívoros	56
	Scatophagidae	predadores	45
	Scatopsidae	detritívoros	498
	Sciaridae	fungívoros	1
	Sciomyzidae	parásitos	267
	Sepsidae	detritívoros	5
	Syrphidae	predadores	112
	Tachinidae	parásitos	14
	Tephritidae	fitófagos	53
	Therevidae	fitófagos	15

Cuadro 3. Continuación

<i>ORDEN</i>	<i>FAMILIA</i>	<i>CATEGORÍA TRÓFICA</i>	<i>Nº DE INDIVIDUOS</i>
Heteroptera	Aradidae	fungívoros	2
	Cimicidae	hematófagos	10
	Cydnidae	fitófagos	1
	Lygaeidae	fitófagos	64
	Miridae	fitófagos	57
	Pyrrhocoridae	polífagos	1
Himenoptera	Superf. Apoidea	nectarívoros	645
	Bethylidae	parásitos	7
	Braconidae	parásitos	792
	Cephalidae	fitófagos	1
	Superf. Chalcidoidea	parásitos	6.237
	Chrysididae	parásitos	8
	Cimbicidae	nectarívoros	9
	Cynipidae	fitófagos	3
	Formicidae	polífagos	382
	Ichneumonidae	parásitos	411
	Pompilidae	predadores	1
	Superf. Proctotrupeoidea	parásitos	3
	Sphecidae	predadores	26
	Tenthredinidae	fitófagos	4
Vespidae	polífagos	61	
Homoptera	Aleyrodidae	fitófagos	466
	Superf. Aphidoidea	fitófagos	2.495
	Cercopidae	fitófagos	8
	Cicadellidae	fitófagos	594
	Cicadidae	fitófagos	3
	Cixiidae	fitófagos	3
	Superf. Coccoidea	fitófagos	75
	Psyllidae	fitófagos	352
Isopoda	-	detritívoros	1
Isoptera	-	xilófagos	5
Lepidoptera	-	fitófagos	795
Neuroptera	Chrysopidae	predadores	346
	Coniopterygidae	predadores	1.843
	Hemerobiidae	predadores	20
Orthoptera	Gryllidae	fitófagos	9
Pseudoescorpiones	-	predadores	1
Psocoptera	-	polinívoros	124
Thysanoptera	-	fitófagos	6.289

De éstos, sólo nueve muestran diferencias significativas entre parcelas de tratamiento: tres predadores (las familias Carabidae, Coniop-

terygidae y Syrphidae), uno fitófago (la superfamilia Coccoidea) y cinco detritívoros (las familias Anthicidae, Chironomidae, Hele-

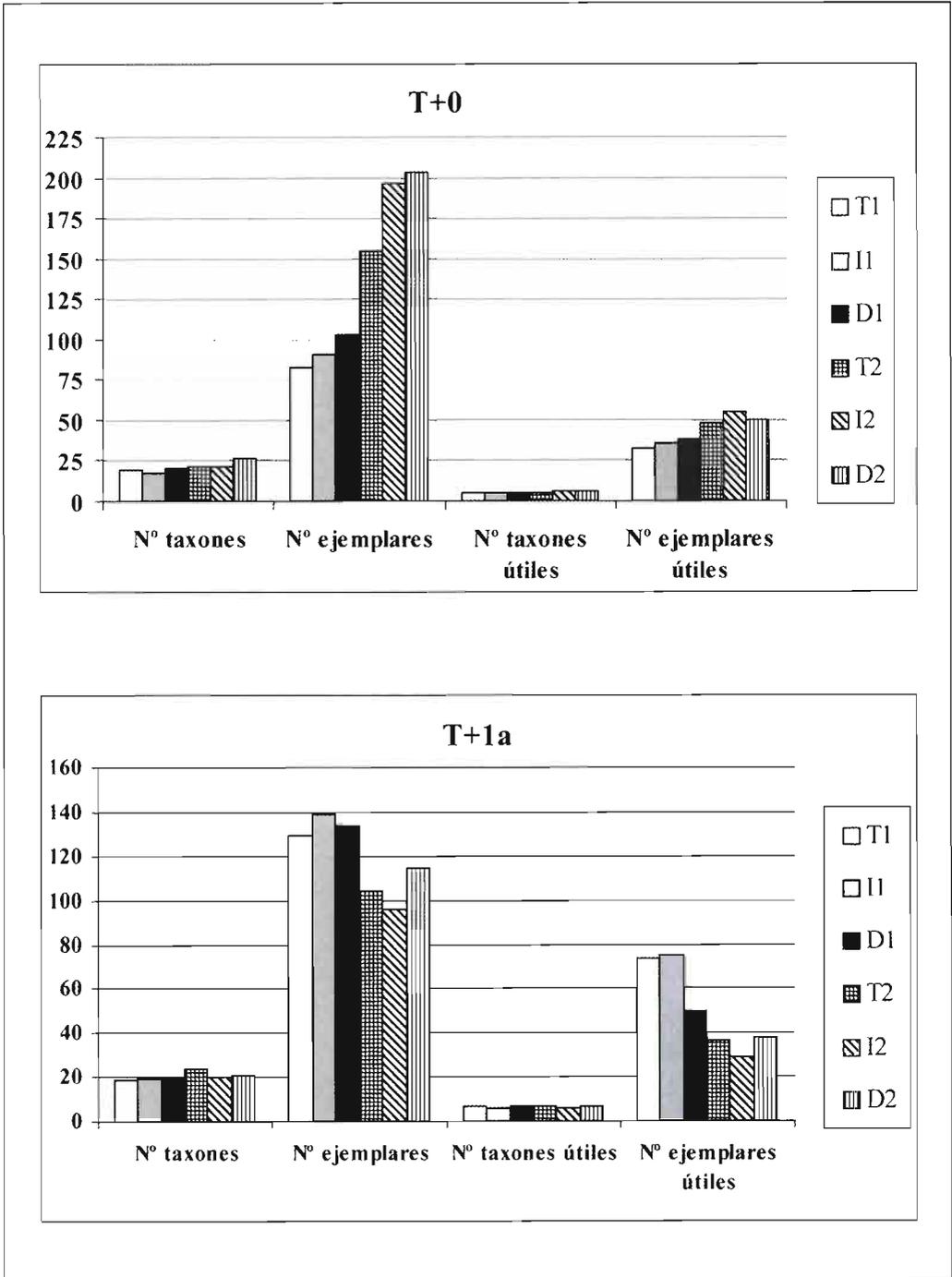


Figura 3. Valores medios de los cuatro parámetros analizados en las diferentes parcelas de tratamiento. T1: testigo finca Pozo Román; I1: imidacloprid finca Pozo Román; D1: dimetoato finca Pozo Román; T2: testigo finca El Molino; I2: imidacloprid finca El Molino; D2: dimetoato finca El Molino.

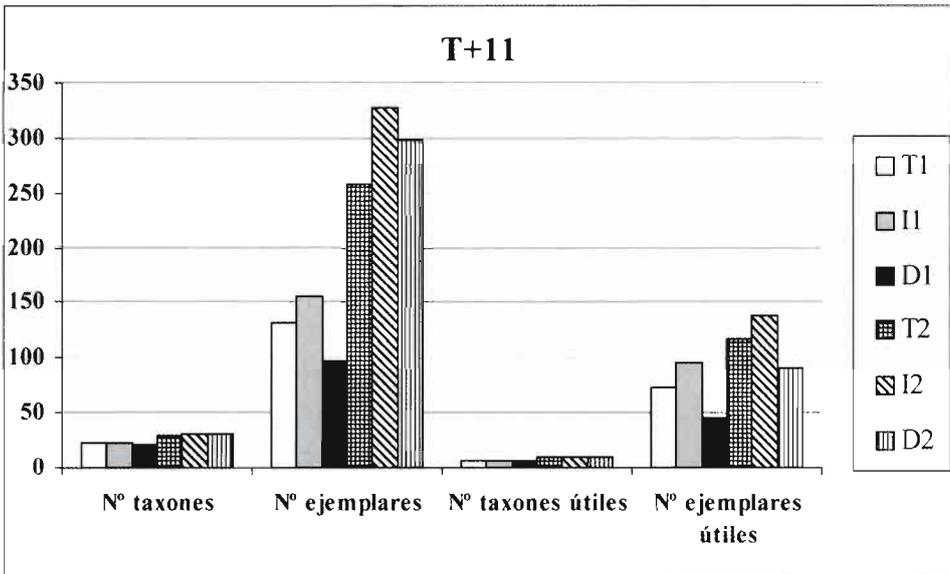
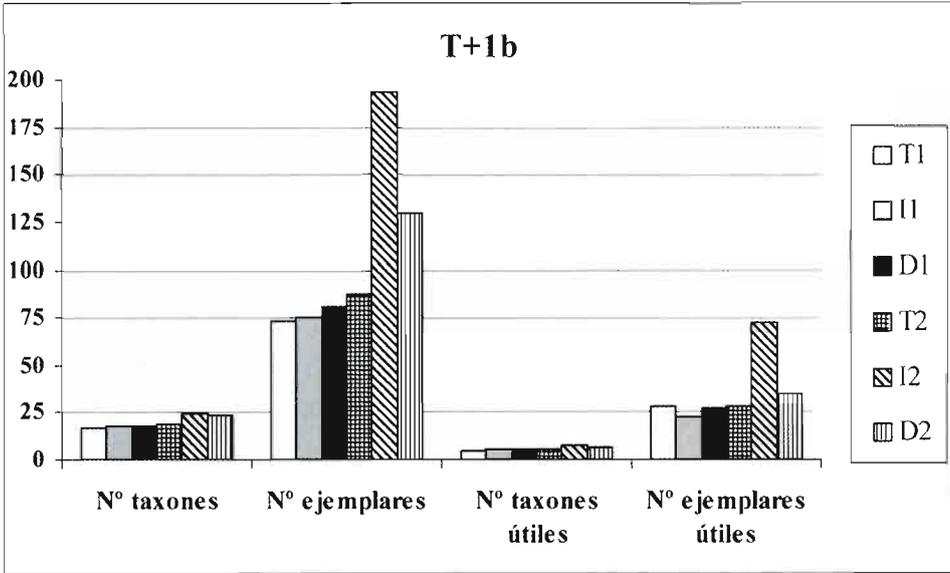


Figura 3. Valores medios de los cuatro parámetros analizados en las diferentes parcelas de tratamiento. T1: testigo finca Pozo Román; I1: imidacloprid finca Pozo Román; D1: dimetoato finca Pozo Román; T2: testigo finca El Molino; I2: imidacloprid finca El Molino; D2: dimetoato finca El Molino. (Cont.)

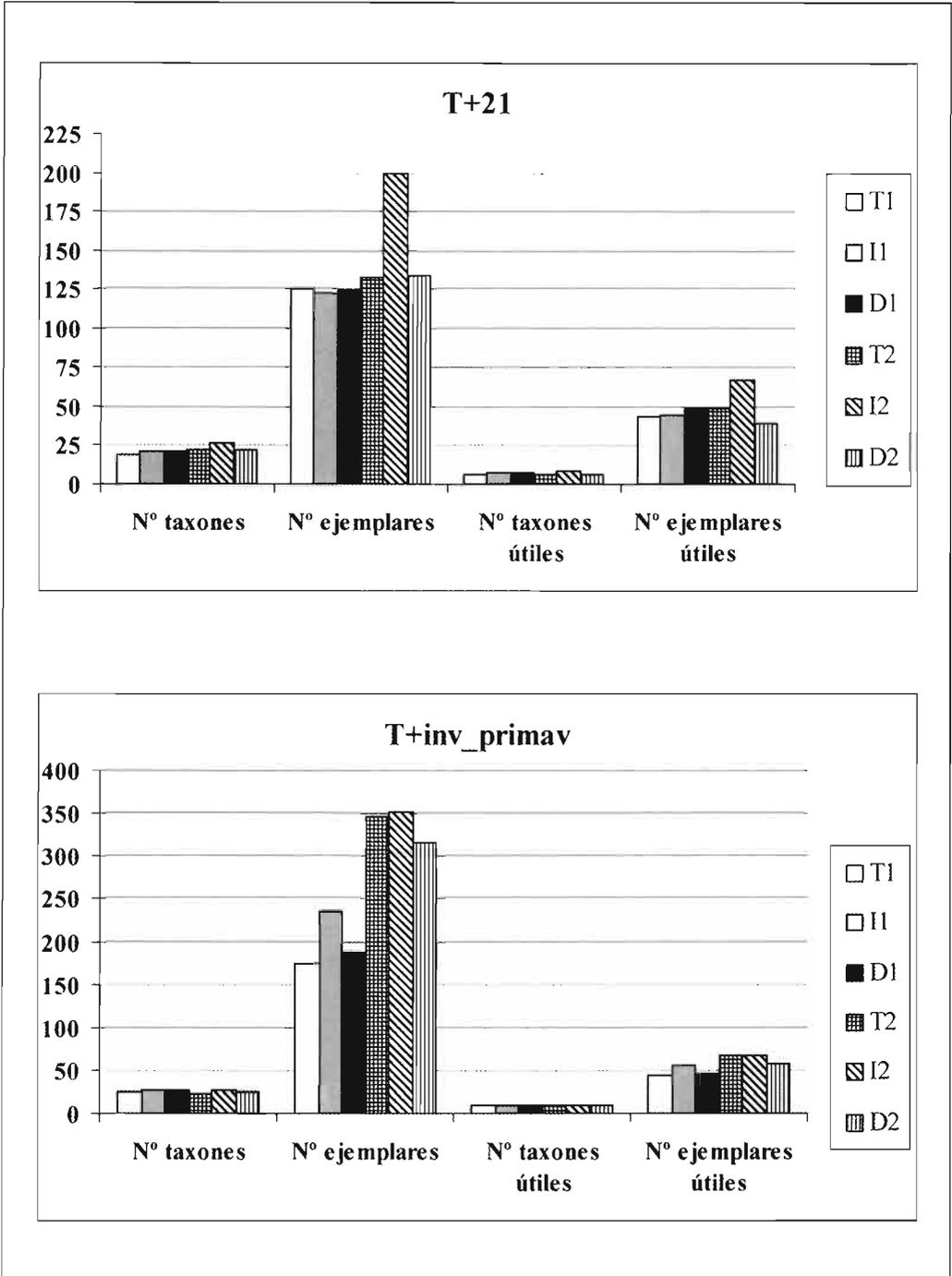


Figura 3. Valores medios de los cuatro parámetros analizados en las diferentes parcelas de tratamiento. T1: testigo finca Pozo Román; I1: imidacloprid finca Pozo Román; D1: dimetoato finca Pozo Román; T2: testigo finca El Molino; I2: imidacloprid finca El Molino; D2: dimetoato finca El Molino. (Cont.)

Cuadro 4. Datos referentes a las capturas realizadas en cada finca de estudio en las cinco fechas de trampeo, considerando conjuntamente los ejemplares procedentes de las placas cromotrópicas amarillas, azules y los de las trampas de caída.

FINCA "Pozo Román"	T+0	T+1a	T+1b	T+11	T+22	T+inv_primav
Nº de órdenes	12	11	11	13	13	13
Nº de superfamilias y familias	50	45	43	55	52	59
Nº de ejemplares	1.659	2.416	1.372	2.301	2.230	3.581
Nº superf. y fam. útiles	14	15	14	19	18	20
Nº ejemplares útiles	636	1.190	440	1.282	819	881

FINCA "El Molino"	T+0	T+1a	T+1b	T+11	T+22	T+inv_primav
Nº de órdenes	11	11	10	12	11	12
Nº de superfamilias y familias	57	56	47	56	53	63
Nº de ejemplares	3.332	1.889	2.467	5.298	2.801	6.091
Nº superf. y fam. útiles	19	18	17	17	18	21
Nº ejemplares útiles	913	621	813	2.061	926	1.140

omyzidae, Nitidulidae y Sarcophagidae) (ver el cuadro 6). La familia Anthicidae muestra diferencias significativas previas a los tratamientos (T+0). En este caso, la abundancia observada en el primer día de muestreo ha sido utilizada como covariable en los análisis de los datos de muestreos posteriores.

En las familias Carabidae y Coniopterygidae se observan diferencias estadísticamente significativas debidas a los tratamientos inmediatamente después de la segunda aplicación (T+1b) y en la última fecha de muestreo (T+inv_primav). Sin embargo, la comparación dos a dos de las tesis fitosanitarias no detecta estas diferencias. Esto indica una cierta gradualidad en el modo en que se establecen las diferencias entre tratamientos; es decir, si bien las tres estrategias difieren en su efecto, no es posible ubicar saltos bruscos entre ellas. En cualquier caso, hay que destacar que, para la familia Carabidae, el número medio de individuos capturados es mayor en las parcelas de Dimetoato y menor en las de Imidacloprid. Para la familia Coniopterygidae, las parcelas con la media de individuos más alta son las Testigo, seguidas, en este orden, por las de Imidacloprid y las de Dimetoato (ver el cuadro 7).

Para la familia Syrphidae, se aprecia que 21 días después de la segunda aplicación hay

significativamente más individuos en las parcelas tratadas con Imidacloprid que en las parcelas Testigo (ver el cuadro 7).

Entre los fitófagos, la superfamilia Coccoidea muestra diferencias significativas en la segunda salida de campo (T+1a), inmediatamente después de la primera aplicación. Tampoco aquí se obtienen diferencias significativas al realizar las pruebas de comparación dos a dos, sino que tales diferencias presentan un comportamiento de variación gradual, con capturas mayores en las parcelas de Imidacloprid y menores en las de Dimetoato (ver el cuadro 7).

Los detritívoros son la categoría trófica con un mayor número de grupos taxonómicos presumiblemente afectados de forma diferente por los distintos productos fitosanitarios. En los Anthicidae, las diferencias ocurren en T+22 y T+inv_primav, mientras que en la familia Chironomidae tiene lugar en T+11. Por último, las diferencias relativas a las familias Heleomyzidae, Nitidulidae y Sarcophagidae se observan en T+1a, inmediatamente después de la primera aplicación. No obstante, en ninguno de ellos se obtienen diferencias significativas al comparar los tratamientos dos a dos. En el cuadro 7 se muestran los valores medios obtenidos para las familias detritívoras en cada parcela de tratamiento.

Cuadro 5. Resultados de los análisis de la varianza de los cuatro parámetros analizados en cada una de las fechas de trampeo. F_s = F de Fisher y Snedecor. P = significación; n.s.: $P \geq 0.05$ (no significativa); *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$. -: factor no interpretado por la obtención de una F_s negativa.

		<i>Nº de grupos taxonómicos</i>	<i>Nº ejemplares</i>	<i>Nº de grupos taxonómicos útiles</i>	<i>Nº ejemplares útiles</i>
T+0					
<i>Finca</i>	F_s	49,000	861,474	1,331	400,000
	P	n.s.	*	n.s.	*
<i>Zona</i>	F_s	1,174	,007	1,800	,011
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tratamiento</i>	F_s	,736	,179	,177	,027
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
T+1a					
<i>Finca</i>	F_s	3,610	5,390	,008	5,601
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Zona</i>	F_s	,313	,381	,420	,588
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tratamiento</i>	F_s	,187	,009	,326	,059
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
T+1b					
<i>Finca</i>	F_s	16,810	12,722	5,062	3,659
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Zona</i>	F_s	,750	,549	-	,179
	P	n.s.	n.s.	-	n.s.
<i>Tratamiento</i>	F_s	14,333	1,246	4,742	1,894
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
T+11					
<i>Finca</i>	F_s	184,960	21,245	361,000	24,619
	P	*	n.s.	*	n.s.
<i>Zona</i>	F_s	-	-	-	-
	P	-	-	-	-
<i>Tratamiento</i>	F_s	,027	,105	3,000	,817
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
T+22					
<i>Finca</i>	F_s	4,176	3,391	,405	,612
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Zona</i>	F_s	1,949	1,936	2,077	1,594
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tratamiento</i>	F_s	,961	2,005	3,912	1,341
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
T+inv_primav					
<i>Finca</i>	F_s	9,000	32,248	,111	28,654
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Zona</i>	F_s	,292	,695	,889	-
	P	n.s.	n.s.	n.s.	-
<i>Tratamiento</i>	F_s	,897	1,902	,259	,200
	P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Cuadro 6. Resultados de los análisis de la varianza de los grupos taxonómicos más representativos de predadores, parásitos, fitófagos, detritívoros, nectarívoros, polífagos y fungívoros. F_s = F de Fisher y Snedecor. P = significación; n.s.: $P \geq 0.05$ (no significativa); *; $P < 0.05$; **; $P < 0.01$. -: factor no interpretado por la obtención de una F_s negativa.

Grupo taxonómico	T+0		T+1a		T+1b		T+1I		T+22		T+inv_primav		
	F_s	P	F_s	P	F_s	P	F_s	P	F_s	P	F_s	P	
<i>Carabidae</i>	Tratamiento	0,65	n.s.	0,47	n.s.	1,00	n.s.	7,88	n.s.	7,00	n.s.	21,22	*
	Zona	1,00	n.s.	1,00	n.s.	1,00	n.s.	1,00	n.s.	-	-	-	-
	Finca	2,45	n.s.	4,00	n.s.	1,00	n.s.	5,74	n.s.	-	-	113,59	n.s.
<i>Coniopterygidae</i>	Tratamiento	0,13	n.s.	0,24	n.s.	38,09	*	1,73	n.s.	1,0	n.s.	0,43	n.s.
	Zona	-	-	0,43	n.s.	0,34	n.s.	0,16	n.s.	1,0	n.s.	-	-
	Finca	8,58	n.s.	12,23	n.s.	1,01	n.s.	22,54	n.s.	1,0	n.s.	83995,88	**
<i>Syrphidae</i>	Tratamiento	2,15	n.s.	2,33	n.s.	0,04	n.s.	1,07	n.s.	32,21	*	1,00	n.s.
	Zona	0,03	n.s.	0,33	n.s.	0,00	n.s.	-	-	0,12	n.s.	0,30	n.s.
	Finca	0,03	n.s.	0,36	n.s.	0,00	n.s.	4532,86	**	0,44	n.s.	0,39	n.s.
<i>Superf.</i>	Tratamiento	0,43	n.s.	21,51	*	0,10	n.s.	0,40	n.s.	-	-	1,00	n.s.
	Zona	0,02	n.s.	0,10	n.s.	0,19	n.s.	1,00	n.s.	-	-	1,00	n.s.
	Finca	4492,88	**	0,09	n.s.	3,34	n.s.	13,01	n.s.	-	-	1,00	n.s.
<i>Anthicidae</i>	Tratamiento	127,18	**	1,22	n.s.	0,72	n.s.	0,40	n.s.	11,53	**	6,25	*
	Zona	0,08	n.s.	0,55	n.s.	1,20	n.s.	0,00	n.s.	-	-	0,16	n.s.
	Finca	38,34	n.s.	4,44	n.s.	0,50	n.s.	0,01	n.s.	3,47	n.s.	6,17	n.s.
<i>Chironomidae</i>	Tratamiento	0,11	n.s.	0,14	n.s.	3,00	n.s.	21,38	*	0,65	n.s.	0,33	n.s.
	Zona	2,87	n.s.	-	-	4,00	n.s.	1,00	n.s.	0,45	n.s.	-	-
	Finca	-	-	9,00	n.s.	4,00	n.s.	6,67	n.s.	0,17	n.s.	-	-
<i>Heleomyzidae</i>	Tratamiento	2,88	n.s.	49,60	*	2,19	n.s.	0,05	n.s.	0,05	n.s.	2,95	n.s.
	Zona	0,78	n.s.	0,42	n.s.	5,16	n.s.	0,02	n.s.	1,15	n.s.	0,31	n.s.
	Finca	17,32	n.s.	11,03	n.s.	9276,70	**	3,27	n.s.	28,70	n.s.	0,74	n.s.
<i>Nitidulidae</i>	Tratamiento	0,28	n.s.	86,73	*	1,66	n.s.	0,40	n.s.	1,41	n.s.	0,71	n.s.
	Zona	3,12	n.s.	-	-	1,00	n.s.	0,51	n.s.	0,07	n.s.	1,52	n.s.
	Finca	0,02	n.s.	165,00	*	6,10	n.s.	1,25	n.s.	0,08	n.s.	44,65	n.s.
<i>Sarcophagidae</i>	Tratamiento	2,01	n.s.	57,70	*	9,32	n.s.	1,00	n.s.	1,00	n.s.	1,00	n.s.
	Zona	2,51	n.s.	-	-	-	-	1,00	n.s.	4,00	n.s.	1,00	n.s.
	Finca	13,01	n.s.	4,54	n.s.	3081,28	*	9,00	n.s.	1,00	n.s.	1,00	n.s.

Cuadro 7. Valores medios de abundancia de los nueve grupos taxonómicos para cada una de las fecha de muestreo en la que el análisis de la varianza (ANOVA) ha detectado diferencias estadísticamente significativas. T: parcela Testigo; D: parcela Dimetoato; I: parcela Imidacloprid.

	T+1a			T+1b			T+11			T+22			T+inv_primav		
	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I
<i>Carabidae</i>													1,07	1,19	1,04
<i>Coniopterygidae</i>				1,35	1,10	1,13									
<i>Syrphidae</i>										1,12	1,40	1,62			
<i>Coccoidea</i>	1,23	1,10	1,26												
<i>Anthicidae</i>										1,07	1,00	1,07	1,22	1,66	1,23
<i>Chironomidae</i>							1,17	1,13	1,04						
<i>Heleomyzidae</i>	1,46	1,62	1,33												
<i>Nitidulidae</i>	1,21	1,40	1,51												
<i>Sarcophagidae</i>	1,07	1,13	1,07												

DISCUSIÓN

Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la diversidad y la abundancia, tanto de insectos útiles como totales, se han analizado de forma independiente las capturas realizadas en cada fecha de muestreo. Es decir, en ningún momento se han mezclado datos de fechas distintas en las que la fenología de los insectos podría encontrarse en estados diferentes. Por estos motivos, se puede descartar que la inexistencia de diferencias significativas en los parámetros analizados, entre parcelas tratadas y parcelas Testigo, esté influida por diferencias en el estado fenológico de los grupos de insectos procedentes de las distintas muestras.

En trabajos similares al descrito en el presente artículo (RUIZ y MUÑOZ-COBO, 1997; VARELA y GONZÁLEZ, 2000; RUIZ y MONTIEL, 2002; ADÁN *et al.*, 2005) se detecta una influencia significativa de las aplicaciones con Dimetoato sobre la entomofauna, si se compara con lo observado en las parcelas Testigo. Por esta razón, llama la atención la falta de diferencias observadas aquí entre el conjunto de parcelas tratadas (cualquiera que sea la materia activa utilizada) y las parcelas Testigo. En los trabajos consultados, no obstante, el tratamiento aplicado sobre los olivos es total, y no de parcheo como los realizados en el presente ensayo. El parcheo da

lugar a la existencia de zonas del olivar que no quedan expuestas a los tratamientos, las cuales pueden estar ejerciendo el papel de reservorios de insectos que actuarían como fuente de los mismos, compensando y, por lo tanto, enmascarando el efecto que los tratamientos pudiesen tener sobre su abundancia y diversidad. Este fenómeno está descrito en VARELA y GONZÁLEZ (2000). Otra fuente habitual de artrópodos útiles que podría facilitar la recuperación de sus poblaciones tras un tratamiento fitosanitario es la vegetación adventicia, ya sea en cubiertas vegetales, linderos o malas hierbas dentro del olivar. Sin embargo, las parcelas en las que se ha llevado a cabo el ensayo carecen de dichas estructuras de vegetación.

También destaca la inexistencia de diferencias significativas entre las parcelas tratadas con Dimetoato y las tratadas con Imidacloprid. Los resultados obtenidos por ADÁN *et al.* (2005) al analizar el efecto sobre la entomofauna auxiliar de diferentes compuestos utilizados en el control de moscas de la fruta, pusieron de manifiesto que las aplicaciones cebo con Dimetoato resultan mucho más tóxicas que las realizadas con Imidacloprid. Esto se explica, según dichos autores, por el hecho de que Dimetoato es un insecticida de amplio espectro con un potente efecto por contacto, además de actuar por ingestión (DE LIÑÁN, 2004). Sin embargo, en el presente ensayo no se ha detectado un

efecto diferencial entre estos dos tratamientos, sino más bien el comportamiento de ambos productos fitosanitarios parece equiparable.

Por otro lado, el número de grupos taxonómicos cuya abundancia se muestra afectada de forma diferente por ambas sustancias es considerablemente bajo: sólo nueve de los 46 grupos taxonómicos representados en el estudio por más de 30 ejemplares, es decir, menos de la quinta parte. Los individuos incluidos en dichos grupos representan aproximadamente la décima parte del total capturado a lo largo del estudio. Por otra parte, en estos nueve grupos taxonómicos no es posible identificar una tendencia clara que permita constatar que la abundancia de individuos sea mayor en las parcelas no tratadas (Testigo) que en las parcelas tratadas, cualquiera que sea el producto fitosanitario empleado. Concretamente, en el 27,3 % de los casos la abundancia es mayor en las parcelas Testigo, mientras que en el 72,7 % de los casos restantes las mayores abundancias se reparten por igual entre las parcelas tratadas con Dimetoato y con Imidacloprid.

Como consideración final, debido al tamaño de las parcelas de tratamiento utilizado, no se descarta la posibilidad de que haya existido un cierto grado de deriva de artrópodos procedentes de las parcelas Testigo.

CONCLUSIONES

1. El tamaño y la diversidad de la muestra con la que se ha trabajado en el presente

ensayo, compuesta por 35.401 individuos y 97 grupos taxonómicos distintos, han posibilitado que los análisis efectuados estén sustentados en una matriz de datos considerablemente sólida, lo que proporciona robustez a los resultados obtenidos.

2. En un periodo de ocho meses inmediatamente después de un tratamiento fitosanitario con Dimetoato e Imidacloprid para el control de *Bactrocera oleae* (Mosca del olivo), no se han detectado diferencias estadísticamente significativas en la abundancia y diversidad total de artrópodos, ni en relación con los grupos útiles para la lucha biológica, de las que pueda responsabilizarse a la naturaleza activa de las diferentes estrategias fitosanitarias puestas en práctica en el ensayo.
3. A lo largo de ocho meses transcurridos a partir de un tratamiento fitosanitario con Dimetoato e Imidacloprid para el control de *Bactrocera oleae*, tan sólo la abundancia de nueve grupos taxonómicos de los 46 considerados (el 19,6 %) se ve significativamente afectada por los tratamientos. Los individuos incluidos en dichos grupos representan solamente el 9,8 % del total capturado a lo largo del ensayo.
4. En los nueve grupos taxonómicos en los que la abundancia es afectada por los tratamientos aplicados no siempre hay una tendencia clara que permita constatar que la abundancia de individuos sea mayor en las parcelas no tratadas (Testigo) que en las parcelas tratadas, ya sea con Dimetoato o con Imidacloprid.

ABSTRACT

FARFÁN M. A., J. C. GUERRERO, J. OLIVERO, J. IZQUIERDO, J. M. VARGAS. 2006. Effect on olive grove arthropod communities of a bait-application with Imidacloprid 20 LS for the control of *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae), Olive Fruit Fly. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 739-756.

In this study we verify the effect of a bait-application on olive grove arthropods with Imidacloprid for the control of *Bactrocera oleae*. We compare the results with those obtained with the application of Dimethoate and with absence of any treatment. We analysed in two different regions the diversity and abundance of the olive grove arthropod communities within Malaga province (South Spain), particularly those taxonomic groups useful for the biological control of olive grove plagues. To capture the arthropods we used pit-fall traps and sticky yellow and blue traps. We captured 35.401 arthropods

classified in 97 different taxonomic groups. We did not detect significant differences in the diversity and abundance of the total arthropods neither in the taxonomic groups useful for the biological control caused by the applications. Individually, we found significant differences in the abundance of nine taxonomic groups only, although the abundance of individuals is not always higher in the plots with absence of treatment.

Key words: arthropod, confidor, dimethoate, experiment, impact, olive tree.

REFERENCIAS

- ADÁN, A., BUDIA, F., CONTRERAS, G., DEL ESTAL, P., MEDINA, P. y VIÑUELA, E. 2005. Efectos de la pulverización cebo en *Chrysoperla carnea* y *Psytalia concolor*. ¿Un ejemplo de selectividad ecológica? *Phytoma España*, nº 169: 67-70.
- ALVARADO, M., CIVANTOS, M. y DURÁN, J. M. 1997. Plagas. En: *El Cultivo del Olivo*. Editorial Mundi-Prensa. Cap. 15. 399-459.
- CIVANTOS, M. 1999. Defensa fitosanitaria en sistemas de producción integrada. En: *Cultivo del olivar en zonas de especial protección ambiental. Informaciones Técnicas 65/99*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- DE LIÑÁN, C. 2004. *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2005*. Ediciones Aerotécnicas. Madrid, 740 pp.
- FERNÁNDEZ-ALES, R., MARTÍN, A., ORTEGA, F. y ALES, E. E. 1992. Recent changes in landscape structure and function in a mediterranean region of SW Spain (1950-1984). *Landscape Ecology*, 7: 3-18.
- RUIZ TORRES, M. y MONTEL BUENO, A. 2000. Introducción al conocimiento de la Entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos. (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, 26: 129-147.
- RUIZ TORRES, M. y MONTEL BUENO, A. 2002. Efectos del dimetoato usado en aplicaciones terrestres y aéreas sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 525-560.
- RUIZ TORRES, M. y MUÑOZ-COBO ROSALES, J. 1997. Efectos de insecticidas en la entomofauna del olivar. *Actas VIII Simposium Científico-Técnico de Expoliva-97*.
- SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W. G. 1974. Statistical methods. The Iowa State University Press, Iowa. 703 pp.
- TORRELL, A., ROJO, M., DUATIS, J. J. y PEDRET, E. 1997. Nueva técnica para el control de la mosca del olivo por medios aéreos en la zona olivarera de Baix Ebre y Montsià (Tarragona). *Phytoma España*, nº 92: 46-57.
- VARELA, J. L. y GONZÁLEZ, R. 2000. La lucha química contra *Prays oleae* (Lep., Yponomeutidae) y su influencia en los enemigos naturales de las plagas del olivar. *Phytoma España*, nº 115: 24-30.
- VARGAS, J. M. 2002. *Alerta cinegética. Reflexiones sobre el futuro de la caza en España*. Otero, Madrid: 399 pp.

(Recepción: 15 marzo 2006)

(Aceptación: 14 septiembre 2006)