

Efecto de los tratamientos-cebo aéreos con spinosad contra Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.; Diptera: Tephritidae) sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO

Durante 2003 y 2004 se realizaron experiencias de tratamientos cebo aéreos con spinosad y dimetoato contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en dos zonas continuas de 500 Has cada una, en los términos municipales de Martos (2003) y Torredelcampo (2004) de la provincia de Jaén. Para conocer el impacto sobre la entomofauna, se llevaron a cabo muestreos en las zonas tratadas utilizando trampas de caída (pit-fall) con cerveza, ácido láctico y acético como atrayentes, colocadas en el suelo bajo la copa del olivo, y placas engomadas amarillas y azules colocadas entre el follaje de los olivos. En cada zona se diferenciaron las bandas tratadas y las bandas protegidas, no tratadas, adyacentes a estas. Las épocas de muestreo fueron: previo al tratamiento (T-0), justo después del tratamiento (T+0) y a los 13 días (en 2003) o 19 días (en 2004) del tratamiento. Las capturas obtenidas en las trampas se han clasificado a nivel de Familia y se han diferenciado grupos tróficos.

En la parcela tratada con spinosad, se encuentran impactos sobre taxones depredadores y una disminución significativa de algunos parásitos. Al comparar la tendencia de la parcela tratada con spinosad, con la tendencia de la parcela tratada con dimetoato, no pueden establecerse conclusiones definitivas porque los dos años se han comportado de manera diferente y porque las capturas exiguas de muchos taxones impiden afirmar con rotundidad que los descensos se deban al efecto de los insecticidas y no a cualquier otro efecto ambiental. En cualquier caso, se constata que el spinosad produce perturbaciones en la comunidad de artrópodos del olivo.

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal. Carretera de Córdoba s/n. Cerro de Los Lirios. 23005 JAÉN.

Palabras clave: *Bactrocera oleae*, spinosad, dimetoato, impacto, depredadores, parásitos.

INTRODUCCIÓN

Las actuaciones contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en España se basan, mayoritariamente, en aplicaciones cebo adulticidas con proteína hidrolizable mediante tratamientos aéreos o terrestres (ALVARADO *et al.*, 2004) que son coordinados dentro del Programa de Mejora de la Calidad de la Producción del Aceite de Oliva.

El dimetoato es con diferencia el insecticida más empleado en estos tratamientos, sustituido en algunas zonas por alfa-cipermetrina o deltametrina en aplicaciones-cebo aéreas (ESCOLANO, 2001; TORRELL *et al.*, 1997). En olivar ecológico se emplean diferentes formas de trapeo masivo (ALVARADO *et al.*, 2004; CABALLERO, 2001), con escaso éxito hasta ahora, o aplicaciones-cebo aéreas con una mezcla de piretrinas naturales y rotenona.

Por otro lado, el impacto sobre la entomofauna auxiliar de los tratamientos con dimetoato (ESCOLANO, 2001; RUIZ Y MONTIEL, 2002; RUIZ y MUÑOZ-COBO, 1997) y la necesidad de encontrar insecticidas compatibles con los criterios de agricultura ecológica, indujo a iniciar experiencias en España sobre la eficacia del spinosad, un insecticida biológico, contra la Mosca del Olivo (RUIZ *et al.*, 2004), si bien ya se está empleando en tratamientos cebo aéreos contra dicha plaga en California, USA (COLLIER y STEENWYK, 2003).

El spinosad es un insecticida biológico con actividad por ingestión y contacto, de nueva generación, de los denominados "naturalitos" (VIÑUELA, 1996), derivado de dos toxinas (spinosin a y spinosin d) producidas por un hongo actinomiceto de suelo (*Saccharopolyspora spinosa*). Es un insecticida con carácter neurotóxico, basado en la excitación y posterior bloqueo de los receptores nicotínicos de la acetilcolina, con un efecto sobre la función de recepción del GABA (THOMPSON *et al.*, 1999). Ha demostrado su efectividad como insecticida en tratamientos cebo frente a diversas especies de Tephritidae (BURNS *et al.*, 2001; COLLIER y STEENWYK, 2003; STARK *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2001). Por su origen natural y su tipo de acción, catalogada como selectiva, se han evaluado sus posibilidades en programas de manejo integrado de plagas en algunos cultivos, llegando a recomendarse su empleo como insecticida de bajo impacto (ELZEN, 2001; GALVAN, 2005; LUDWIG y OETTING, 2001; MICHAUD, 2003; MUSSER y SHELTON, 2003; VARGAS *et al.*, 2001). Sin embargo, otros estudios desaconsejan este uso, llegando a hacerlo similar a insecticidas de síntesis como el clorpirifos (CISNEROS *et al.*, 2002; MENDEZ *et al.*, 2002) y algunos piretroides (NOWAK *et al.*, 2001) en cuanto al grado de toxicidad frente a insectos auxiliares. Esta disparidad de criterios puede deberse al diferente efecto que produce dependiendo de las especies y grupos tóxicos considerados (WILLIAMS *et al.*, 2003). Es revelador el trabajo de TILLMAN y MULROONEY (2000) en el cual se pone de manifiesto cómo en ensayos de laboratorio el spinosad es altamente

tóxico para una especie, y sin embargo en el campo no lo es debido al comportamiento de dicha especie, que le evita la exposición del insecticida.

El interés del spinosad contra la mosca del olivo estriba en su posibilidad de empleo en agricultura ecológica, lo cual está siendo considerado en Estados Unidos (OMRI, 2002). Sin embargo, en Europa, el Reglamento Comunitario 2092/91, en su Anexo II B, establece los criterios para autorizar un insecticida en agricultura ecológica, y estos no los cumple completamente el spinosad.

Con todo, durante los años 2003 y 2004, el Servicio de Sanidad Vegetal de la Junta de Andalucía autorizó en las provincias de Córdoba, Jaén, Málaga y Sevilla, tratamientos cebo aéreos con spinosad contra la Mosca del Olivo, dentro del Programa de Control de dicha plaga, a fin de evaluar su eficacia. En 2005, el spinosad, en su formulación para tratamientos cebo (Spintor® Cebo), ha tenido una ampliación de registro especial para el empleo en olivar, y por ello se ha autorizado el uso del spinosad en tratamientos cebo aéreos contra la mosca del olivo en Andalucía dentro del Programa de Mejora de la Calidad del Aceite.

En España se han realizado algunas experiencias de laboratorio sobre la toxicidad del spinosad contra insectos auxiliares (BUDIA *et al.*, 2000; SCHNEIDER *et al.*, 2000, 2003), pero no se han llevado a cabo evaluaciones de campo. Así, en el ámbito de los tratamientos experimentales de 2003 y 2004 se llevó a cabo una valoración del impacto de estos tratamientos sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El impacto sobre la entomofauna del olivar se ha valorado tanto en las zonas tratadas con el spinosad como en aquellas otras adyacentes tratadas con dimetoato, para que pueda servir de referencia al primero, puesto que es el insecticida más empleado en el olivar.



Figura 1. Tratamiento cebo aéreo.

Se escogieron dos zonas de tratamiento aéreo de 500 Has, colindantes, una para dimetoato y otra para spinosad. En cada año (2003 y 2004), dichas zonas han sido diferentes.

Las localidades escogidas han sido:

Zona Olivos Centenarios, en el término municipal de Martos (Jaén). Están encuadrados en la Campiña del Sur de Jaén. Se trata de cultivos con arbolado muy viejo, con un marco de plantación de 15x15 m y ausencia casi completa de discontinuidades ambientales ajenas al cultivo. La zona de muestreo del spinosad es un olivar con las características mencionadas, sin cobertura herbácea y manejo de suelo con laboreo. Ruedo con abundante hojarasca y riego por inundación. La parcela de muestreo del dimetoato albergaba cierta presencia herbácea en las camadas (inferior al 20%, y con plantas pequeñas). Siega química de las malas hierbas y riego por goteo. El tratamiento aéreo en esta zona se llevó a cabo en 2003.

Campiña Torredelcampo, en el término municipal de Torredelcampo (Jaén). Están encuadrados en la Campiña Sur de Jaén. La parcela de muestreo del spinosad es un cultivo con arbolado centenario, marco de plantación de 12x12 m. No tiene cobertura herbácea y manejo de suelo con labor y siega química en ruedos del olivo. La parcela de muestreo del dimetoato es un olivar de similares características del anterior, pero con un marco de plantación más estrecho y arbolado más joven. El tratamiento aéreo en esta zona se llevó a cabo en 2004.

En todas las zonas mencionadas estaban instaladas las Estaciones de Control previstas en la Red Dacus de control de la Mosca del Olivo y los tratamientos se realizaron cuando se superaron los umbrales de población de mosca previstos.

El tratamiento cebo aéreo (Figura 1) realizado consistía en aplicaciones en bandas de 25 m (bandas tratadas) separadas por un



Figura 2. a) Trampa de caída, o "pit-fall". b) Trampa amarilla. c) Trampa azul.

espacio de 75 m (bandas protegidas) sin tratar. En el caso del dimetoato se emplearon 20 litros de caldo por Ha, con una composición de 500 cc de dimeotato 40% y 500 gr de proteína hidrolizable como atrayente, y el resto agua. En las zonas tratadas con spinosad, el caldo llevaba 5 litros/Ha de un formulado denominado Spintor®Cebo, que lleva incorporados una serie de atrayentes alimenticios y una concentración de 0.024% de spinosad.

Para valorar el impacto de las aplicaciones sobre la entomofauna, se ha muestreado la comunidad de artrópodos viva con el siguiente esquema de trapeo: en un mismo árbol se han situado una trampa de caída, consistente en un vaso de plástico blanco (Figura 2 a), de 7 cm de diámetro y colocado a ras de suelo con un líquido atrayente compuesto por 25 cc de ácido acético, 25 de ácido láctico y 15 cc de formaldehído al 10% en 1000 cc de cerveza (CHERIX y BOURNE, 1980; GONZÁLEZ MOLINÉ, 1987), una placa amarilla pegajosa (Figura 2 b) colocada entre el follaje del árbol, a unos 170 cm de altura en orientación S-SO y otra placa azul (Figura 2 c) pegajosa en el extremo opuesto, para evitar que interfiriesen una con otra.

Este sistema de muestreo se ha empleado en anteriores estudios sobre entomofauna del olivar (RUIZ y MONTIEL, 2000, 2001).

Las trampas deberían haber estado colocadas cuarenta y ocho horas, pero en algunas ocasiones no ha sido posible respetar ese tiempo y se retiraron al día o a los cuatro días de su colocación por lo que se ha trabajado con índices de capturas por día.

El análisis de la información aportada por las trampas se ha llevado a cabo de manera

conjunta, es decir, uniendo las capturas de los tres tipos de trampas en un mismo árbol, a fin de intentar contrarrestar el escaso número de individuos obtenido por causas climáticas.

En cada zona de aplicación (spinosad y dimetoato) se ha muestreado en la banda tratada y en la banda protegida, distando cada batería de trampas unos 50 metros. En cada banda se han colocado estos dispositivos de muestreo en cuatro (en 2003) y en cinco árboles consecutivos (2004), tras comprobar previamente la cantidad mínima necesaria mediante las frecuencias acumuladas de aparición de nuevos taxones (MAGURRAN, 1989).

Las capturas fueron analizadas a nivel de Familia en la mayoría de las ocasiones. También se han clasificado los individuos, cuando ha sido posible, en categorías tróficas que tienen incidencia directa para la práctica de la agricultura: depredadores, parásitos, fitófagos y detritívoros. En el caso de Dípteros, Lepidópteros y algunos Himenópteros, la condición trófica escogida ha sido la de sus estadíos preimaginales.

Secuencia de muestreo:

En Jaén y en 2003 entre 6-8 de octubre se hizo muestreo previo al tratamiento (T-2). El tratamiento se llevó a cabo el 10 de octubre e inmediatamente después se hizo otro muestreo (10-14 octubre; T+0). Posteriormente, se hizo otro muestreo el 23-27 de octubre (T+13).

En Jaén y en 2004 entre 4-5 de octubre se hace el primer muestreo (T-1). El tratamiento se efectuó el 6 de octubre y entre el 7-8 de octubre se hizo el muestreo T+1, y otro posterior entre 21-25 de octubre (T+19).

Para la comparación cuantitativa de resultados se ha empleado el ANOVA, previa normalización de los mismos mediante la transformación de datos $(x+1)^{1/2}$. En el caso de comparaciones entre parcelas tratadas y parcelas protegidas, justo después de las aplicaciones, se han usado las capturas obtenidas previas al tratamiento como covariable (ANCOVA). Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa estadístico SPSS 11.5 (FERRANZ, 1996).

Para comparar la composición cualitativa de la comunidad muestreada se ha empleado el test de homogeneidad de la chi cuadrado.

RESULTADOS

**Año 2003.
Spinosad.**

En el Cuadro 1 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las

diversas comparaciones realizadas. Al tener en cuenta el número total de capturas, aparecen descensos significativos del número de individuos capturados comparando el momento previo al muestreo con el inmediatamente posterior y con los trece días de la aplicación.

Con respecto de los grupos tróficos, al comparar las capturas tenidas antes de la aplicación con las inmediatamente posteriores y con las logradas a los trece días del tratamiento, se encuentran descensos de efectivos estadísticamente significativos entre los depredadores, parásitos y fitófagos.

Al comparar las capturas de taxones entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos de efectivos en *Dolicopodidae* y *Tripetidae* (Diptera), *Formicidae* y *Betiloidea* (Himenoptera) y aumentos en los *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre antes del tratamiento y trece días después del mismo,

Cuadro 1. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	SPI(T-2)	SPI(T+0)		SPI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Grillidae	0,33	0,06	0,06		
Dermaptera			0,06		
Embiidae	0,67 ^{c,d}	0,31	0,31	0,19 ^c	0,13 ^d
Cicadelidae	0,33	0,50	0,81		0,25
Afidae	0,33	0,94	0,94	0,50	0,31
Isidae		0,06		0,06	
Psyllidae	0,17	0,13			
Penfigidae		0,31	0,19		
Homoptera ind.	0,83 ^{a,b,c,d}	0,06 ^a	0,06 ^b	0 ^c	0 ^d
Tisanoptera ind.	0,67	1,56	1,50	0,44	
Psocoptera ind.	20,67	0,63	0,31		
Miridae	0,33				
Crisopidae	1,83 ^{c,d}	1,00	1,13	0,38 ^c	0,31 ^d
Neuroptera ind.	0,17				
Drosophilidae	2,67	2,81	2,94	2,44	3,44
Micetophilidae	0,17 ^{a,c,d}	1,19 ^a	0,56	2,13 ^c	3,06 ^d
Escatopsidae	0,17		0,13		
Cloropidae	0,33	0,06 ^c	0,5 ^c	0,13	
Foridae	1,33	1,81	1,75	0,88	1,00

Cuadro 1 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	SPI(T-2)	SPI(T+0)		SPI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Tripetidae	7,33 ^{a,b,c,d}	0,38 ^a	0,25 ^b	0,06 ^c	0,25 ^d
Sirfidae	0,50	1,13	0,38	1,63	1,13
Empididae	0 ^b	0,38	0,75 ^b	0,50	0,38
Psicodidae	0 ^{a,b}	0,31 ^a	0,25 ^b		
Quironomidae				0,06	0,19
Calliphoridae	2,67		1,31	5,13	4,19
Dolicopodidae	1,83 ^{b,c,d}	1,00	0,19 ^b	0 ^c	0 ^d
Cecidomidae	0 ^b	0 ^c	0,38 ^{b,c}		
Heleomycidae			0,06		
Asilidae					0,06
Sepsidae	1,17	0,06	0,06		
Nematocera ind.	0,33 ^{a,c,d}	1,75 ^a	1,13	2,69 ^c	2,13 ^d
Brachycera ind.	2 ^{b,d}	3,94	5,56 ^b	4,31	6 ^d
Carabidae	0,17		0,06	0,06	0,13
Tenebrionidae	0 ^a	0,19 ^{a,c}	0 ^c		
Elateridae					0,06
Anthicidae	0,17				
Lucanidae	0,17	0,06	0,06		
Staphilinidae	0,67	0,38	0,19	0,50	0,31
Nitidulidae	0,33 ^{a,b}	1,75 ^a	1,25 ^b	0,13	0,06
Coccinelidae	0 ^a	0,31 ^a	0,19		
Crismelidae		0,06			
Coleoptera ind.	0,5 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,06 ^d
Formicidae	6,83 ^{a,b,c,d}	2,19 ^a	1,75 ^b	1,19 ^c	0,31 ^d
Proctotrupeoidea		0,06	0,06	0,06	
Ichneumonidae	1 ^{c,d}	0,50	0,50	0 ^c	0,06 ^d
Braconidae	0,67 ^{c,d}	0,38	0,50	0 ^c	0 ^d
Calcidoidea	5,17 ^{c,d}	4,25	4,56	0,44 ^c	0,94 ^d
Betiloidea	0,83 ^{a,b,c,d}	0,25 ^a	0,31 ^b	0 ^c	0,06 ^d
Apoidea	0,17	0,44	0,56	0,13	0,06
Vespidae			0,06		
Himenoptera ind.	0 ^b	0,19	0,5 ^b	0,06	0,06
Noctuidae	0,5 ^{a,b,c,d}	0,06 ^a	0,06 ^b	0,06 ^c	0,13 ^d
Tineoidea	0,17				
Papilionoidea					0,13
Collembola	0 ^d			0,19 ^f	0,56 ^{d,f}
Araneae	1,00	0,94	0,88	0,38	0,44
Total	65,17 ^{a,b,c,d}	34 ^a	33,18 ^b	24,75 ^c	26,19 ^d
Depredadores	6,8 ^{b,c,d}	5,5	4,14 ^b	3,64 ^c	2,89 ^d
Parásitos	7,7 ^{a,b,c,d}	5,4 ^a	5,9 ^b	0,5 ^c	1,1 ^d
Fitófagos	11,3 ^{a,b,c,d}	4,37 ^a	4,75 ^b	1,25 ^c	1,13 ^d
Detritívoros	7,2	8,8	8	8,83	9,4
N° Taxones	38	40	42	28	30

se encuentran los descensos significativos entre *Crisopidae* (Neuroptera), *Dolicopodidae* y *Tripetidae* (Diptera) y *Formicidae*, *Ichneumonidae*, *Calcidoidea* y *Betiloidea* (Himenoptera), y aumentos significativos entre *Micetophilidae* (Diptera).

Al comparar la composición cualitativa, se deduce que no hay una diferenciación de poblaciones a lo largo del proceso de muestreo, es decir, la fracción de la entomocenosis de la que tenemos información, no se modifica de manera significativa en cuanto a la presencia de taxones ($\chi^2=0.87$ al comparar T-2 con la banda tratada y $\chi^2=0.35$ con la banda no tratada; $\chi^2=3.38$ al comparar la

banda tratada con la banda protegida en T+0 y $\chi^2=0.97$ al hacer la misma comparación en T+13; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$)

Dimetoato.

En el Cuadro 2 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las diversas comparaciones realizadas. Al considerar las capturas totales, se encuentran descensos significativos del número de artrópodos obtenidos a los trece días de la aplicación con respecto de los tenidos antes del tratamiento.

Con respecto de los grupos tróficos, los taxones depredadores, parásitos de artrópo-

Cuadro 2. Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	DI(T-2)	DI(T+0)		DI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Grillidae	0,13		0,06		
Blattidae			0,06		
Embiidae	0 ^d	0,06	0,06	0,19	0,69 ^d
Cicadelidae	1,13 ^{c,d}	1,00	0,63	0,19 ^c	0,19 ^d
Cixidae		0,25	0,13		0,06
Afido	0,50	0,38	0,38	0,31	0,25
Isidae	0 ^a	0,13 ^{a,c}	0 ^c		
Psyllidae	0,5 ^{a,d}	0,13 ^a	0,31	0,19	0,06 ^d
Pentfigidae	0,25	0,19	0,13	0,06	
Homoptera ind.		0,06			
Fleotripidae		0,19	0,13		0,13
Tisanoptera ind.	0,63 ^{a,d}	1,75 ^{a,c}	0,88 ^c	0,25	0,06 ^d
Psocoptera		0,06	0,19		0,06
Miridae	0,13	0,06			
Heteroptera ind.		0,06			0,06
Crisopidae	0,63	1,25	1,19	0,19	0,44
Neuroptera ind.		0,06			0,13
Kalotermitidae	0,13	0,06			
Drosophilidae	0,63 ^{a,b,c,d}	2,38 ^a	2,44 ^b	3,69 ^c	4,87 ^d
Micetofilidae	0 ^{c,d}	0,31	0,31	8,25 ^c	7 ^d
Escatopsidae	0 ^c			0,19 ^c	0,13
Cloropidae	1,63	0,06	0,25		
Foridae	1,5 ^{b,c,d}	1,56	2,94 ^b	2,81 ^c	3 ^d
Tripetidae	1 ^{a,b,c,d}	0 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,13 ^d
Sirfidae	1,88 ^{a,b}	0,25 ^a	0 ^b	0,75	0,56

Cuadro 2 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	DI(T-2)	DI(T+0)		DI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Empididae	19,13 ^{a,b,c,d}	2,75 ^a	3,94 ^b	0,44 ^c	0,63 ^d
Psicodidae		0,06			
Quironomidae		0,31	0,25	0,19	
Calliphoridae	1,63 ^{a,b}	0,75 ^a	0,25 ^b	1,06	1,13
Dolicopodidae	1,63 ^{a,c,d}	0,13 ^a	0,25	0 ^c	0,06 ^d
Cecidomidae			0,06		0,06
Heleomyzidae	0,13	0,13			
Asilidae		0,06			
Sepsidae	0,13	0,19			
Nematocera ind.	1,50	7,50	1,69	2,88	3,81
Brachycera ind.	5,25 ^b	4,25	1,5 ^b	3,81	5,19
Carabidae			0,06		
Cucujidae		0,06	0,06		
Curculionidae			0,13		
Antícido	0,13				0,06
Staphilinidae	0,63 ^{c,d}	0,13	0,38	1,5 ^c	1,5 ^d
Nitidulidae	0 ^{a,b}	2,13 ^a	2,38 ^b		
Coccinelidae	0 ^b	0,13	0,19 ^b		
Coleoptera ind.		0,13	0,13	0,06	
Formicidae	9,63 ^{a,b,c,d}	3,19 ^a	4,13 ^b	1,19 ^c	2,19 ^d
Proctotrupeoidea	0,25 ^{a,b,c,d}	0 ^a	0 ^b	0 ^c	0 ^d
Icneumonidae	0,50	0,13	0,69	0,06	0,06
Braconidae	2,63 ^{c,d}	1,81	1,75	0 ^c	0 ^d
Calcidoidea	5,5 ^{a,c,d}	2,13 ^a	2,75	1,25 ^c	1,88 ^d
Driinidae			0,06		
Betiloidea		0,19	0,06	0,13	0,06
Apoidea	0,25	0,25	0,19		
Sphecidae	0,25 ^{b,c,d}	0,19	0 ^b	0 ^c	0 ^d
Himenoptera ind.	1 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0,19 ^b	0,25 ^c	0,06 ^d
Piraloidea	0 ^a	0,25 ^a	0,19	0,13	0,19
Micropterigidae		0,06			
Noctuidae	1 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,25 ^d
Tineoidea	0,13	0,06	0,06		
Lepidoptera ind.					0,06
Scorpionida			0,06		0,06
Collembola			0,13	0,25	0,13
Araneae	1,13	0,50	0,56	0,69	1,00
Acarina				0,13	0,13
Total	63 ^{a,b,c,d}	37,94 ^a	32,13 ^b	31,18 ^c	36,31 ^d
Depredadores	25,03 ^{a,b,c,d}	5,57 ^a	6,75 ^b	3,89 ^c	5,2 ^d
Parásitos	8,9 ^{a,c,d}	4,26 ^a	5,31	1,4 ^c	2 ^d
Fitófagos	7,03 ^{b,c,d}	4,7	3,3 ^b	1,8 ^c	1,75 ^d
Detritívoros	3,9 ^b	7,25	8,64 ^b	7,4	8,9
N° Taxones	34	49	43	30	37

dos y fitófagos presentan descensos estadísticamente significativos al comparar las capturas previas a la aplicación con las tenidas en T+0 y T+13. Sin embargo, en el caso de los taxones considerados detritívoros, se aprecia un incremento significativo en el momento de muestreo inmediatamente posterior al tratamiento.

Al comparar las capturas de los taxones más relevantes entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos en los siguientes: *Empididae*, *Tripetidae*, *Sirfidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera) y aumentos en *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y en *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre T-2 y T+13, los taxones más relevantes que ponen de manifiesto diferencias significativas son, en cuanto a descensos de capturas, *Cicadeli-*

dae (Homoptera), *Empididae*, *Tripetidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea*, *Braconidae* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera). Y un aumento de capturas respecto de las tenidas en T-2, *Micetophilidae*, *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar la composición cualitativa, existe un grado de homogeneidad significativo entre T-2 y T+0 ($\chi^2=2.26$ con la banda tratada, $\chi^2=0.04$ con la banda protegida; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$) y también entre la banda tratada y la banda protegida en T+0 ($\chi^2=0.01$) y en T+13 ($\chi^2=1.08$).

**Año 2004.
Spinosad.**

En el Cuadro 3 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las

Cuadro 3. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	SPI (T-1)	SPI(T+1)		SPI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Psocoptera	0,2	0,2	0,4	0,15	0,1
Cicadelidae	3 ^{a, b}	0,8 ^a	0,2 ^b	1,9	3,15
Cixidae					0,05
Psyllidae		0,2		0,05	0,05
Isidae	0,4			0,15	
Afidae	0 ^{a, b, c, d}	2,2 ^a	2,2 ^b	1,2 ^c	1,75 ^d
Aleurodidae	0,6	0,4			
Homoptera ind.	0	0,2	0,4		
Crisopidae	0,4 ^d	0 ^c	1 ^c	0,85	1,9 ^d
Pentatomidae				0,05	0,05
Miridae		0,2			
Ligaeidae		0,2			
Heteroptera ind.		0,4	0,2	0,1	0,1
Fleotripidae	0,2	0,2	0,2		0,15
Tisanoptera ind.	17,4 ^{c, d}	12	17,2	5,8 ^c	9,7 ^d
Micetophilidae	0 ^{b, c, d}	0 ^c	1 ^{b, c}	0,6 ^c	0,85 ^d
Cecidomidae	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Foridae	6,4 ^b	5,2 ^c	1,8 ^{b, c}	8,05	6,9
Scatopsidae	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3
Drosophilidae	2,2 ^{a, b, c}	5 ^a	6,2 ^b	4,7 ^c	3,15
Calliphoridae	0 ^{c, d}	0,6	0,2	6,15 ^{c, f}	4,7 ^{d, f}

Cuadro 3 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	SPI (T-1)	SPI(T+1)		SPI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Heleomycidae	0 ^c			0,15 ^c	0,15
Cloropidae		0,2			0,35
Dolicopodidae	0,2 ^d	0,4	0,4	0,9	1,45 ^d
Tripetidae	1 ^{c,d}	0,2		3,45 ^{c,f}	10,1 ^{d,f}
Sirfidae	0,2	0,6 ^c	0 ^e	0,1	0,45
Taquinidae	0,4		0,4	0,25	0,2
Antomiidae	0,2				
Sciomicidae	0,2			0,1	
Sepsidae	0	0,2	0,4	0,35	0,35
Scatophagidae	0	0	0,2		
Nematocera ind.	0,6	0,2	0,6	0,35	0,4
Brachycera ind.	1,8 ^{c,d}	2	1,8	3,8 ^c	6 ^d
Carabidae			0,4	0,25	0,05
Coccinelidae			0,2	0,05	0,05
Nitidulidae	4 ^{c,d}	4,4	4,2	0,2 ^c	0 ^d
Tenebrionidae	0 ^b	0 ^e	0,4 ^{b,c}	0,15	
Anthicidae	0 ^d			0 ^f	0,15 ^{d,f}
Staphilinidae	0 ^{c,d}			0,75 ^c	0,85 ^d
Cucujidae					0,05
Coleoptera ind.	0 ^a	0,6 ^{a,c}	0 ^c	0,25	0,45
Formicidae	0,4 ^d	0 ^e	1,6 ^e	1,95	2,55 ^d
Apoidea		0,4			
Icneumonidae	0,2			0,3	0,1
Calcidoidea	4,2	3,4	5,4	3,55	5,95
Braconidae	0,2 ^b	0,2 ^c	0,8 ^{b,c}	0,4	0,65
Ceraphronidae	0 ^{c,d}			0,6 ^c	0,6 ^d
Cinipoidea				0,1	0,05
Sphecidae	0,2				
Xifidridae				0,05	
Himenoptera ind.	1,2 ^{a,b,c,d}	0,2 ^a	0,2 ^b	0,2 ^c	0,2 ^d
Kalotermitidae	0 ^{c,d}			0,5 ^{c,f}	0,85 ^{d,f}
Tineoidea	0,2			0,1	0,1
Papilionoidea					0,05
Lepidoptera ind.	1,6 ^{c,d}	0,8	1,2	0,2 ^c	0,1 ^d
Collembola	0,4 ^d		0,4	0,25 ^f	1,3 ^{d,f}
Scorpionida		0,2			
Araneae	0,6	0,8	0,6	0,6	1,3
Total	49,2 ^d	43,2	51	50,3 ^f	68 ^{d,f}
Depredadores	1,6 ^{b,c,d}	2	2,6 ^b	3,5 ^{c,f}	6,05 ^{d,f}
Parásitos	5,2	3,6	6,6	5,2	7,5
Detritívoros	11 ^b	10,6	7,4 ^b	15,3	13,7
Fitófagos	5,8 ^c	5,2	3,8	7,5 ^{c,f}	16,2 ^f
N° Taxones	30	32	31	43	44

diversas comparaciones realizadas. Teniendo en cuenta las capturas totales, no se encuentran diferencias significativas hasta el final del muestreo, cuando a los 19 días del tratamiento, hay un incremento de efectivos con respecto al momento previo a la aplicación.

Considerando los grupos tróficos, los depredadores presentan incrementos de capturas tras el tratamiento, que llegan a ser significativas en T+1 y T+19. Los grupos fitófagos también presentan incrementos en T+19. Los parásitos de artrópodos y los detritívoros apenas presentan variaciones significativas.

Al comparar las capturas de los taxones más relevantes entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos en los siguientes: *Empididae*, *Tripetidae*, *Sirfidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera) y aumentos en *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y en *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre T-1 y T+13, los taxones más relevantes que ponen de manifiesto diferencias significativas son, en cuanto a descensos de capturas, *Cicadelidae* (Homoptera), *Empididae*, *Tripetidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea*, *Braconidae* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera). Y con un aumento de capturas respecto de las tenidas en T-0, *Micetophilidae*, *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar la composición cualitativa, existe un grado de homogeneidad significativo entre T-1 y T+1 ($\chi^2=2.26$ con la banda tratada, $\chi^2=0.04$ con la banda protegida; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$) y también entre la banda tratada y la banda protegida en T+1 ($\chi^2=0.01$) y en T+13 ($\chi^2=1.08$).

Dimetoato.

En el Cuadro 4 se presentan las capturas y la significación estadística de las diversas

Cuadro 4. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	DI (T-1)	DI(T+1)		DI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Psocoptera	0,2	0,2	0,2	0,5 ^f	0,05 ^f
Grillidae				0,05	
Blattidae			0,2		
Cicadelidae	4 ^{a,c}	0,6 ^{a,c}	2,4 ^c	1,3 ^c	2,4
Cixidae				0,05	
Psyllidae	0,2		0,2	0,15	0,1
Isidae		0,2		0,05	0,05
Afidae	1,2	1,8	1,4	3	2,05
Aleurodidae	0,6	0,8	0,4		
Homoptera			0,2	0,1	0,05
Crisopidae	0,2 ^{a,b}	1,4 ^a	1 ^b	0,05	0,05
Nabidae		0,2			
Reduvidae		0,2			
Miridae	0,4				
Heteroptera				0,05	0,05
Fleotripidae	0,2	0,8 ^c	0 ^c	0,25	0,25
Tisanoptera ind.	13,2	16,8	16	8,05	11
Micetophilidae	0,4 ^c	0,2	0,2	2,5 ^{c,f}	1 ^f
Cecidomidae	0 ^c	0,2	0,2	0,5 ^c	0,35

Cuadro 4 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	DI (T-1)	DI(T+1)		DI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Foridae	1,8 ^{c,d}	1,8	3,2	4,95 ^c	6,5 ^d
Scatopsidae	1,6 ^{a,b,c,d}	0,6 ^a	0,2 ^b	0,25 ^c	0,3 ^d
Drosophilidae	0,8 ^{b,d}	2,6	3 ^b	2,55	4,2 ^d
Calliphoridae	0 ^{c,d}	0,2		3,6 ^c	4,45 ^d
Heleomycidae				0,05	0,1
Psicodidae	1,4 ^{b,c,d}	1 ^e	0 ^{b,e}	0,2 ^c	0 ^d
Cloropidae	0 ^d	0,2		0,05	0,3 ^d
Dolicopodidae	0,6 ^c	0,2	0,8	3,5 ^{c,f}	1,45 ^f
Tripetidae	0 ^d	0,2		0,1 ^f	2,5 ^{d,f}
Sirfidae	0,8	1 ^e	0 ^c	0,9	0,4
Asilidae	0,2				0,1
Taquinidae			0,2	0,3	0,25
Nematocera ind.	0,8	0,8	0,2	0,55	0,8
Brachycera ind.	1,2 ^{c,d}	2,4	1,2	5,55 ^c	3,1 ^d
Carabidae	0 ^d		0,2	0,15 ^f	0,55 ^{d,f}
Coccinelidae				0,3 ^f	0,1 ^f
Nitidulidae	3 ^c	3,2	3,8	0,2 ^c	0,55
Tenebrionidae	1 ^{a,b,c,d}	0,2 ^a	0,2 ^b	0 ^c	0 ^d
Curculionidae	0,4	0,4	0,8		
Anthicidae	0,4	0,2	0,2		
Staphilinidae	0,2 ^{c,d}			0,7 ^c	0,8 ^d
Lucanidae			0,2		0,05
Cucujidae		0,2			
Dasciloidea					0,05
Coleoptera ind.			0,2	0,25	0,15
Formicidae	20 ^{a,b,c,d}	2,6 ^a	8,2 ^b	2,55 ^c	4,5 ^d
Apoidea	0,6	0,2	0,6	0,15	0,05
Icneumonidae		0,4		0,05	0,15
Calcidoidea	4 ^{a,b}	2,2 ^a	1,6 ^b	3,75	4,7
Braconidae	0,4	0,6	0,4		0,25
Ceraphronidae	0 ^{c,d}			0,4 ^c	0,55 ^d
Crisididae		0,2		0,1	
Himenoptera	0,4	0,6	0,4	0,2	0,3
Kalotermitidae	0 ^{c,d}			0,95 ^c	0,65 ^d
Tineoidea				0,05	0,05
Lepidoptera	1,2	1	1,2	0,05	0,3
Collembola	0 ^d			0,05 ^f	0,2 ^{d,f}
Araneae	0,6 ^d	0,4	0,4	1,2	1,65 ^d
Total	62	46,8	49,6	50,3	57,4
Depredadores	2,6 ^{c,d}	3,2	2,4	6,8 ^c	5,1 ^d
Parásitos	4,4 ^b	3,6	2,2 ^b	4,7	5,9
Detritívoros	6,8 ^d	6,8	7,6	9,55	11,9 ^d
Fitófagos	8 ^c	5,6	5,8	5,65 ^c	8,1
N° Taxones	31	37	32	44	44

comparaciones realizadas. Las capturas totales no presentan diferencias significativas entre los diferentes momentos de muestreo.

Los depredadores experimentan un incremento significado a los 19 días del tratamiento, los parásitos de artrópodos, un descenso de efectivos al momento inmediatamente posterior al tratamiento, con una recuperación en T+19 hasta niveles similares a T-1. Los fitófagos y detritívoros tienen una disminución y un incremento significativos respectivamente, a los diecinueve días de la aplicación.

Los taxones relevantes cuyos efectivos descienden significativamente al día siguiente del tratamiento son *Cicadellidae* (Homoptera), *Psicodidae* (Diptera), *Tenebrionidae* (Coleoptera), *Formicidae* y *Calcidoidea* (Himenoptera), y los que tienen un incremento significativo *Crisopidae* (Neuroptera). A los diecinueve días del tratamiento, los que tienen menor número de capturas que antes de la aplicación son, *Cicadellidae* (Homoptera), *Nitidulidae* (Coleoptera) y *Formicidae* (Himenoptera), y los taxones con un aumento significativo de capturas, son *Micetophilidae*, *Phoridae*, *Calliphoridae*, *Dolicopodidae*, *Tripetidae* (Diptera).

La composición cualitativa justo después de la aplicación se modifica en la banda protegida al compararla con la composición previa al tratamiento ($\chi^2=6.61$). En la banda tratada no llega a ser significativa esa modificación ($\chi^2=3.81$; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$). Por lo demás, existe homogeneidad en la composición cualitativa de la banda protegida y la banda tratada en T+1 ($\chi^2=0.36$) y en T+19 ($\chi^2=0.78$).

DISCUSIÓN

Antes de afrontar la discusión de los resultados es necesario recalcar algunas puntualizaciones.

En primer lugar, no hay que olvidar que el muestreo se ha efectuado sobre individuos vivos, es decir, no conocemos directamente qué ha eliminado el insecticida, sabemos qué había antes y qué había después del tratamiento. Suponemos que la diferencia entre

ambos muestreos será atribuible a un efecto insecticida, pero este extremo no es del todo cierto, puesto que hay además otras variables ambientales y climáticas que tienen su repercusión y que no controlamos completamente. Por lo tanto lo más correcto será hablar de tendencia en relación a los resultados.

En segundo lugar, aunque los tratamientos en las dos zonas consideradas cada año (dimetoato y spinosad) son simultáneos y los olivares son homogéneos y muy semejantes entre sí, aún siendo sistemas muy simplificados (como es característico de los cultivos frente a ecosistemas naturales, GÓMEZ SAL 1993, FERNÁNDEZ y LEIVA, 2003), no deben compararse los resultados de las dos zonas entre sí pues cualquier pequeña variación en los microhábitats que rodean cada dispositivo de muestreo, puede tener una influencia en las capturas.

En tercer lugar, hay que considerar que los métodos de muestreo no abarcan a la totalidad de la comunidad de artrópodos (SOUTHWOOD, 1978), es decir, la entomocenosis es, seguro, más compleja de cómo se ha conocido a través de los métodos de muestreo empleados, por lo que algunos taxones sensibles no aparecen y otros no sensibles pueden aparecer en cantidades diferentes en su abundancia real, dando la apariencia de poblaciones menores. Es por ello que la valoración del impacto sobre los taxones se hace sobre aquellos con mayor presencia en las trampas.

Para la evaluación del impacto que producen los tratamientos insecticidas sobre la entomofauna de un cultivo, se valoran tanto los descensos de efectivos como los incrementos de capturas en cada nivel de análisis. La disminución estadísticamente significativa de capturas puede estar en relación con un efecto tóxico directo de la materia activa estudiada. Sin embargo el aumento de efectivos puede producir desconcierto a simple vista. VARELA y GONZÁLEZ (1999) explican el incremento de efectivos después de una aplicación insecticida por un comportamiento individual de búsqueda de espacios sin materia activa (como son las trampas) que tendrían

an determinadas especies. Pero en un tipo de tratamiento como el que nos ocupa, en el que tres cuartas partes de la superficie tratada no reciben directamente el insecticida, este argumento no puede ser invocado de manera única. También es factible entenderlo en términos ecológicos. Cuando una o varias especies disminuyen sensiblemente, inducen a perturbaciones en las poblaciones de otros taxones relacionados ecológicamente con aquellas, aunque no se vean afectados toxicológicamente por el tratamiento, como parece ocurrir con insecticidas selectivos, como es el caso del *Bacillus thuringiensis var. Kurstakii* (RUIZ y MONTIEL, 2005). Por ello, las diferencias significativas en las capturas tenidas entre antes y después del tratamiento pueden ser debidas directa o indirectamente al efecto del insecticida utilizado, tanto si se trata de disminución o incremento del número de individuos. El hecho es que se produce una diferencia estadísticamente significativa.

El transcurrir de los días después del tratamiento también puede ser causa de diferencias significativas en las capturas, por pérdida de efectividad del insecticida, como es el caso de los *Tripetidae*, familia de la plaga que se combatía (*Bactrocera oleae*) y que aumentan cuando disminuye el efecto del spinosad (DE LIÑÁN, 2004). Además, hay que tener en cuenta que la comunidad de artrópodos en su conjunto, va evolucionando en el tiempo, y tanto la composición cualitativa como la cuantitativa pueden ir variando de tal manera que se produzcan diferencias significativas entre un momento del año y otro (RUIZ y MONTIEL, 2000, 2001). Sin descartar esta circunstancia de manera definitiva, en nuestro caso creemos que la distancia temporal es pequeña como para introducir elementos de variación. No obstante, los resultados de comparar las capturas tenidas antes de las aplicaciones, con los tenidos a los trece o diecinueve días de la aplicación no pueden tener la misma consideración que la comparación entre T-0 y el día inmediatamente posterior al tratamiento. En la primera situación se reflejarán los efectos ecológicos del insecticida y otros indeterminados

relacionados con la propia sucesión de la comunidad de artrópodos, por lo que se tomarán con más cautela.

En 2003 la comunidad muestreada después del tratamiento sufre un fuerte descenso que se mantiene a las dos semanas de la aplicación. No hay diferencias cualitativas, por lo que puede decirse que la entomocenosis, siendo similar en cuanto a composición, sin embargo se ve empobrecida tras el tratamiento. Y esto se produce con las dos materias activas, spinosad y dimetoato. Estas diferencias no se encuentran al comparar las bandas tratadas (T) con las bandas protegidas (NT), aunque en este caso la cercanía de las superficies objeto de muestreo no descarta que la similitud de la entomofauna sea debida a la movilidad y dispersión de las especies (WYSS, 1996).

Sin embargo, en 2004 no hay variaciones significativas en el total de capturas, y la fracción de la comunidad muestreada no es cualitativamente diferente en la zona del dimetoato entre antes y después del tratamiento (en la banda NT). La entomocenosis no se ve empobrecida en la misma intensidad que en 2003. Este hecho puede ser achacable tanto a las diferencias climáticas entre cada año (el verano de 2003 fue excepcionalmente caluroso) como a que las zonas de muestreo han sido diferentes. Y aunque el tipo de olivar y su manejo es muy similar, existen diferencias en la composición de la entomofauna que hacen que la repercusión de los tratamientos sea ligeramente diferente. Este hecho se ha constatado ya para el dimetoato en olivar (RUIZ y MONTIEL, 2002).

Con respecto a los depredadores en 2003, en la zona tratada con spinosad hay una disminución significativa de efectivos en la banda protegida justo después del tratamiento. Esa tendencia se mantiene a los trece días de la aplicación. Estas disminuciones alcanzan a los *Crisopidae* (Neuroptera) y a *Dolichopodidae* (Diptera). En la zona tratada con dimetoato, la disminución es significativa en las dos bandas (tratada y protegida) tanto en T+0 como en T+13, y los taxones que más la sufren son *Sirphidae*, *Empididae* y *Dolichopodidae*, todos dípteros. Los taxones parási-

tos de artrópodos sufren una disminución significativa en las dos zonas desde el primer momento. Hay mayor número de taxones parásitos con disminución significativa en la zona del spinosad que en la zona del dimetoato. Considerando los taxones más relevantes (en cuanto a frecuencias relativas), la zona tratada con dimetoato presenta mayor número de taxones con diferencias significativas, no solamente tras la aplicación, sino a lo largo de las dos semanas posteriores. En la zona tratada con el spinosad y para algunos taxones, parece haber un efecto retardado: no hay diferencias tras la aplicación, pero sí un distanciamiento que se traduce en alteración significativa a las dos semanas.

En 2004 la tendencia es inversa. Los depredadores experimentan un incremento en ambas zonas. Los parásitos en su conjunto no se ven afectados significativamente en la zona del spinosad. Hay que señalar que a los diecinueve días de la aplicación hay un mayor número de taxones con un incremento significativo de efectivos tanto en la zona de spinosad como en la de dimetoato, tal vez a causa de la pérdida de efectividad de los insecticidas (DE LIÑÁN, 2004).

Hay mucha similitud en el impacto que parecen producir los tratamientos aéreos cebo de spinosad y dimetoato. Además, hay una proporción de taxones con diferencias significativas similar en la zona de spinosad y en la de dimetoato, tanto para 2003 como para 2004. Sin embargo, las escasas capturas en comparación con otros momentos del año (RUIZ y MONTIEL, 2000 y 2001) hace que muchas diferencias con significación estadística se sustenten en un número pequeño de individuos, cuya fluctuación puede deberse a tratamiento insecticida o a cualquier otro factor ambiental. Es por ello que no puede decirse de manera categórica que el spinosad tiene el mismo efecto toxicológico en el cultivo que el dimetoato, aunque la bibliografía consultada apunta a que efectivamente, el grado de toxicidad del spinosad es elevado para algunas especies.

Parece ser que dicho grado de toxicidad puede estar en un nivel intermedio, entre los

reguladores de crecimiento (como el indoxacarb) y el *Bacillus thuringiensis* y otros insecticidas organofosforados y piretroides. STERK *et al.* (2002), lo sitúan en una escala de 1 a 4 promovida por la OILB (1= <25% mortalidad del enemigo natural considerado; 2= 25-50%; 3= 51-75% y 4= >75% de mortalidad) entre 1 y 3 dependiendo de las especies consideradas.

WILLIAMS *et al.* (2003) realizan una revisión de estudios y ensayos sobre la toxicidad de este insecticida sobre depredadores y parásitos, y llegan a la conclusión que el comportamiento del spinosad es muy diferente dependiendo del grupo trófico considerado. Con respecto a los depredadores, sobre 27 especies y 162 estudios, el 71% de los experimentos de laboratorio y el 79% de los de campo catalogan esta materia activa en la categoría 1 de la OILB. Frente a los parásitos, con 25 especies y 66 estudios revisados, concluyen que en el 78% de los estudios de laboratorio y el 86% de los estudios de campo, el spinosad presenta un nivel de toxicidad entre 3 y 4.

En trabajos posteriores a esta revisión o que no se encuentran en la misma, los resultados apuntan en la misma dirección: toxicidad alta o muy alta frente a diversos parásitos (HASEEB *et al.*, 2004; PENAGOS *et al.*, 2005; WILLIAMS III *et al.*, 2003; WILLIAMS III y PRICE, 2004; XU *et al.*, 2004; ZUAZÚA *et al.*, 2000, 2003) y baja toxicidad frente a algunos depredadores, especialmente coccinélidos (GALVAN *et al.*, 2005; MICHAUD 2003; MUSSER y SHELTON, 2003; TOEWS y SUBRAMANYAN, 2004).

En nuestro trabajo, los resultados apuntan en parte en esta dirección teniendo en cuenta los descensos significativos de uno de los principales grupos de parásitos, *Chalcidoidea*, tanto en tratamientos de spinosad como en los de dimetoato.

CONCLUSIONES

Después de la aplicación de spinosad en tratamientos cebo aéreos contra la generación otoñal de la Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), se aprecia una modificación en la

composición cuantitativa de la comunidad de artrópodos muestreada. Esta alteración también se observa en parcelas tratadas con dimetoato.

Al comparar la tendencia de la parcela tratada con spinosad, con la tendencia de la parcela tratada con dimetoato, no pueden establecerse conclusiones definitivas porque los dos años se han comportado de manera diferente y porque las capturas exiguas de muchos taxones impiden afirmar con rotundidad que los descensos se deban al efecto de los insecticidas y no a cualquier otro efecto ambiental. En cualquier caso, se constata que el spinosad produce perturbaciones en la comunidad de artrópodos del olivo.

Respecto de la entomofauna auxiliar, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que el tratamiento cebo aéreo con spinosad

afecta menos a taxones depredadores, que a taxones parásitos, coincidiendo con la bibliografía consultada.

Puesto que muchos taxones han tenido una abundancia muy reducida, se recomienda llevar a cabo estudios de impacto en otros momentos del año de mayor densidad, para dilucidar mejor cual es el alcance del impacto sobre la entomofauna.

AGRADECIMIENTOS

La empresa Dow Chemical, fabricante del Spintor® Cebo, costeó los tratamientos con spinosad en las localidades de estudio, supervisando la correcta aplicación del insecticida. Los técnicos de ATRIA, Francisco Javier Díaz Roldán, en Martos, y Salvador Pancorbo López, en Torredelcampo, ayudaron a localizar las parcelas de muestreo.

ABSTRACT

RUIZ TORRES M., A. MONTIEL BUENO. 2007. Effect of aerial bait treatments with spinosad against olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) on olive orchard arthropods community in Jaén province (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 267-284.

In autumn of 2003 and 2004 are treated four areas against olive fruit fly (*Bactrocera oleae*), with spinosad and dimetoate, in aerial bait applications. To know impact on arthropods community of olive orchards, we placed pit-falls traps, yellow sticky traps and blue sticky traps in olive tree. There was two bands: treated band and protected band together. Traps placed in T-0 (before treatment), in T+0 (after treatment) and T+13 (thirteen days after treatment) in 2003 and T+19 (nineteen days after treatment) in 2004.

In spinosad treatise area, there are decline in depredators species and some parasite species. Spinosad treatise area trends compared with dimetoate treatise area trends, there are not definitive conclusions because two years have different tendencies. Moreover there was few insects captured in traps in much species, and this can be by insecticide effect or by other environment factors. Spinosad aerial bait treatments produced disturbance in olive orchards arthropods community.

Key words: *Bactrocera oleae*, spinosad, dimetoate, disturbance, depredators and parasites species.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M., CIVANTOS, M. y J. M. DURÁN. 2004. Plagas, en *El Cultivo del Olivo*. Editores Científicos: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo. Editorial Mundi-Prensa, pp 483-556.
- BUDÍA, F., A. ADÁN, P. MEDINA y E. VIÑUELA. 2000. Efectos secundarios de tres modernos plaguicidas por contacto residual en laboratorio sobre adultos de *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26**(4): 527-536.
- BURNS, R. E., D. L. HARRIS, D. S. MORENO y J. E. EGER. (2001). Efficacy of Spinosad baits sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in comercial citrus in Florida. *Florida Entomologist*, **84** (4): 672-678.
- CABALLERO, J. A. 2001. Control de plagas y enfermedades del olivar ecológico en la Comarca de Los

- Pedroches. En *La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. pp 259-265.
- CISNEROS, J., D. GOULSON, L.C. DERWENT, D. I. PENAGOS, O. HERNANDEZ y T. WILLIAMS. 2002. Toxic effects of spinosad on predatory insects. *Biological Control*, **23**: 156-163.
- COLLIER, T. R. y VAN STEENWYK, R. A. 2003. Prospects for integrated control of olivefruit fly are promising in California. *California Agriculture*, Vol. **57** (1): 28-31.
- CHERIX, D. y BOURNE, I. (1980). A field study on a super-colony of the red wood ant (Formica Ingubris) in relation to other predatory arthropodes. *Rev. Suisse Zool.*, **4**: 955-973.
- DE LIÑÁN, C. 2004. *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2005*. Ediciones Aerotécnicas, S.L. Madrid.
- ELZEN, G. W. 2001. Lethal and sublethal effects of insecticida residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.*, **94**(1): 55-59.
- ESCOLANO, M. A. 2001. *Evaluación del impacto ambiental de los tratamientos químicos aéreos realizados contra Bactrocera oleae sobre una zona de olivar en Tarragona. Efecto secundario sobre la entomofauna asociada*. Informe inédito. Servicio de Protección de los Vegetales. Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca. Generalitat de Cataluña.
- FERNÁNDEZ ALÉS, R. y LEIVA MORALES, M^a. J. (2003). *Ecología para la Agricultura*. Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- FERRÁN ARANAZ, M. 1996. *SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico*. McGraw-Hill. Madrid.
- GALVAN, T. L., R. L., R. L. KOCH Y W. D. HUTCHINSON. 2005. Toxicity of commonly used insecticides in sweet corn and soybean to multicoloured Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.*, **98**(3): 780-789.
- GÓMEZ SAL, A. 1993. Ecología de los sistemas agrarios. *Ecosistemas*, **7**: 10-15.
- GONZÁLEZ MOLINÉ, A. 1987. *Dinámica temporal de la artrópodoceosis en un bosque caducifolio de Sierra Nevada*. Memoria de Licenciatura Facultad Ciencias. Universidad de Granada.
- HASELB, M., T-X LIU y W. A. JONES. 2004. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. *Biocontrol*, **49**: 33-46.
- HILL, T. A. y R. E. FOSTER. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Econ. Entomol.*, **93**(3): 763-768.
- LUDWIG, S. y R. OETTING. 2001. Effect of spinosad on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) when used for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) control on greenhouse pot chrysanthemus. *Florida Entomologist*, **84**(2): 311-313.
- MAGURRAN, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. Barcelona. 200 pp.
- MENDEZ, W. A., J. VALLE, J. IBARRA, J. CISNEROS, D. I. PENAGOS y T. WILLIAMS. 2002. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Biological Control*, **25**: 195-206.
- MICHAUD, J. P. 2003. Toxicity of fruit fly baits to beneficial insects in citrus. *Journal of Insect Sciences*, **3**(8): 1-9.
- MUSSER, F. R. y A. M. SHELTON. 2003. Bt sweet corn and selective insecticides: Impacts on pests and predators. *J. Econ. Entomol.*, **96**(1): 71-80.
- NOWAK, J. T., K. W. MCCRAVY, C. J. FETTIG y C. W. BERISFORD. 2001. Susceptibility of adult Hymenopteran parasitoids of the Nantucket Pine tip Moth (Lepidoptera: Tortricidae) to broad-spectrum and biorational insecticides in a laboratory study. *J. Econ. Entomol.*, **94**(5): 1122-1129.
- OMRI. 2002. *Spinosad. Crops*. In: National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review.
- PENAGOS, D. I., J. CISNEROS, O. HERNÁNDEZ y T. WILLIAMS. 2005. Lethal and Sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biocontrol Science and Technology*, **15**(1): 81-95.
- RUIZ TORRES, M., MADUEÑO, C. y MONTIEL BUENO, A. 2004. Efectividad de tratamientos cebo terrestres con Spinosad e Imidacloprid contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.). Resultados preliminares *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **30**: 415-425.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2000. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26** (1):129-148.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2001. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cuantitativos (II). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **27**: 531-560.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2002. Efectos del dimetoato usado en aplicaciones terrestres y aéreas sobre la entomofauna de olivar en la provincia de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **28** (4): 525-560.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2005. Efectos de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **31**(1): 89-110.
- RUIZ TORRES, M. y MUÑOZ-COBO ROSALES, J. 1997. *Efectos de insecticidas en la entomofauna del olivar*. VIII Psimposium Científico-Técnico del Olivar. EXPOLIVA 97.
- SCHNEIDER, M. I., F. BUDIA, A. GOBBI, A. M. M. DE REMES LENICOV y E. VIÑUELA. 2000. Toxicidad tóxica del Tubefenocida, Spinosad y Azadiractina sobre pupas del parasitoido *Hyposoter didymator* (Thunberg, 1822). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26**(4): 475-482.
- SCHNEIDER, M. I., G. SMAGGHE, A. GOBBI y E. VIÑUELA (2003). Toxicity and pharmacokinetics of insect growth regulators and other novel insecticides on pupae of *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of early larval instars of Lepidopteran pests. *J. Econ. Entomol.*, **96**(4): 1054-1065.
- STARK, J.D., R. VARGAS y N. MILLER. 2004. Toxicity of spinosad protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *J. Econ. Entomol.*, **97**(3): 911-915.

- STERK, G., HEUTS, F., MERCK, N. y J. BOCK. 2002. Sensitivity of non-target arthropods and beneficial fungal species to chemical and biological plant protection products: results of laboratory and semi-field trials. *1º International Symposium on Biological Control of Arthropods*, 306-313.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. *Ecological methods*. Chapman and Hall. Londres.
- SUH, C.P., D.B. ORR y J.W. VAN DUYN. 2000. Effect of insecticidas on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *J. Econ. Entomol.*, **93**(3): 577-583.
- THOMPSON, G. D., S.H. HUTCHINS y T. C. SPARK. 1999. Development of Spinosad and Attributes of a New Class of Insect Control Products. In: *E.B. Radcliffe and W.D. Hutchinson [eds.], Radcliffe's IPM World Textbook*. URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, M.N.
- TILLMAN, P. G. y J. E. MULROONEY. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps* and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in Cotton. *J. Econ. Entomol.*, **93**(6): 1638-1643.
- TOEWS, M.D. y B. SUBRAMANYAN. 2004. Survival of stored-product insect natural enemies in spinosad treated wheat. *J. Econ. Entomol.*, **97**(3): 1174-1180.
- TORRELL, A., ROJO, M., DUATIS, J. J., PEDRET, E. 1997. Nueva técnica para el control de la mosca del olivo por medios aéreos en la zona olivarera del Baix Ebre y Montsià (Tarragona). *Phytoma España*, nº **92**: 46-57.
- VARELA, J. L. y GONZÁLEZ, R. (1999). Bases metodológicas para la evaluación del impacto ocasionado por las aplicaciones insecticidas sobre los enemigos naturales de las plagas del olivo. *Phytoma España*, nº **92**: 46-57.
- VARGAS, R. I., S. L. PECK, G. T. MCQUATE, C. G. JACKSON, J. D. STARK y J. W. ARMSTRONG. 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) with a Braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.*, **94**(4): 817-825.
- VIÑUELA, E. 1996. Ecología de los artrópodos útiles. *Agricultura ecológica y desarrollo rural. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 173-190.
- WILLIAMS, T., J. VALLE y E. VIÑUELA. 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies? *Biocontrol Science and Technology*, Vol. **13**(5): 459-475.
- WILLIAMS III, L. y L. D. PRICE. 2004. A space-efficient contact toxicity bioassay for minute Hymenoptera, used to test the effects of novel and conventional insecticides on the egg parasitoids *Anaphes iole* and *Trichogramma pretiosum*. *Biocontrol*, **49**: 163-185.
- WILLIAMS III, L., L. D. PRICE y V. MANRIQUE. 2003. Toxicity of field-weathered insecticides residues to *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) and implications for inundative biological control in cotton. *Biological Control*, **26**: 217-223.
- WYSS, E. 1996. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agricultural, Environment and Ecosystems*, Vol. **60**: 47-59.
- XU, Y-Y, T-X LIU, G.L. LEIBEE y W. A. JONES. 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Biocontrol Science and Technology*, **14**(7): 713-723.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a.A. GUERRERO (2000). Efecto de varios insecticidas en la longevidad del parasitoides *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Investigación Agrícola*, Vol. **20**.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a.A. GUERRERO. (2003). Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoides de *Acyrtosiphon pisum* Harris (Homoptera: Aphididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **29**(2): 299-308.

(Recepción: 13 diciembre 2006)

(Aceptación: 27 diciembre 2006)