

Eficacia del trapeo masivo en el control de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae): determinación del daño al fruto y de la pérdida económica en cantidad y calidad del aceite

A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCIA MARÍ

En una parcela de olivo situada en Lliria (Valencia) analizamos en 2011 el funcionamiento y valoramos la eficacia del trapeo masivo como método de control de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Gmelin), determinándose el momento del año en que se producen los daños a los frutos y el nivel que alcanzan, así como la pérdida económica en producción y calidad en la cosecha. Se ha empleado una combinación de trampas Olike y Ecotrap®, instalando 200 trampas/ha (una trampa por árbol de cada tipo). Se comparó el daño en la parcela de trapeo masivo con el observado en parcelas vecinas en que se controló la plaga de forma convencional con plaguicidas. El porcentaje de frutos picados se incrementó de forma gradual entre julio y diciembre. En el momento de la recolección, en diciembre, se llega al 67,3% de frutos picados. En promedio se obtuvieron por árbol 1,7 litros de aceite del 0,8% de acidez de los frutos de la parte aérea y 1,2 litros de aceite del 5,7% de acidez de los frutos caídos al suelo. Las pérdidas en valor económico debidas a *B. oleae* fueron próximas al 10% en cantidad y del 25% en calidad del aceite. Las trampas actúan frenando el avance de la población de adultos de *B. oleae* del exterior al interior de la zona protegida, reduciendo las capturas entre trampas contiguas en cerca del 40%, lo que resultó insuficiente dada la escasa superficie protegida. En 16 parcelas vecinas el porcentaje de frutos picados osciló entre un mínimo del 72% y un máximo del 100%, con una media del 91%. En la parcela de trapeo masivo hubo un 25% menos de frutos picados por *B. oleae*. Se concluye que el trapeo masivo requiere de su instalación en grandes superficies de forma homogénea para funcionar con eficacia.

A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCIA MARÍ. Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46022-Valencia. fgarciam@eaf.upv.es.

Palabras clave: trampas, atrayentes, Olike, Ecotrap®.

INTRODUCCIÓN

Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) es la plaga clave del cultivo del olivo (Figura 1). Las pérdidas en la producción causadas por la plaga, en periodos y localizaciones con condiciones favorables de alta densidad poblacional donde no han sido tomadas medidas de control, pueden llegar al 80-90% en cultivares para aceite y al 100% en cultivares de mesa (KAPATOS y

FLETCHER, 1984; BROUMAS *et al.* 2002). Sin embargo, cuando las medidas de control son aplicadas de forma usual las pérdidas varían entre 5-40% (HANIO TAKIS, 2003; TEDESCHINI y STAMO, 2004). Se estima un daño medio anual sobre la producción mundial del olivar de aproximadamente 800 millones de euros según el IOOC (International Olive Oil Council) (QUESADA *et al.*, 2008).

RUIZ TORRES (2009) advierte que en España hay comarcas olivereras que son muy proclives



Figura 1. Hembra adulta de *Bactrocera oleae* sobre una trampa amarilla

a albergar altas poblaciones de mosca todos los años por tener veranos frescos y otras circunstancias ambientales, como es el caso de la Sierra de Segura (Jaén) donde por ejemplo en el año 2008 el porcentaje medio de aceituna picada fue del 70%. También es muy elevada la incidencia de este díptero en zonas de clima benigno como la comarca del río Guadalhorce (Málaga) o el Baix Ebre (Tarragona).

Los daños pueden ser directos, por disminución del peso y rendimiento de la cosecha, del 5% al 25% (KAPATOS y FLETCHER, 1980; MICHELAKIS y NEUENSCHWANDER, 1982), e indirectos, por deterioro de las características organolépticas del aceite, sobre todo a causa del aumento de la acidez debida a los hongos y bacterias que se desarrollan en el interior de las galerías de la mosca dentro de la aceituna. El orificio de salida de la larva o adulto del insecto, e incluso la misma herida de la picadura, es vía de entrada de estos microorganismos que entran en contacto con los frutos atacados (Figuras 2 y 3). Muchos de ellos caen al suelo, donde siguen contaminándose (TORRES VILA *et al.*, 2003). La mayor parte del fruto dañado por *B. oleae* cae al suelo antes de la recolección, siendo necesaria su recogida manual y esto implica un gasto adicional, que depende del número de frutos en el suelo (MONTIEL y MADUEÑO, 1995b) (Figura 4).

Según ALDEBIS y VARGAS (2003) *B. oleae* puede pasar el invierno en todos los estados de desarrollo, aunque predomina el de pupa

enterrada a 3-8 cm de profundidad según textura del terreno, al pie de los olivos. Con menor frecuencia puede invernar en estado adulto en sitios resguardados. A principios de primavera (marzo-abril) aparecen los adultos que emergen de las pupas invernantes que, junto con los ya existentes, se alimentan de sustancias azucaradas y proteicas necesarias para su madurez sexual (polen y néctar de flores, melazas de excreciones de hemípteros, exudados por lesiones o picaduras de frutos, excrementos de aves y otros animales). A los pocos días de la cópula empieza la puesta de huevos en los frutos. La hembra deposita un solo huevo en cada postura, aunque con oscilaciones muy variables de unos años a otros (JIMÉNEZ *et al.*, 1994). Una hembra puede



Figura 2. Aceitunas con la lesión producida por la hembra de *Bactrocera oleae* al realizar la puesta



Figura 3. Daños producidos por larvas de *Bactrocera oleae* en frutos



Figura 4. Caída de frutos en cosecha como consecuencia del daño por *Bactrocera oleae*

poner más de 200 huevos en total y unos 12 huevos al día según RUIZ CASTRO (1948).

GÓMEZ CLEMENTE y BELLOD (1951) observaron que las variedades de olivo tempranas son atacadas por la mosca antes que las tardías y señalaron algunas indicaciones de carácter cualitativo sobre resistencia varietal. En verano la hembra tiene preferencia por los frutos más desarrollados, con un tamaño mínimo de unos 8 mm, que suele coincidir con el endurecimiento del hueso en la mayoría de variedades (ALDEBIS y VARGAS, 2003). En condiciones de campo *B. oleae* tiene preferencia por picar frutos de variedades con mayor calibre, siendo menos infestados los frutos de menor tamaño (BURRACK y ZALOM, 2008). Las aceitunas picadas se reconocen fácilmente por la pequeña herida hecha por el oviscapto, aunque en algunos casos la hembra realiza picaduras de prueba sin depositar huevo (Figura 2).

CROVETTI *et al.* (1987) determinan que el número de grados días necesario para completar el ciclo de huevo a adulto es de 379. El tiempo de cada generación oscila desde 32 a 143 días dependiendo de la temperatura (ALDEBIS y VARGAS, 2003). El número de generaciones anuales puede variar entre dos y cinco

potenciales según ARMENDÁRIZ *et al.* (2009). El periodo de receptividad del fruto es muy amplio, lo que facilita la oviposición de los adultos originados de las pupas invernantes, y el estado larvario puede desarrollarse desde principios de julio hasta pasado el periodo de recolección, en abril del año siguiente (JIMÉNEZ *et al.*, 1994). Los adultos en sus primeras generaciones pican los frutos receptivos que se encuentran en las variedades tempranas, por lo que éstas son más afectadas al principio; en cambio en las generaciones últimas la mosca pica en mayor medida los frutos de variedades tardías porque se conservan más tiempo verdes (RODRÍGUEZ y BALLESTER, 1990). La recolección tardía tiene un efecto multiplicador sobre la población de mosca ya que conlleva un incremento de las picadas y por lo tanto más generaciones de mosca (DUATIS y PEDRET, 1997). CIRIO y CALVITTI (2005), en un estudio plurianual en Italia, registran de media 2,5 generaciones en las variedades precoces y 1,5 en la tardía, iniciándose la infestación en esta última 35 días después que en las primeras.

La mosca del olivo se puede mantener en niveles poblacionales apreciables en situaciones de escasez de hospedante debido a la

gran longevidad y supervivencia del adulto, de hasta un año de vida según ARAMBOURG (1978) y de ocho a nueve meses según TORRES VILA *et al.* (2006). En California los adultos pueden vivir más de seis meses, dependiendo de la disponibilidad de alimento y temperatura, refugiados en otras especies de árboles (RICE, 2000; YOKOYAMA *et al.*, 2006).

El control de esta plaga se realiza habitualmente con plaguicidas. Estos tratamientos tienen el problema de los residuos del insecticida en el fruto o aceite, la toxicidad para los aplicadores y la contaminación ambiental que producen. Dentro del plan nacional de la mosca del olivo por medio de la red *Dacus* se estudian las poblaciones naturales de *B. oleae*, información útil para determinar el riesgo de ataque de la plaga. En trampas McPhail con fosfato biamónico y amarillas pegajosas con feromona se recogen datos de capturas de adultos y se observan también frutos para calcular el número de frutos picados, que junto a factores climáticos y fenológicos son fundamentales para precisar el momento óptimo de tratamiento y umbrales (MONTIEL y MORENO, 1982; MONTIEL y MADUEÑO, 1995a). En California la actividad de los adultos se estudia con trampas amarillas más feromona y con trampas McPhail cebadas con la levadura alimenticia torula (BURRACK *et al.*, 2011), y en Grecia se utilizan las trampas de cristal Elkophon® con atrayente Entomela® (QUE-SADA *et al.*, 2008). Según CIVANTOS y JIMÉNEZ (1994) para aplicar un tratamiento insecticida contra la mosca del olivo se debe alcanzar un índice poblacional de una mosca por trampa y día (mtd) en mosqueros cebados con fosfato biamónico, junto a otras condiciones. Generalmente se tolera un nivel de daño del 10% de frutos afectados por *B. oleae*.

El desarrollo del trapeo masivo (en adelante TM) como método alternativo al uso de insecticidas contra *B. oleae* ha sido posible gracias a la disponibilidad de trampas y atrayentes potentes (BROUMAS *et al.*, 2002). El TM es un método de control preventivo que consiste en la instalación de gran cantidad de

trampas con atrayentes en las parcelas, que reducen de forma acusada la población de adultos de *B. oleae* y por tanto los daños. En muchos casos los adultos son capturados en trampas con un recipiente y mueren al poco tiempo. Las trampas de atracción y muerte (Attract and Kill, A&K) son un caso particular de trampas con atrayentes impregnadas a su vez de un insecticida, de forma que los adultos que acuden hacia ellas entran en contacto con el insecticida y mueren en las 24 horas posteriores sin ser capturados (TOMAZOU *et al.*, 1995). La mayoría de estudios de TM en el área mediterránea se han realizado con trampas A&K (BROUMAS *et al.*, 2002; MAZOMENOS *et al.*, 2002; PETACCHI *et al.*, 2003; TEDESCHINI y STAMO, 2004; RIZZI *et al.*, 2005; CALECA *et al.*, 2007; BJELIS, 2009; TSOLAKIS *et al.*, 2011), aunque también se han ensayado otros tipos de mosqueros y atrayentes, diferentes a las trampas A&K, que capturan a las moscas en dispositivos de diversos tipos (ZERVAS, 1982; ALTOLAGUIRRE *et al.*, 2003; RUIZ TORRES *et al.*, 2010).

Para que el TM resulte eficaz las trampas deben colocarse a una elevada densidad, en extensas superficies de olivo y desde antes del inicio de picadas en fruto (junio) hasta la recolección (diciembre). La emisión de atrayentes en el difusor debe tener una persistencia de al menos seis meses en las condiciones de campo para ser eficaz (BROUMAS *et al.*, 2002).

BROUMAS *et al.* (2002) destacan las ventajas de las trampas A&K en comparación con los tratamientos convencionales para el ecosistema del olivar ecológico, ya que se reduce mucho la cantidad de insecticida usada. TEDESCHINI *et al.* (2003) indican que la técnica del TM con A&K en olivo con una trampa por árbol equivale a cinco tratamientos cebo terrestres con insecticidas; sin embargo en años con niveles de plaga alto hay que combinar los dos métodos para conseguir una protección adecuada, obteniendo mejores resultados en parcelas aisladas. Según BROUMAS *et al.* (2002) el coste del sistema A&K era algo mayor que el sistema tradicional con pulverizaciones

cebo terrestres aunque con la extensión de su uso se conseguiría una considerable reducción económica. En España, la CAPA (2011) realizó ensayos con trampas A&K en cuatro zonas representativas del olivar valenciano a razón de 100 trampas/ha (Magnet® Oli) y obtuvieron eficacias desiguales. En algún caso de fuerte ataque de mosca y en variedades muy susceptibles el TM no fue suficiente para asegurar una buena protección en la cosecha, pero en general se consiguió evitar o disminuir la aplicación de insecticidas en todas las zonas. Actualmente el método de TM con A&K en olivo no suele aplicarse en nuestro país debido a su elevado coste.

También se han empleado para el control de la mosca del olivo con TM las trampas caseras tipo Olipe cebadas con fosfato biamónico que destacan por su simplicidad y bajo coste económico, 0,12 €/unidad (ALTO-LAGUIRRE *et al.*, 2003), además de su mayor facilidad de preparación y eficacia (DUATIS *et al.*, 2006) (Figura 5), así como las placas cromáticas engomadas con o sin atrayente (ECONOMOPOULOS, 1979).

El objetivo de este trabajo es analizar el funcionamiento y valorar la eficacia del TM para el control de la mosca del olivo en las condiciones del olivar valenciano. Para ello compara el daño en la parcela de TM con el observado en las parcelas vecinas en que se

ha controlado la plaga de forma convencional con plaguicidas.

MATERIAL Y METODOS

Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en una parcela de 0,5 ha con 79 olivos (variedad Villalonga) de 13 años de edad (4 m de diámetro de copa), con un marco de plantación de 7x6 m, situada en el término municipal de Lliria (comarca "Camp de Turia") (latitud 39° 43' 13,07" N, longitud 0° 40' 33,26 W, altitud 340 m). El olivar se desarrolla en régimen de regadío a goteo y se encuentra en una zona de clima litoral mediterráneo semiárido donde el olivo es el cultivo mayoritario, intercalándose con almendros, algarrobo, vid y cítricos. En concreto la parcela de ensayo está rodeada de otras plantaciones de olivo. Las prácticas culturales aplicadas son las recomendadas por la norma de producción integrada en olivar en la Comunidad Valenciana (DOGV, 2002) con poda anual y fertirrigación habitual. No se aplicaron los tratamientos fitosanitarios de cobre y dimetoato habituales en la zona para no interferir en la experiencia.

Se aplicó la técnica de captura masiva de adultos contra *B. oleae* instalando dos tipos de trampas a razón de una trampa por árbol de cada tipo, desde el 15 de julio de 2011 hasta el 15 de mayo de 2012. Se instalaron trampas A&K Ecotrap® (Vioryl S.A., Grecia) comercializadas por Probodelt S.A. (España), que se componen de un envoltorio de papel color verde (15x20 cm) conteniendo un atrayente alimenticio (bicarbonato amónico 99,8%), impregnado externamente de insecticida (deltametrina 0,02%) y un dispensador de feromona sexual de machos (espiroacetato 0,1%). Se han colocado una en cada árbol y orientadas al sur, a 1,5 m de altura. Se instalaron también trampas tipo Olipe, botellas reutilizables de agua mineral de 1,5 l de plástico tipo PET transparente y forma cilíndrica (32x9 cm), en las que se practicaron 4 agujeros de 1 cm de diámetro a dos tercios de su altura, rellenando-



Figura 5. Disposición de las trampas Olipe en la parcela de ensayo

se hasta 4 cm por debajo de los agujeros con una disolución de fosfato biamónico cristalizado (producto técnico 21-53-0, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, Prayon S.A., Bélgica) en agua al 4%, que actúa de cebo alimenticio (en adelante DAP). Su disposición ha sido de la misma forma que el caso anterior, una en cada árbol y orientadas al sur, a 1,5 m de altura, y separada al menos un metro de la otra trampa (Figura 5).

Además de las dos trampas anteriores, se colocó en diez árboles un tercer tipo de trampa cromática engomada ColorTrap® (Kollant) de dimensiones 40x20 cm, sin atrayentes químicos, con efecto atractivo del color amarillo únicamente y un matiz específico para capturar mosca del olivo. Su disposición en la parcela fue de cinco en árboles exteriores de la periferia (separadas 30-40 m) y otras cinco en árboles del centro de la parcela (separadas 6-7 m).

La renovación o relleno del atrayente alimenticio (DAP) en las trampas Olipe y el repaso con el pegamento en spray Tangle-trap® (Tanglefoot Co, USA) en las trampas amarillas se realizó cada dos semanas. En el caso de las trampas A&K no fue necesario ningún mantenimiento durante todo el periodo de ensayo.

El análisis de la variación espacial de las capturas se ha realizado considerando las capturas de las trampas Olipe situadas en cada árbol de la parcela. Se han comparado las capturas medias de todas las trampas situadas en el perímetro de trampas exterior de la parcela (a la que denominamos la capa externa, considerando como capa una fila perimetral de árboles), con las capturas medias de las dos capas de trampas situadas hacia el interior de la parcela (la capa intermedia y la capa interna).

Toma de datos

El recuento de las moscas capturadas en todas las trampas que formaban el sistema de trapeo masivo se realizó con periodicidad mensual. En las trampas Olipe se filtraba el líquido atrayente en un colador de malla 2x2

mm y se contaban las capturas (Figura 6). Las trampas amarillas se reemplazaban en cada muestreo por otras nuevas. Se diferenció entre machos y hembras en toda la muestra o en una parte proporcional cuando las capturas eran abundantes, y se anotó también la presencia de otros artrópodos no objetivo en los dos tipos de trampas.



Figura 6. Capturas de adultos de *Bactrocera oleae* en una trampa Olipe

La valoración de los frutos infestados en la parcela de ensayo se ha hecho de dos formas, con una observación mensual, desde julio a noviembre, y con otra final en el momento de la recolección, en diciembre. En el primer caso, cada mes de julio a noviembre se eligieron al azar 10 árboles de la parcela y se recogieron también al azar 20 frutos por árbol de la copa y otros 20 del suelo en el caso de que los hubiera, dando así una muestra total de 200 frutos de la copa y, en su caso, 200 frutos del suelo. Además, para determinar el porcentaje total de frutos picados por árbol cada mes (teniendo en cuenta que el porcentaje de frutos picados era distinto en los frutos de la copa y en los del suelo) se realizó una evaluación mensual del número de frutos por árbol en el suelo en un árbol representativo de la parcela, obteniéndose el porcentaje mensual de frutos caídos cuando se contó en ese árbol el número total de frutos en la cosecha en diciembre.

Las muestras de 200 frutos convenientemente identificadas se llevaron al laboratorio, donde se contaron los aparentemente sanos (sin síntomas) y los picados (con síntomas). Todos los frutos aparentemente sanos se colocaron en evolucionarios durante siete días, por si aparecía alguno más con síntomas. Los frutos con síntomas se observaron uno a uno bajo la lupa binocular, apuntando el estadio del insecto o tipo de infestación (picadura, huevo, larva, pupa y exuvio pupal). Cuando un fruto presentaba más de un estadio se consideraba el más avanzado.

Al final de la experiencia se hizo un último muestreo de frutos que coincidió con la recolección, durante la primera semana de diciembre. La recolección se efectuó de forma manual, recogiendo y pesando por separado en cada uno de los 79 árboles de la parcela la totalidad de los frutos de la copa y del suelo.

De cada grupo de frutos de la copa o el suelo de cada árbol se tomaron 100 frutos al

azar, que se trasladaron inmediatamente al laboratorio. Allí, cada grupo se separó en dos, frutos con síntomas y frutos sin síntomas de plaga. Se pesó y contó el número de frutos de cada grupo. De nuevo los frutos aparentemente sanos se dejaron siete días en evolucionario por si alguno de ellos manifestaba síntomas, en cuyo caso se incorporaba a los frutos con síntomas.

Para la determinación de la calidad del aceite se tomaron muestras representativas de frutos, 1 a 2 kg de cada uno de los cuatro tipos de frutos en el momento de la cosecha (sanos de la copa, con síntomas de la copa, sanos del suelo y con síntomas del suelo), con tres repeticiones en cada caso correspondientes a tres zonas iguales en que se dividió la parcela de ensayo (Figura 7). La determinación organoléptica del aceite obtenido se realizó para las doce muestras de frutos en dos laboratorios simultáneamente, el Departamento de Tecnología Alimentos de la Universitat



Figura 7. Aspecto de los cuatro tipos de frutos que se contaron y analizaron en la cosecha. (A) frutos sanos de la parte aérea del árbol. (B) frutos picados de la parte aérea del árbol. (C) frutos sanos del suelo. (D) frutos picados del suelo

Politécnica de Valencia y el Servei d'anàlisi Agroalimentari de la Conselleria de Agricultura de la Generalitat Valenciana. En ambos laboratorios se determinaron los porcentajes de aceite (sobre muestra fresca), de humedad y de acidez (grado de ácido oleico) siguiendo la metodología habitualmente empleada en dichos laboratorios. Los resultados, que fueron muy similares, se han expresado como media de los dos análisis realizados.

Para el estudio comparativo de los daños en la cosecha entre la parcela de ensayo (donde se realizó el TM) y las parcelas colindantes (en que se empleó el tratamiento convencional con insecticidas a criterio del agricultor, que consistía en varios pases de pulverización total en turboatomizador con dimetoato al 0,15%) se seleccionaron 16 fincas de olivo vecinas que se encontraban en un radio de 400 m, con orografía, variedad de olivo y prácticas de cultivo similares. Durante la primera semana de diciembre se eligieron tres árboles al azar del centro de cada una de las parcelas y en ellos se hizo un único muestreo de 200 frutos por parcela (100 de la copa y 100 del suelo). En el laboratorio, cada muestra se separó en frutos aparentemente sanos (sin síntomas) y picados (con síntomas). Se contaron los frutos en cada caso y a continuación se pesaron. Posteriormente, los frutos aparentemente sanos se dejaron evolucionar por si se observaban síntomas durante siete días en evolucionario, rectificando en su caso. La cosecha total de cada parcela, por separado para frutos de la copa y para frutos del suelo, la obtuvimos de los datos proporcionados por el agricultor.

Análisis estadístico

Los valores medios obtenidos se han expresado en todos los casos acompañados de su error estándar. Para la comparación de capturas de adultos de *B. oleae* y del porcentaje de frutos picados entre capas perimetrales de trampas/árboles se ha realizado un análisis de varianza simple, con las capturas en cada trampa o el porcentaje de frutos dañados en cada árbol como repetición. El porcentaje de reducción de capturas entre capas de trampas externas, intermedias

o internas se ha comparado entre meses con un análisis de varianza factorial, con los factores mes (a diez niveles, los diez meses comparados) y capa (a tres niveles, las tres capas). La calidad del aceite se comparó entre los cuatro tipos de frutos según sus orígenes (sanos de la copa de árbol, sanos del suelo, picados de la copa del árbol y picados del suelo) mediante un análisis de varianza simple para los porcentajes de aceite, de humedad y de acidez. A los porcentajes se les aplicó la transformación angular antes del análisis. Las medias se han comparado en todos los casos por el test de mínima diferencia significativa.

RESULTADOS

Evolución estacional del insecto y de los daños

La abundancia de adultos de *B. oleae* en la parcela se incrementa de agosto a octubre, reduciéndose posteriormente en invierno. A la salida del invierno, en marzo-abril, se observa un nuevo incremento. En el máximo de octubre se alcanzan niveles próximos a cuatro moscas por trampa y día (mtd) y en el máximo de marzo llega a 2 mtd (Figura 8A). Según estudios anteriores, *B. oleae* presenta normalmente un máximo de captura de adultos en septiembre-octubre, tanto en España (GARCÍA ROJAS *et al.*, 2001; TORRES VILA *et al.*, 2006; ARMENDÁRIZ *et al.*, 2009; BEITIA, *et al.*, 2010; JUNTA ANDALUCÍA, 2010) como en otros países (BURRAK *et al.*, 2011; GONÇALVES *et al.*, 2005; PEROVIC *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2010) y según algunos autores se observa otro máximo en primavera, en marzo-abril (DELRIO y CAVALLORO, 1977; RASPI *et al.*, 2005; TORRES VILA *et al.*, 2006; YOKOHAMA *et al.*, 2006; ARMENDÁRIZ *et al.*, 2009; BURRAK *et al.*, 2011), descendiendo la densidad poblacional desde mayo a agosto (MAZOMENOS *et al.*, 2002).

En nuestra parcela de TM, la proporción de hembras en los adultos capturados oscila ligeramente a lo largo del periodo de muestreo y en ambos tipos de trampas, desde el 23% en septiembre al 52% en enero, con una

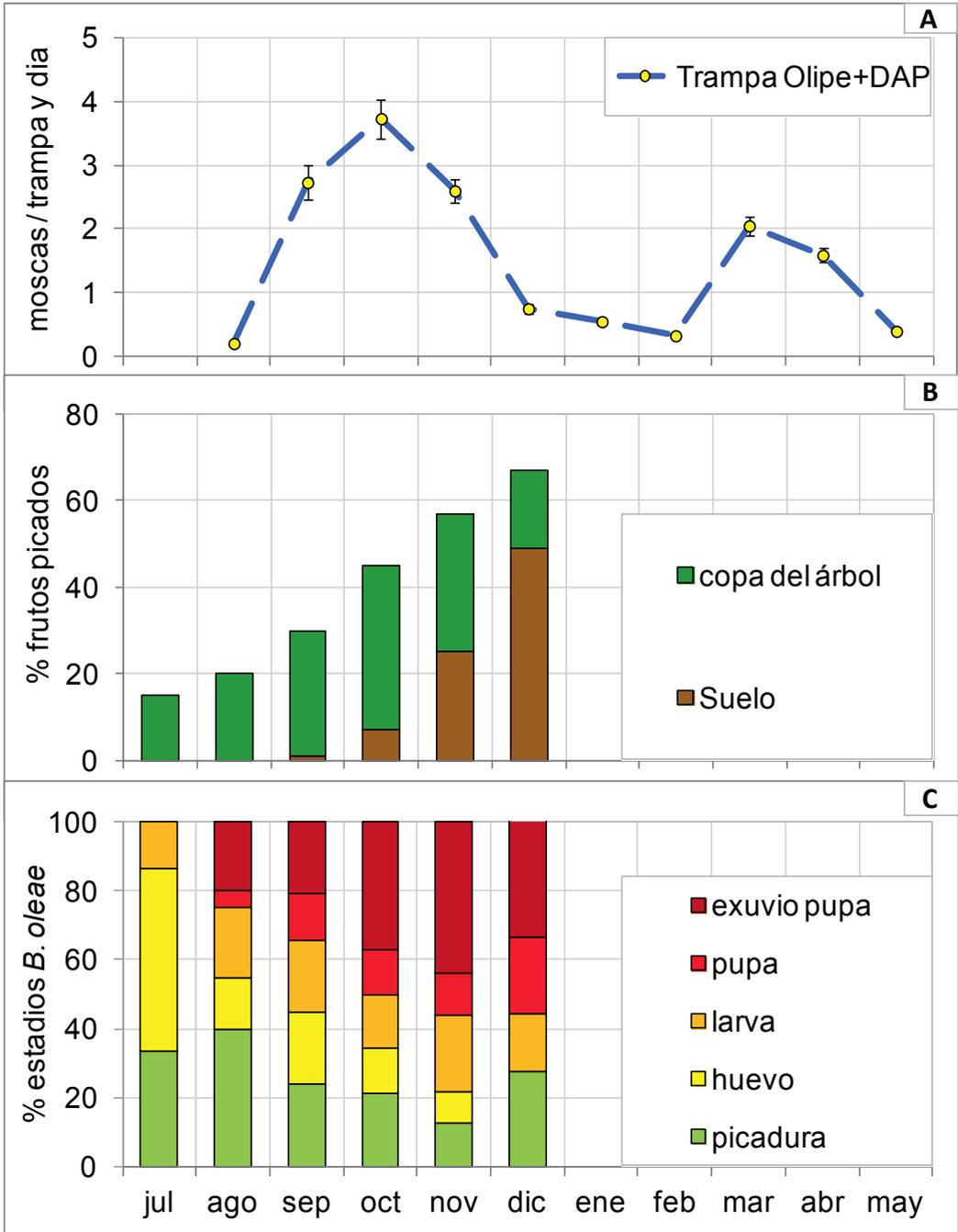


Figura 8. Evolución estacional de la población y los daños de mosca del olivo *Bactrocera oleae* en la parcela de ensayo en Valencia entre julio de 2011 y mayo de 2012. (A) Capturas de adultos en trampas Olipe con DAP. Valores medios de 79 trampas. La línea vertical indica el error estándar. (B) Porcentaje de frutos picados hasta la recolección. Para frutos de la copa se muestrearon 10 árboles al azar, para frutos del suelo se muestreó un árbol representativo. (C) Distribución de estadios de *B. oleae* en los frutos infestados de la copa del árbol

media anual del 37%. Proporciones parecidas de hembras encontraron otros autores que utilizaron diferentes tipos de trampas, obteniendo mayor porcentaje de hembras en invierno y principios de primavera (JIMÉNEZ *et al.*, 1994; KATSOYANNOS y KOULOSSIS, 2001; ALTOLAGUIRRE *et al.*, 2003; OLIVERO *et al.*, 2004; HANIOTAKIS, 2003; YOKOYAMA *et al.*, 2006).

El porcentaje de frutos picados aumenta progresivamente a lo largo de todo el periodo de muestreo, de julio a diciembre. En el momento de la recolección, en diciembre, se llega al 67,3% de frutos picados como media de todos los árboles de la parcela. Los frutos son picados de forma continua entre julio y diciembre y cada mes el porcentaje de frutos picados se incrementa entre el 5% y el 17%, sin tendencias estacionales definidas en este incremento (Figura 8B). Los frutos picados se encuentran casi todos en la copa del árbol hasta octubre, produciéndose una caída masiva de estos frutos picados al suelo en noviembre y diciembre. Los daños producidos por *B. oleae* en cada árbol fueron relativamente uniformes al comparar los 79 árboles de la parcela, con ocho árboles de alrededor del 50% de frutos con daños, 21 con el 60%, 26 con el 70% y 24 con el 80%. Según otros autores la puesta en frutos comienza de forma temprana cuando éstos aún son pequeños, iniciándose en general a final de junio o principios de julio (YOKOYAMA *et al.*, 2006; BJELIS, 2009; ZALOM *et al.*, 2009).

Los síntomas o estadios de desarrollo de *B. oleae* presentes en los frutos picados que se encuentran en la copa del árbol también evolucionan con el tiempo de forma muy acusada entre julio y diciembre. En julio casi todos los frutos picados de la copa tienen huevos o simplemente la incisión de la picada. En diciembre los frutos picados de la copa contienen casi exclusivamente exuvios de la pupa (Figura 8C). Entre estos dos extremos existe una evolución gradual en los meses intermedios desde fases iniciales hasta las últimas fases del desarrollo del insecto. SPERANZA *et al.* (2004) encuentran una evolución

similar en olivos de Italia. Por otra parte, más del 80% de los frutos picados caídos al suelo, que empiezan a ser abundantes desde octubre, contienen exuvios de pupas.

Estudios anteriores varían en la observación del momento en que se producen los daños. Algunos consideran que es septiembre y octubre, coincidiendo con el máximo del vuelo de adultos (NEUENSCHWANDER y MICHELAKIS, 1979; SPERANZA *et al.*, 2004; YOKOYAMA *et al.*, 2006; TSOLAKIS *et al.*, 2011), pero en otros casos se observa un incremento gradual a lo largo de todo el periodo de crecimiento y maduración del fruto (JIMÉNEZ *et al.*, 1994; BJELIS, 2009). Las altas temperaturas estivales pueden interrumpir temporalmente la puesta induciendo una diapausa reproductiva en las hembras (ALDEBIS y VARGAS, 2003; TZANAKAKIS, 2003; BJELIS, 2009). Desde el verano hasta la recolección las aceitunas que contienen larvas en su interior caen en doble cantidad que las aceitunas no infestadas y estas últimas van cayendo de forma natural al acercarse a la maduración (NEUENSCHWANDER y MICHELAKIS, 1978). Los frutos atacados por la generación estival de mosca del olivo se pierden totalmente, pero los frutos atacados por las generaciones otoñales sufren en su mayoría daños indirectos, tales como la pérdida de calidad de los aceites obtenidos y el encarecimiento de la recolección de los frutos caídos precozmente (MONTIEL y MADUEÑO, 1995a). Sin embargo, no siempre la mayoría de frutos atacados por *B. oleae* caen al suelo; en una experiencia realizada por MONTIEL y MADUEÑO (1995b) estos autores observan que la fracción media de aceituna atacada caída fue del 58,3% y la fracción media de aceituna sana caída (de forma natural por madurez del fruto) fue del 32,1%, por lo que el porcentaje de aceituna caída debido exclusivamente a mosca era del 39,6% de los frutos atacados.

TSOLAKIS *et al.* (2011) se refieren a infestación activa (frutos con huevos y larvas vivas) y pasiva (frutos con pupas vivas y muertas más agujeros de salida). Esta última es la responsable de la pérdida de calidad del aceite

ya que los agujeros de salida en los frutos son la vía de entrada de microorganismos que aumentan la acidez. Calculan un umbral del 25% de infestación pasiva para que la calidad del aceite se vea afectada. Sin embargo se pueden obtener aceites de calidad con altos porcentajes de infestación activa siempre que se recolecte anticipadamente, extrayendo el aceite antes de la pudrición.

Acción del trampeo masivo

En general, los resultados obtenidos en nuestra experiencia demuestran que, aunque existe gran variabilidad en la población de adultos capturados por trampa dentro de la parcela, se observa claramente un gradiente descendiente de población de moscas capturadas desde el exterior al interior de la parcela. De ello podemos deducir que el TM frena el avance de infestación de *B. oleae* creando un efecto borde. En las trampas amarillas, las capturas medias de los diez muestreos mensuales realizados (de agosto a mayo) en las cinco trampas situadas en los árboles del exterior de la parcela fue de 8,0 moscas por trampa y día (mtd), mientras que en las cinco trampas situadas en los árboles del interior fue de 3,4 mtd (Figura 9.1). Respecto a las trampas Olipe, las capturas medias de los mismos diez muestreos del perímetro exterior fue de 2,1 moscas por trampa y día (mtd), mientras que en la capa intermedia fue de 1,5 mtd y en la capa interior de 0,8 mtd (Figura 9.2). Ello implica que la población se reduce un 30% entre la primera y la segunda capa de trampas, y un 45% entre la segunda y la tercera, sin diferencias significativas entre ambos valores de reducción (ANOVA factorial; $F=4,23$; $P=0,0788$; g.l.= 1 y 7). El porcentaje de frutos picados por *B. oleae* también disminuye al comparar las tres capas perimetrales de árboles, aunque en mucha menor medida que en el caso de las capturas. Dicho porcentaje de daños es del 73% en los árboles externos de la parcela, y se reduce significativamente al 62% en los árboles más interiores (Figura 9.3). Ello representa una reducción media de daños entre capas contiguas próxima al 8%.

En general los diez muestreos mensuales realizados ofrecen reducciones de capturas de moscas entre capas contiguas de trampas parecidas, sin diferencias significativas entre meses. Globalmente, la reducción media de capturas de adultos de *B. oleae* entre capas es próxima al 40% (Figura 10). TSOLAKIS *et al.* (2011) encuentran también este efecto borde en la distribución de capturas cuando se aplica el TM en olivos de Sicilia, de forma que las trampas actúan frenando el avance de la población de adultos del exterior al interior de la zona protegida por trampas. COHEN y JUVAL (2000) en Israel utilizando el TM perimetral contra *Ceratitis capitata* demostraron que esta estrategia es válida dado que previene de la invasión de moscas desde el exterior hacia el interior de la parcela, aunque depende de la eficacia de los mosqueros utilizados.

Las capturas de otros artrópodos no objetivo en las trampas han sido poco importantes. Las mayores capturas se han observado en crisópidos (1,5 ejemplares de *Chrysopa* spp. por trampa y mes). Para el resto de fauna útil (coniopterígidios, dípteros sírfidos, himenópteros parasitoides, coccinélidos, arañas, abejas, avispas), la media de capturas ha sido inferior a un individuo por trampa y mes. La suma de todos los artrópodos anteriores juntos respecto al total de capturas de *B. oleae*, supone sólo un 2,5%. Otros autores indican también la inocuidad de las trampas de *B. oleae* frente a la mayoría de insectos beneficiosos y su bajo impacto ambiental respecto al control químico (RAGOSSIS, 2005; PORCEL *et al.*, 2009). Según SÁNCHEZ ESCUDERO *et al.* (2002), LUQUE y PEREDA (2003) y BEITIA *et al.* (2010) la incidencia de las trampas Olipe sobre la fauna auxiliar depende mucho de la zona olivarera y la presencia o no de cubierta vegetal espontánea.

Daños en cosecha

En los 79 árboles muestreados se han obtenido en el momento de la recolección 4.279 frutos en promedio por árbol, que equivalen a 14,3 kg por árbol (Cuadro 1). De ellos, solo el 32,7% de los frutos estaban sanos, sin sínto-

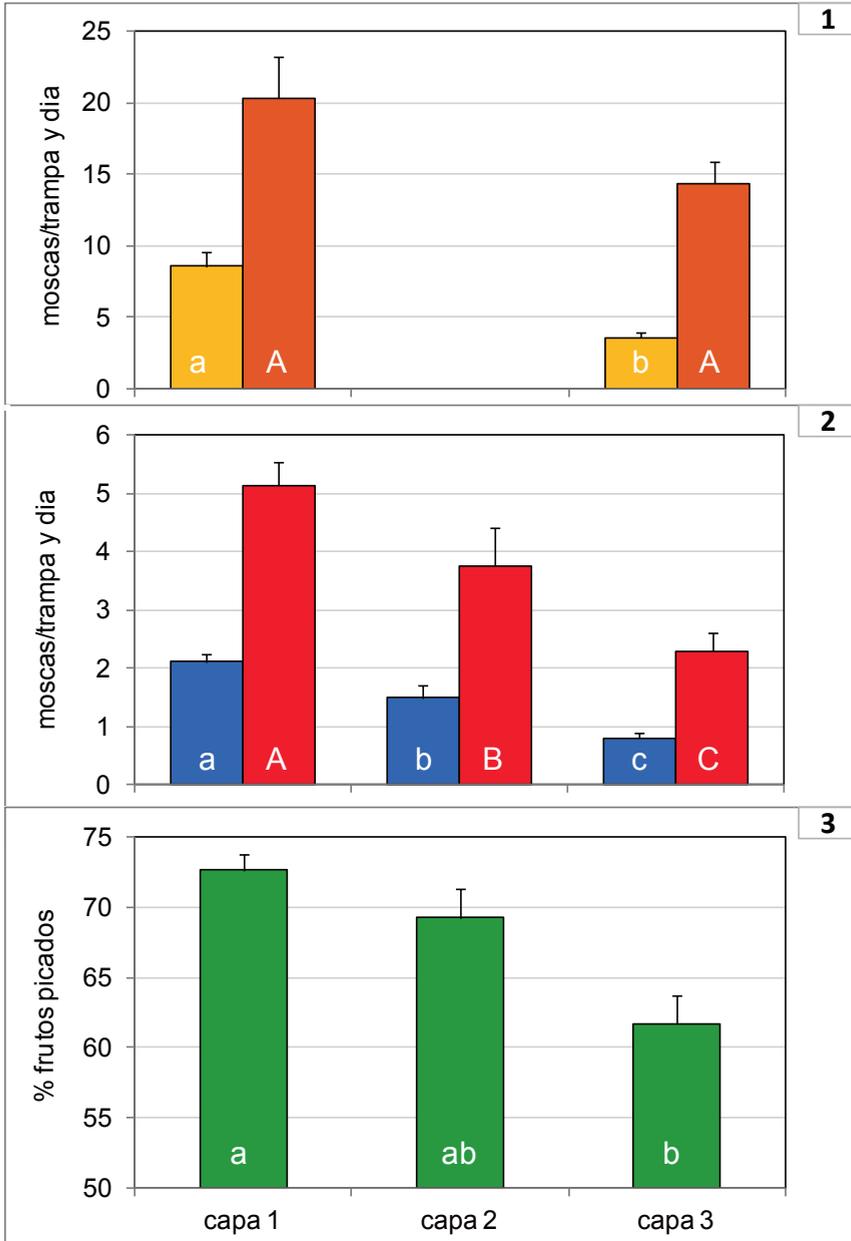


Figura 9. Comparación espacial de capturas y daños de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* en la parcela de ensayo, considerando la capa perimetral exterior de árboles de la parcela (capa 1), la intermedia (capa 2) y la interior (capa 3). Capturas medias y máximas diarias por trampa en trampas amarillas (1) y en trampas Olipe con DAP (2), y porcentaje de frutos picados por árbol (3). En la misma figura, la letra común mayúscula (para máximas) o minúscula (para medias) indica que no existen diferencias significativas (ANOVA y test MDS; $P < 0,05$; Figura 9.1, para capturas máximas: $F = 3,4$; $P = 0,1025$; g.l. = 1, 8; para capturas medias: $F = 20,88$; $P = 0,0018$; g.l. = 1, 8; Figura 9.2, para capturas máximas: $F = 7,39$; $P = 0,0012$; g.l. = 2, 69; para capturas medias: $F = 11,52$; $P = 0,0001$; g.l. = 2, 69; Figura 9.3: $F = 11,26$; $P = 0,0001$; g.l. = 2, 69). Las líneas verticales indican error estándar

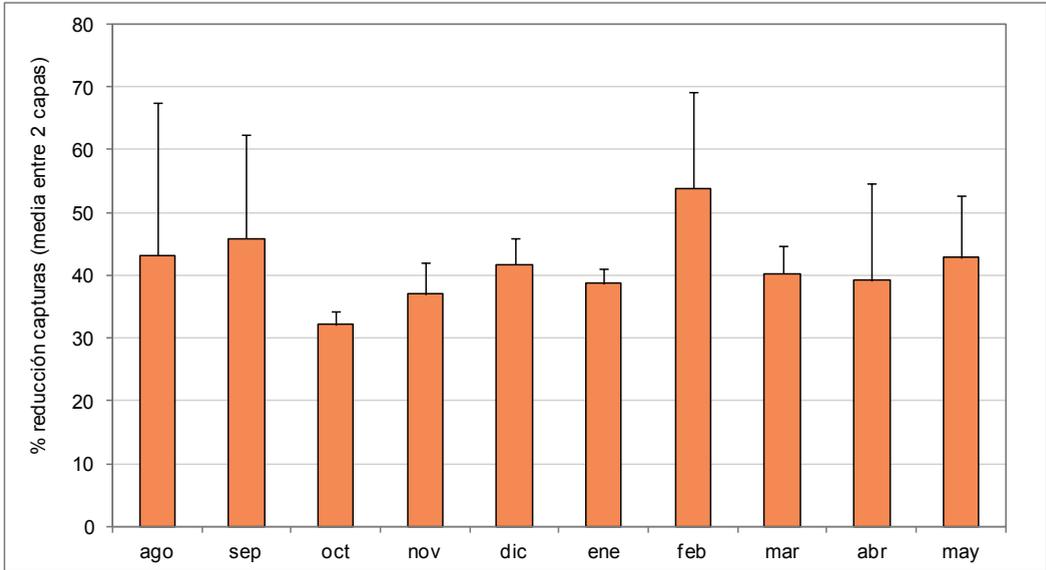


Figura 10. Reducción mensual de capturas de adultos de mosca del olivo *Bactrocera oleae* entre capas contiguas de trampas Olipe con DAP, del exterior al interior de la parcela, en la experiencia de trapeo masivo. Las líneas verticales indican el error estándar. No hay diferencias significativas entre meses (ANOVA factorial; F= 0,40; P= 0,8778; g.l.= 7 y 7)

Cuadro 1. Daños de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* en la producción media por árbol y en la calidad del aceite. Se han considerado cuatro tipos de frutos, según se recogieran de la copa del árbol o del suelo, y que estuvieran sanos o picados por *B. oleae*. Valores en columna con la misma letra no difieren (ANOVA y test MDS; P < 0,05)

Origen del fruto	N° frutos/ árbol	%	Kg/ árbol	%	Grs/ fruto	% aceite	% humedad	% acidez	Litros aceite/ árbol
Copa del árbol sano	1.256 ± 119	29,4	5,04 ± 0,48	35,3	4,03 ± 0,06	18,4 ± 1,4 b	53,6 ± 1,3 a	0,55 ± 0,10 c	0,93
Copa del árbol picado	1.060 ± 98	24,8	3,78 ± 0,35	26,4	3,59 ± 0,06	19,3 ± 1,5 b	51,3 ± 0,6 a	1,18 ± 0,22 b	0,73
Suelo sano	140 ± 12	3,3	0,52 ± 0,04	3,6	3,72 ± 0,07	19,2 ± 1,4 b	51,3 ± 0,5 a	1,00 ± 0,10 b	0,10
Suelo picado	1.823 ± 93	42,6	4,96 ± 0,25	34,7	2,75 ± 0,05	22,9 ± 2,1 a	38,9 ± 2,0 b	6,15 ± 0,24 a	1,14
Total	4.279 ± 322	100,0	14,32 ± 1,12	100,0					2,90

mas ni daños por *B. oleae*. La gran mayoría de estos frutos sanos estaban en la copa del árbol. A su vez, el 67,3% restante de frutos estaban picados por *B. oleae*, de los cuales el 42,6% estaban en el suelo y el 24,8% se mantenían en la copa del árbol. El peso fresco del fruto es significativamente diferente según se encuentre en la copa o en el suelo y según sea sano o picado, de forma que los frutos de mayor peso corresponden a los sanos de la copa (4,03 gr) y los de menor peso a los picados en el suelo (2,75 gr) (ANOVA y test MDS; $F = 142$; $P < 0,01$; g.l. = 3 y 231). El contenido en aceite es de alrededor del 19%, excepto en los frutos picados del suelo en que es significativamente mayor, aproximándose al 23% (ANOVA y test MDS; $F = 16,3$; $P < 0,01$; g.l. = 3 y 17). Ello es debido a que estos frutos se encuentran más deshidratados (ANOVA y test MDS; $F = 33,3$; $P < 0,01$; g.l. = 4 y 17). La acidez, uno de los parámetros fundamentales de la calidad del aceite, es mucho mayor en los frutos picados del suelo, en que alcanza el 6,15%. El resto de frutos tienen valores mucho menores, correspondiendo el óptimo al fruto sano de la copa del árbol con el 0,55% de acidez (ANOVA y test MDS; $F = 127,9$; $P < 0,01$; g.l. = 5 y 17). Esto confirma que el factor fundamental para elevar la acidez no es sólo la proporción de frutos picados sino además el hecho de que éstos caen al suelo y allí transcurre un tiempo suficiente para que la lesión producida por *B. oleae* sea vía de entrada de microorganismos saprófagos (TORRES VILA *et al.*, 2003).

Globalmente obtenemos con estos datos una producción total por árbol de 2,9 litros de aceite del 2,9% de acidez. Si se considera por separado el fruto de la copa del árbol y el del suelo, que es lo que se realiza normalmente en la práctica, entonces obtenemos en promedio por árbol 1,7 litros de aceite del 0,8% de acidez de la copa del árbol y 1,2 litros de aceite del 5,7% de acidez del suelo. En ausencia de plaga, es decir, si suponemos que los árboles hubieran producido el mismo número de frutos y todos los frutos hubieran sido sanos, entonces habríamos obtenido 3,2 litros de aceite por árbol del 0,6% de acidez. Los resultados

obtenidos en esta parcela de TM muestran que, a pesar de los muy elevados niveles de frutos picados, las pérdidas reales en cantidad de aceite a causa de *B. oleae* fueron sólo del 9,4%. También DUATIS y PEDRET (1997) realizaron cálculos prácticos de las pérdidas de aceite por efecto de *B. oleae*, llegando al 10,1% comparando aceitunas sanas y picadas. La calidad del aceite obtenido se ha visto muy perjudicada, con un aumento del índice de acidez del 0,6% al 2,9%, y ello representa una pérdida económica (diferencia de precio entre aceite virgen extra y aceite lampante) de alrededor del 25% (POOLRED, 2012).

Para evaluar la eficacia del TM se ha realizado una comparación del porcentaje de frutos picados entre nuestra parcela de ensayo y un grupo de 16 parcelas situadas en la misma zona y de la misma variedad. Estas parcelas se agruparon según el número de tratamientos insecticidas realizados para el control de *B. oleae*, considerando tres grupos, parcelas sin tratamientos, parcelas con uno ó dos tratamientos, y parcelas con tres o cuatro tratamientos. El porcentaje de frutos atacados en la parcela de TM fue del 67,3%, mientras que en el conjunto de las parcelas vecinas fue del 91%, con escasas diferencias entre los tres regímenes de tratamientos considerados, oscilando en cada parcela vecina entre un mínimo del 72% y un máximo del 100% de fruto picado (Figura 11). Por tanto, a pesar del alto porcentaje de frutos picados, la parcela de TM ha tenido menos daños que cualquiera de las 16 vecinas con tratamientos convencionales, en promedio casi un 25% menos de daños.

El porcentaje de frutos picados que hemos encontrado en nuestra parcela de TM y en las parcelas vecinas ha sido elevado, pero se encuentra dentro del rango de los valores más altos que son generalmente reportados por otros autores dependiendo del año. Así, en Grecia el porcentaje de frutos picados oscila del 5% al 50% (KATSOYANNOS y KOULOSSIS, 2001; MAZOMENOS *et al.*, 2002; HANOTAKIS, 2005), en Italia del 20 al 100% (SPERANZA *et al.*, 2004; TSOLAKIS *et al.*, 2011), en Portugal

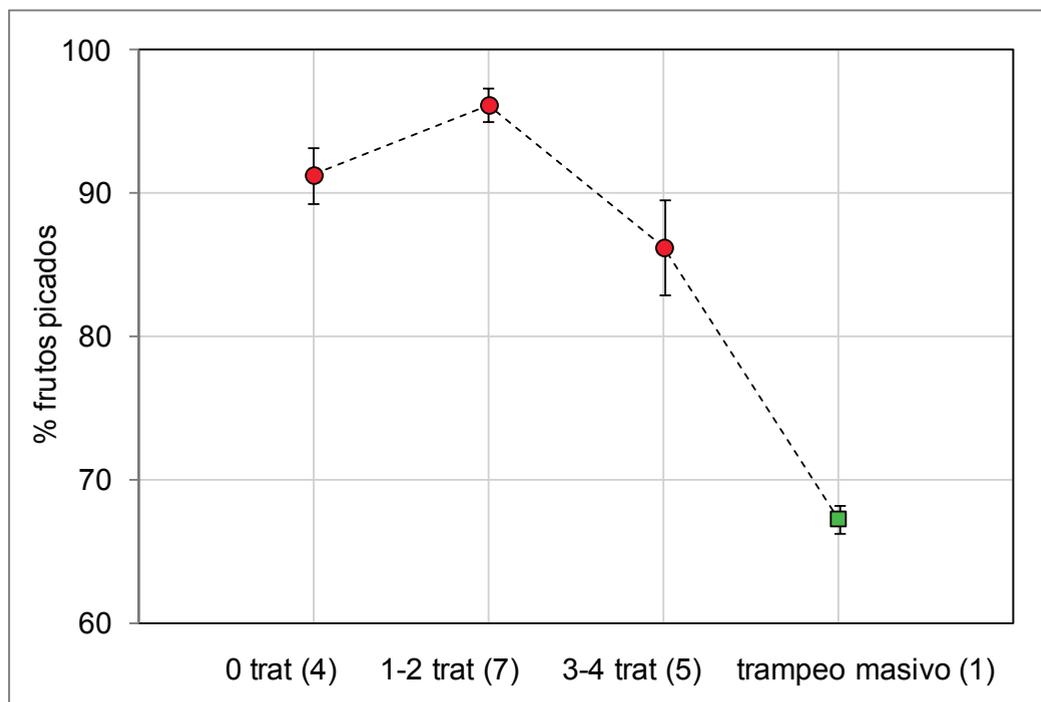


Figura 11. Comparación del porcentaje de frutos picados en la cosecha entre parcelas de olivo de la misma zona y variedad donde se encontraba la parcela de trapeo masivo, en función del número de tratamientos aplicados para el control de *Bactrocera oleae*. Se han considerado parcelas sin tratamientos, con 1 ó 2 tratamientos y con 3 ó 4 tratamientos. Entre paréntesis figura el número de parcelas de cada grupo. Las líneas verticales indican el error estándar

puede alcanzar el 99% (LOPES *et al.*, 2010) y en nuestro país del 17,5% al 70% (RUÍZ TORRES, 2009; JUNTA ANDALUCÍA, 2010).

BROUMAS *et al.* (2002) en Grecia y DUATIS *et al.* (2006) en España comprueban que los ataques de mosca son más intensos en los años de baja producción, como ha ocurrido durante este año 2011 en nuestra parcela ensayo de TM, donde se ha obtenido una tercera parte de la cosecha respecto al año anterior (en 2010 la incidencia de mosca en esta misma parcela fue muy inferior). TEDESCHINI *et al.* (2003) indican que el TM funciona bien en años con nivel de plaga bajo o medio. Según DUATIS *et al.* (2006) la captura masiva de adultos (TM) siempre produce un descenso de picadas en frutos sea cual sea el mosquero utilizado. ZALOM *et al.* (2009) calculan que el TM puede reducir los daños de *B. oleae* en un

30-100% comparado con el testigo sin tratamientos.

BROUMAS *et al.* (2002) citan numerosos factores que pueden influir en la eficacia del TM contra la mosca del olivo, entre los que se incluyen el tipo de trampa, la densidad y momento de instalación, el atrayente e insecticida, el aislamiento de la parcela y su tamaño, la temperatura y humedad, el tipo de árbol y su tamaño, la variedad, la cantidad y tamaño de frutos, el riego, poda y fertilización, y el número de años en que el método ha sido aplicado en la misma parcela de olivo. ALONSO MUÑOZ y GARCÍA MARÍ (2009) indican que entre los factores que más afectan a la eficacia del trapeo masivo de *C. capitata* en cítricos, el tamaño y forma de la parcela son de los más importantes, recomendando superficies grandes y perímetros mínimos.

En conclusión, en los frutos picados existe una evolución gradual entre julio y diciembre en la proporción de estadios en las poblaciones de *B. oleae*, desde las fases iniciales hasta las últimas fases del desarrollo y los frutos son picados de forma continua a lo largo de todo el periodo. En el momento de la recolección, en diciembre, se llega al 67% de frutos picados como media de todos los árboles de la parcela. En el conjunto de las 16 parcelas vecinas el porcentaje de frutos picados osciló entre un mínimo del 72% y un máximo del 100%, con una media del 91%. Las trampas en el TM actúan frenando el avance de la población de adultos del exterior al interior de la zona protegida por trampas. Globalmente, la reducción media de capturas de adultos de *B. oleae* entre capas contiguas de trampas es próxima al 40%. Todo esto implica que si con el TM pretendemos conseguir que la población no supere el umbral considerado convencionalmente de una mosca por trampa y día en ningún mes del año, entonces este objetivo ha estado lejos de conseguirse en este ensayo ya que se alcanzan más de dos moscas por trampa y día en la zona más protegida, los árboles del interior de la parcela. Extra-

polando estos resultados podemos concluir que habríamos conseguido bajar del citado umbral de población a partir de la quinta capa de trampas y que por tanto el TM requiere de su instalación en grandes superficies de olivar de forma homogénea para funcionar con eficacia. En promedio se obtuvieron por árbol 1,7 litros de aceite del 0,8% de acidez de la copa y 1,2 litros de aceite del 5,7% de acidez del suelo. Las pérdidas reales en valor económico de la cosecha debidas a *B. oleae* fueron próximas al 10% en cantidad de aceite y del 25% en calidad del aceite.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a Rosario Muñoz Mateo por permitirnos establecer el experimento en el olivar denominado "La Canela" y a Ángel Alonso Abad por su asistencia en las faenas de campo. A los olivicultores del paraje "La Tavaida", por su ayuda en la recogida de muestras. Al personal de la Cooperativa Agrícola de Casinos. A Gabriela Clemente y Nieves Pérez por analizar las muestras de aceitunas en laboratorio. A Jordi Roig por facilitarnos las trampas Ecotrap®.

ABSTRACT

ALONSO MUÑOZ, A., F. GARCÍA MARÍ. 2012. Efficacy of mass trapping in the control of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae): assessment of fruit damage and economic losses in quantity and quality of oil. *Bol. San. Veg. Plagas*, **38**: 291-309

In an olive orchard located in Lliria (Valencia) we analyzed in 2011 the way of action and assessed the efficacy of the mass trapping as a control method for the Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae* (Gmelin), determining the moment of the year when damage is produced and the level reached, as well as the economic losses in production and quality at harvest. A combination of Olipe and Ecotrap® traps was used, applying 200 traps/ha (one of each type per tree). The damage observed in the mass trapping orchard was compared with olive orchards in the vicinity where *B. oleae* was conventionally controlled with pesticides. The percentage of infested fruits increased gradually between July and December and at harvest time, in December, it reached 67.3%. On average we obtained per tree 1.7 litres of olive oil with 0.8% of acidity from fruits on the canopy, and 1.2 litres of olive oil with 5.7% of acidity from fruits fallen to the ground. Economic losses due to *B. oleae* approached 10% in quantity and 25% in quality of the oil. The traps acted slowing down the advance of *B. oleae* adults from outside to inside the plot, reducing in approx 40% the number of flies captured in contiguous traps. This reduction was not sufficient due to the low surface area protected. In 16 nearby olive fields the percentage

of infested fruits ranged from 72 to 100%, with an average of 91%. Thus, in the mass trapping plot there was a 25% reduction of infested fruits. We conclude that mass trapping requires its layout in large areas with a homogeneous shape to work successfully.

Key words: traps, attractants, Olipe, Ecotrap®.

REFERENCIAS

- ALDEBIS, H.K., VARGAS, V. 2003. La mosca del olivo, daños y métodos de lucha. *Vida rural, dossier olivar. Octubre*: 42-46.
- ALONSO MUÑOZ, A., GARCÍA MARÍ, F. 2009. Factores que influyen en la eficacia del trapeo masivo para el control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **35** (3): 401-419.
- ALTOLAGUIRRE, M., LÓPEZ, A., CABALLERO, J.A. 2003. Estrategia alternativa al control de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmelin) mediante "trampa Olipe". Ensayos en diferentes zonas de la provincia de Córdoba. Actas del XI Simposium científico-técnico. Expoliva 2003. Jaén (Spain) 14-16 May. Disponible desde Internet en: <<http://www.expoliva2003/simposium/comunicaciones/OLI-29>> [con acceso el 09/01/2012].
- ARAMBOURG, Y. (1978). Quelques caractéristiques biologiques de *Dacus oleae* Gmel. *Informations Oleicoles Internationales*, **56-57**: 175-176.
- ARMENDÁRIZ, J., PÉREZ, A., NICOLÁS, J., APARICIO, E., JUÁREZ, J.S., MIRANDA, L. 2009. Cinco años de seguimiento de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* [Gmelin, 1790]) en los Arribes del Duero. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 219-229.
- BEITIA, F., TORTOSA, A., CARBONELL, E., ROS, J.P. 2010. A comparison of several traps and attractants as a first approach to the use of mass trapping against the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the Valencian Community. Proceedings 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Valencia: 303-308.
- BJELIS, M. 2009. Control of olive fruit fly-*Bactrocera oleae* Rossi (Diptera, Tephritidae) by mass trapping and bait sprays methods in Dalmatia. Zbornik predavanj in referatov, 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Nova Gorica, 4-5 marec: 397-401.
- BROUMAS, T., HANIOTAKIS, G., LIAROPOULOS, C., TOMAZOU, T., RAGOSSIS, N. 2002. The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. *Journal Applied Entomology*, **126**: 217-223.
- BURRACK, H.J., BINGHAM, R., PRICE, R., CONNELL, J.H., PHILLIPS, P.A., WUNDERLICH, L., VOSSEN, P.M., O'CONNELL, N.V., FERGUSON, L., ZALOM, F.G. 2011. Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *California Agriculture*, **65** (1): 14-20.
- BURRACK, H.J., ZALOM, F.G. 2008. Oviposition preference and larval performance of the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in several commercially important olive varieties in California. *Journal Economic Entomology*, **101** (3): 750-758.
- CALECA, V., RIZZO, R., BATTAGLIA, I., PALUMBO PICCIONELLO, M. 2007. Test on effectiveness of mass trapping by Ecotrap (Vyoril) in the control of *Bactrocera oleae* (Gmelin) in organic farming. *Integrated Protection of Olive Crops. Bulletin OILB/SROP*, **30** (9): 139-145.
- CAPA. 2011. Conselleria D'Agricultura, Pesca i Alimentació. Memoria de ensayos realizados durante la campaña 2009. Proyecto Residuo Cero en Olivar. Generalitat Valenciana: 124-142. Disponible desde Internet en: <http://www.agricultura.gva.es/web/c/document_library/get_file> [con acceso el 02/12/2011].
- CIRIO, U., CALVITTI, M. 2005. Abundancia de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel.) según variedades. *Revista Oficial del Consejo Oleícola Internacional*, **103**: 28-32.
- CIVANTOS, M., JIMÉNEZ, A. 1994. La lucha contra la mosca del olivo en Jaén. *Agricultura*: 783-787.
- COHEN, H., YUVAL, B. 2000. Perimeter trapping strategy to reduce Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage on different host species in Israel. *J. Econ. Entomol.*, **93** (3): 721-725.
- CROVETTI, A., QUAGLIA, F., ROSSI, F. 1987. The heat-units accumulation method for forecasting the *Dacus oleae* (Gmel.) life-cycle: results of a study carried out in a biotope of the Southern Tuscany during the years 1978-1982. *Frustula Entomologica, nuova serie*, **X**: 109-117.
- DELRIO, G., CAVALLORO, R. 1977. Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del *Dacus oleae* Gmelin in Liguria. *Redia*, **40**: 221-253.
- DOGV. 2002. Diario Oficial de la Generalitat Valenciana, nº 4162 de 07-01-2002. Anexo IV.

- DUATIS, J., FONTANET, X., GISBERT, J., LLORACH, T., PEDRET, E., PORTA, J. 2006. Sistemas alternativos de lucha para el control de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* R., en el Baix Ebre y el Montsià. *Fruticultura Profesional*, **160**: 83-90.
- DUATIS, J., PEDRET, E. 1997. Estado actual del control de la mosca del olivo *Bactrocera (Dacus) oleae*, Rossi en las comarcas del Baix Ebre y Montsià. *Fruticultura Profesional*, **88**: 64-69.
- ECONOMOPOULOS, A.P. 1979. Attraction of *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) to odour and color traps. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **88**: 90-97.
- GARCÍA ROJAS, L., LACASTA, C., MECO, R. 2001. The organic control of the olive fly: The efficiency of traps and food lures. I Conferencia Mundial de IFOAM sobre olivar ecológico: 1-10.
- GÓMEZ CLEMENTE, F., BELLOD, M. 1951. Nuevo procedimiento de lucha contra *Dacus oleae* Rossi. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, **XVIII**: 205-241.
- GONÇALVES, M.A., ANDRADE, L., BENTO, A., ALMEIDA, L. 2005. Estudo de *Bactrocera oleae* (Gmelin) e de *Prays oleae* (Bernard), em duas regiões de Portugal. I Jornadas Portuguesas de Entomología Aplicada, Bragança (Portugal) 17-23 Outubro. Ed. Instituto Politécnico Bragança. Abstract, 333.
- HANIOTAKIS, G.E. 2003. Olive pest control: Present status and prospects. Integrated Protection of Olive Crops. *IOBC/wprs Bulletin*, **28** (9): 1-9.
- JIMÉNEZ, A., CASTILLO, E., ESTEBAN, J.R. 1994. Niveles de población larvaria de *Bactrocera (Dacus) oleae* Gmelin. descendientes de hembras en presencia de bajas cantidades de frutos receptivos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 119-130.
- JUNTA ANDALUCÍA, 2010. Incidencia de plagas y enfermedades en las Comunidades Autónomas en 2010. Servicio Sanidad Vegetal. Junta Andalucía. *Olivar. Phytoma España*, **229**: 20-24.
- KAPATOS, E.T., FLETCHER, B.S. 1980. An assessment of components of crop loss due to infestation by *Dacus oleae*, in Corfu. *Entomologia Hellenica*, **1** (1983): 7-16.
- KAPATOS, E.T., FLETCHER, B.S. 1984. The phenology of olive fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae), in Corfu. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **97**: 360-370.
- KATSOYANNOS, B., KOULOSSIS, N.A. 2001. Capture of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **100**: 165-172.
- LOPES, D.J., PIMENTEL, R., MACEDO, N., MARTINS, J.T., ZORMAN, M., VENTURA, L.B., AGUIAR, M.H., SILVA, M.L.O., MEXIA, A.M.M., MUMFORD, J. 2010. Olive fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) population dynamics in Terceira olive groves (Portugal). ISHS Acta Horticulturae 924: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People. (Abstract): 1.
- LUQUE, E., PEREDA, L. 2003. La selectividad de las trampas "Olipe" (atrayente: cebos alimenticios) en la captura de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Gmelin). *Toll Negre*, **2**: 24-33.
- MAZOMENOS, B.E., PANTAZI, A., STEFANOPOULOS, D. 2002. Attract and kill of the olive fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. Use of feromones and other semiochemicals in integrated production. *IOBC/wprs Bulletin*, **25**: 137-146.
- MICHELAKIS, S., NEUNSWANDER, P. 1982. Estimates of the crop losses caused by *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) in Crete, Greece. R. Cavalloro (Ed). Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium: Fruit Flies of Economic Importance. Athens (Greece), 16-19 November 1982: 603-611.
- MONTIEL, A., MADUEÑO, C. 1995a. Determinación del umbral de tratamiento para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.) (Diptera: Tephritidae) en olivar destinado a la producción de aceite. *Bol. Serv. Plagas*, **21**: 577-588.
- MONTIEL, A., MADUEÑO, C. 1995b. Cálculo práctico de tratamiento para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.) (Diptera: Tephritidae) en olivar de producción de aceite en Jaén. *Bol. Serv. Plagas*, **21**: 589-596.
- MONTIEL, A., MORENO, R. 1982. Metodología utilizada en España para la realización de estudios bio-ecológicos sobre las poblaciones naturales de *Dacus oleae* (Gmel). Resultados provisionales obtenidos en dos años de trabajo. *Bol. Serv. Plagas*, **8**: 43-53.
- NEUNSWANDER, P., MICHELAKIS, S. 1978. Olive fruit drop caused by *dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae). *Journal Applied Entomology*, **91**: 193-205.
- OLIVERO, J., GARCÍA, E.J., WONG, M.E., ROS, J.P. 2004. Ensayo de eficacia de diferentes combinaciones soporte-atrayente para el trapeo masivo de *Bactrocera oleae* (Gmel.), Mosca del Olivo. *Bol. Serv. Plagas*, **30**: 439-450.
- PEROVIC, T.; HRNCIC, S.; INDIC, D. 2009. Flight dynamics of olive fly *Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera, Tephritidae) in the region of Bar. *Journal Pomologia Croatica*, **15** (3/4): 77-85.
- PETACCHI, R., RIZZI, I., GUIDOTTI, D. 2003. The "lure and kill" technique in *Bactrocera oleae* (Gmel.) control: effectiveness indices and suitability of the technique in area-wide experimental trials. *International Journal Of Pest Management*, **49** (4): 305-311.

- POOLRED. 2012. Sistema de información de precios en origen del mercado del aceite de oliva. Disponible desde Internet en: <<http://www.oliva.net/poolred>> [con acceso el 15/03/2012].
- PORCEL, M., RUANO, F., SANLLORENTE, O., CABALLERO, J.A., CAMPOS, M. 2009. Short communication. Incidence of the OLIPE mass-trapping on olive non-target arthropods. *Spanish Journal of Agricultural Research*, **7**(3): 660-664.
- QUESADA, E., CAMPOS, M., SANTIAGO, C. 2008. Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. Capítulo 7. Control de plagas: 189-226.
- RAGOUSSIS, N. 2005. Contribution to the biological olive agriculture. Efficient control of the olive fruit fly by the Ecotrap®. *Integrated Protection Of Olive Crops. IOBC/wprs Bull.* **28** (9): 29-35.
- RASPI, A., CANALE, A., LONI, A. 2005. Presence of mature eggs in olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), at different constant photoperiods and at two temperatures. *Bulletin of Insectology*, **58** (2): 125-129.
- RICE, R.E. 2000. Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. University of California. Cooperative extension. Olive notes, September: 1-6.
- RIZZI, I., PETACCHI, R., GUIDOTTI, D. 2005. Mass trapping technique in *Bactrocera oleae* control in Tuscany Region: results obtained at different territorial scale. *Integrated Protection Of Olive Crops. IOBC/wprs Bulletin*, **28** (9): 83-90.
- RODRÍGUEZ, F., BALLESTER, A. 1990. Influencia de la sanidad vegetal en la calidad del aceite de oliva. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hoja divulgadora, **16**: 1-28.
- RUIZ CASTRO, A. 1948. Fauna entomológica del olivo en España. Instituto Español de Entomología. Madrid.
- RUIZ TORRES, M. 2009. Comentarios a los métodos de control de la mosca del olivo. *Vida Rural*, **15**: 17-20.
- RUIZ TORRES, M., RUIZ, J., ALONSO, E., ROS, J.P. 2010. Ammonium Phosphate versus Hydrolysate Protein: which one to be used in mass trapping against the olive fly *Bactrocera oleae* (Rossi)? Proceedings 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Valencia: 298-302.
- SÁNCHEZ ESCUDERO, J., GÚZMÁN, G., VARGAS, E. 2002. Evaluación de la incidencia de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmelin) y exploración de sus parasitoides en diferentes sistemas de manejo en Los Pedroches (Córdoba) y Deifontes (Granada). Resultados preliminares. V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología. Gijón (Asturias), 16-21 septiembre. Tomo II: 791-800.
- SPERANZA, S., BELLOCCHI, G., PUCCI, C. 2004. IPM trial on attract and kill mixtures against the olive fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Insectology*, **57** (2): 111-115.
- TEDESCHINI, J., ISUFI, E., UKA, R., BAÇAJ, M., PFEIFFER, E. 2003. "Attract and kill" method using Ecotrap® for controlling olive fruit fly in Albania (poster). 4th National IPM Symposium held in Indianapolis, 8-10 April.
- TEDESCHINI, J., STAMO, B. 2004. Paquete para el manejo integral de plagas. Control de la mosca del olivo. Innovación para el desarrollo y la cooperación sur-sur. Albania. *Ideass*: 16 pp. Disponible desde Internet en: <<http://www.ideassonline.org>> [con acceso el 31/12/2011].
- TOMAZOU, T., PAPAGRIGORIOU, A., FAMELIARIS, D. 1995. Study of the residual and repellent action of insecticides on traps, concerning the mass trapping method of olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae). Proceeding 6th Panhellenic Congress of Entomology, October 31-November 3.
- TORRES VILA, L.M., RODRÍGUEZ, M.C., MARTÍNEZ, J.A. 2003. Efectos del daño de la mosca del olivo y del atroje sobre la microflora en pasta y la acidez del aceite virgen de oliva. *Grasas y Aceites*, **54** (3): 285-294.
- TORRES VILA, L.M., SÁNCHEZ, Á., PONCE, F., DELGADO, E., AZA, M.C., BARRENA, F., FERRERO, J.L., CRUCES, E., RODRÍGUEZ, F. 2006. Dinámica poblacional de *Bactrocera oleae* Gmelin en Extremadura: fluctuación estacional en el estado reproductivo y en el tamaño imaginal. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 57-69.
- TSOLAKIS, H., RAGUSA, E., TARANTINO, P. 2011. Control of *Bactrocera oleae* by low environmental impact methods: NPC methodology to evaluate the efficacy of lure-and-kill method and copper hydroside treatments. *Bulletin of Insectology*, **64** (1): 1-8.
- TZANAKAKIS, M.E. 2003. Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: a review. *Netherland Journal of Zoology*, **52** (2-4): 87-224.
- YOKOYAMA, V.Y., MILLER, G.T., STEWART-LESLIE, J., RICE, R.E., PHILLIPS, P.A. 2006. Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations in relation to region, trap type, season and availability of fruit. *Journal Economic Entomology*, **99** (6): 2072-2079.
- ZALOM, F.G., VAN STEENWYK, R.A., BURRACK, H.J., JOHNSON, M.W. 2009. Olive fruit fly. Pest notes. University of California (February) Publication **74112**: 1-4.
- ZERVAS, G.A. 1982. A new long-life trap for olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) and other Diptera. *Journal Applied Entomology*, **94**: 522-529.

(Recepción: 18 mayo 2012)

(Aceptación: 11 julio 2012)