

## Estado actual del uso de feromonas en el manejo integrado de plagas del olivo

A. MONTIEL y O. T. JONES

En la última década se ha progresado notablemente en el conocimiento de la Ecología Química de algunas plagas de insectos que afectan al olivo, tales como la polilla del olivo (*Prays oleae* Bern., Lep. Hyponomeutidae) y la mosca del olivo (*Dacus oleae* Gmel., Dip. Tephritidae), lo que ha permitido dilucidar la existencia de mediadores químicos del comportamiento, principalmente de feromonas sexuales, y la síntesis de algunos de sus componentes principales, lo que ha posibilitado el desarrollo de algunas técnicas o métodos de manejo de plagas, fundamentales para el establecimiento de una estrategia global de lucha integrada contra las plagas del olivo.

La posibilidad de disponer —incluso a nivel comercial— de diferentes formulaciones de Z-7-tetradecenal y de 1,7-dioxaspiro (5,5) undecano, componentes principales de las feromonas sexuales de *Prays oleae* y *Dacus oleae* respectivamente, ha permitido el desarrollo de técnicas de monitorización de poblaciones, lo que a nivel práctico ha representado una disminución en el uso de pesticidas y consecuentemente un menor deterioro del medio ambiente, y al mismo tiempo también ha permitido el desarrollo de técnicas basadas en capturas masivas, confusión sexual o tratamientos-cebo, que pueden usarse como método directos de lucha contra la plagas.

El desarrollo de tales técnicas, pese a estar aún en sus inicios y de necesitar de un mayor impulso en cuanto a investigación se refiere, permite entrever un futuro esperanzador para el control integrado de las plagas de olivo, que pueda ser una alternativa real —por sus costos y eficacia— a la tradicional lucha química.

A. MONTIEL. Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Jaén, España.

O. T. JONES. Biological Control Systems Ltd, Treforest Industrial Estate, Treforest, Pontypridd, Mid Glamorgan CF37 5SU, U.K.

**Palabras clave:** Manejo integrado de plagas, *Prays oleae*, *Dacus oleae*, monitorización, trampas masivos, confusión sexual, tratamientos-cebo, repelentes.

### Introducción

El olivo es un árbol de especial importancia social, económica e incluso cultural, para los países ribereños de la Cuenca Mediterránea, en donde se concentra el 98% de la superficie mundial dedicada a su cultivo.

Se estima que —en la actualidad— existen unos 800 millones de olivos, que ocupan una superficie de 10 millones de hectáreas, siendo la producción anual de 1,6 millones de tm. de aceite, además de 750.000 tm. de

aceitunas de mesa, cuyo valor es superior a los 5.325 millones de dólares USA.

Las pérdidas que las plagas de insectos, hongos y malas hierbas causan al cultivo, han sido cifradas por algunos autores en hasta el 30% de la producción. No resulta aventurado, por tanto, estimar que los daños causados al olivar por esos agentes parasitarios, pueden representar realmente unas pérdidas anuales de cosecha próximas al 15% de la producción, lo que supondría unas

pérdidas valoradas en más de 800 millones de dólares USA y estas pérdidas se producen a pesar de que los agricultores gastan anualmente —en combatir las plagas que las originan— más de 100 millones de dólares USA, de los que aproximadamente, el 50% corresponde al costo de los pesticidas utilizados.

En la actualidad, el uso de los pesticidas de síntesis orgánica (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc.), constituyen la tecnología predominante en el control de las plagas de olivo. Estos productos son de una gran efectividad, y su uso en la protección del cultivo ha proporcionado —sin duda— grandes beneficios. Sin embargo, el uso irracional de los mismos puede provocar —ya lo está haciendo— dificultades o perjuicios serios al cultivo y al medio ambiente. De esta forma, el desarrollo de resistencias por parte de los insectos plaga, puede llegar a dejar obsoletos un buen número de insecticidas, con lo que en un futuro —más o menos próximos— podemos encontrarnos sin recursos para controlar aquellas; la eliminación o la reducción de las poblaciones de parásitos y predadores, está provocando la aparición de nuevas plagas de insectos, tenidos hasta el momento por secundarios; la contaminación medioambiental y los residuos en los alimentos, está poniendo en peligro la salud humana.

El conocimiento de esta problemática, ha provocado el interés general por desarrollar sistemas de manejo integrado de plagas (IPM), que faciliten la supresión selectiva de la plaga, al mismo tiempo que limiten o reduzcan el constante incremento en el uso de pesticidas. Para ello se dispone —o puede disponerse en un futuro más o menos próximo— de una amplia relación de métodos y tácticas de manejo de plagas, que son social y ecológicamente deseables. Estos métodos y tácticas incluyen el uso de plantas resistentes;... la adopción de medidas culturales; la utilización de parásitos y predadores o de agentes microbiológicos; el desarrollo de técnicas de manipulación genética; así como la utilización de reguladores del crecimiento, y de las feromonas y otros medios químicos que regulan el comportamiento de los insectos. De entre los métodos y tácticas citadas, es

necesario resaltar los referentes al uso de feromonas, que se encuentran entre los más ecológicos y selectivos medios de supresión de plagas que —en la actualidad— son investigados y desarrollados.

## USOS PRACTICOS DE LAS FEROMONAS

Una feromona puede definirse como un componente químico, o una mezcla de ellos que, emitidos por un organismo, induce una respuesta en otros individuos de la misma especie (KARLSON *et al.*, 1959). Cuando estas sustancias químicas sirven para la comunicación interespecífica, puede tratarse de *allomonas*, si la respuesta que producen es adaptativamente favorable al organismo emisor (BROWN, 1968) o de *Kairomonas* cuando la respuesta es adaptativamente favorable al organismo receptor (BROWN *et al.*, 1970).

Las feromonas pueden clasificarse, de acuerdo con la respuesta que inducen (SHOREY, 1977), en las siguientes categorías: feromonas de agregación, feromonas de dispersión, feromonas de agresión, feromonas de reconocimiento, y feromonas sexuales.

El uso práctico de feromonas en estrategias de control integrado de plagas de insectos, puede ser resumido en la forma siguiente:

— *Monitorización*, por el que mediante el uso de trampas cebadas con feromonas, pueden estimarse las poblaciones de insectos o detectar precozmente nuevas áreas de infestación. Su uso para valorar la necesidad de realizar o no tratamientos contra plagas, y para fijar el momento en que deben realizarse, puede conducir a una reducción efectiva en el consumo de insecticidas.

— *Trampeos masivos*, consistentes en la supresión de poblaciones de insectos mediante la instalación de apropiadas densidades de trampas cebadas de feromonas, que reducen la población plaga mediante la destrucción de los machos y/o hembras.

— *Confusión sexual*, que consiste en impregnar la atmósfera del área infestada con la feromona sexual del insecto plaga, pudiendo eliminar esa población al interrumpir o perturbar la comunicación entre los sexos.

— *Tratamientos-cebo*, que consisten en utilizar las feromonas para atraer a los

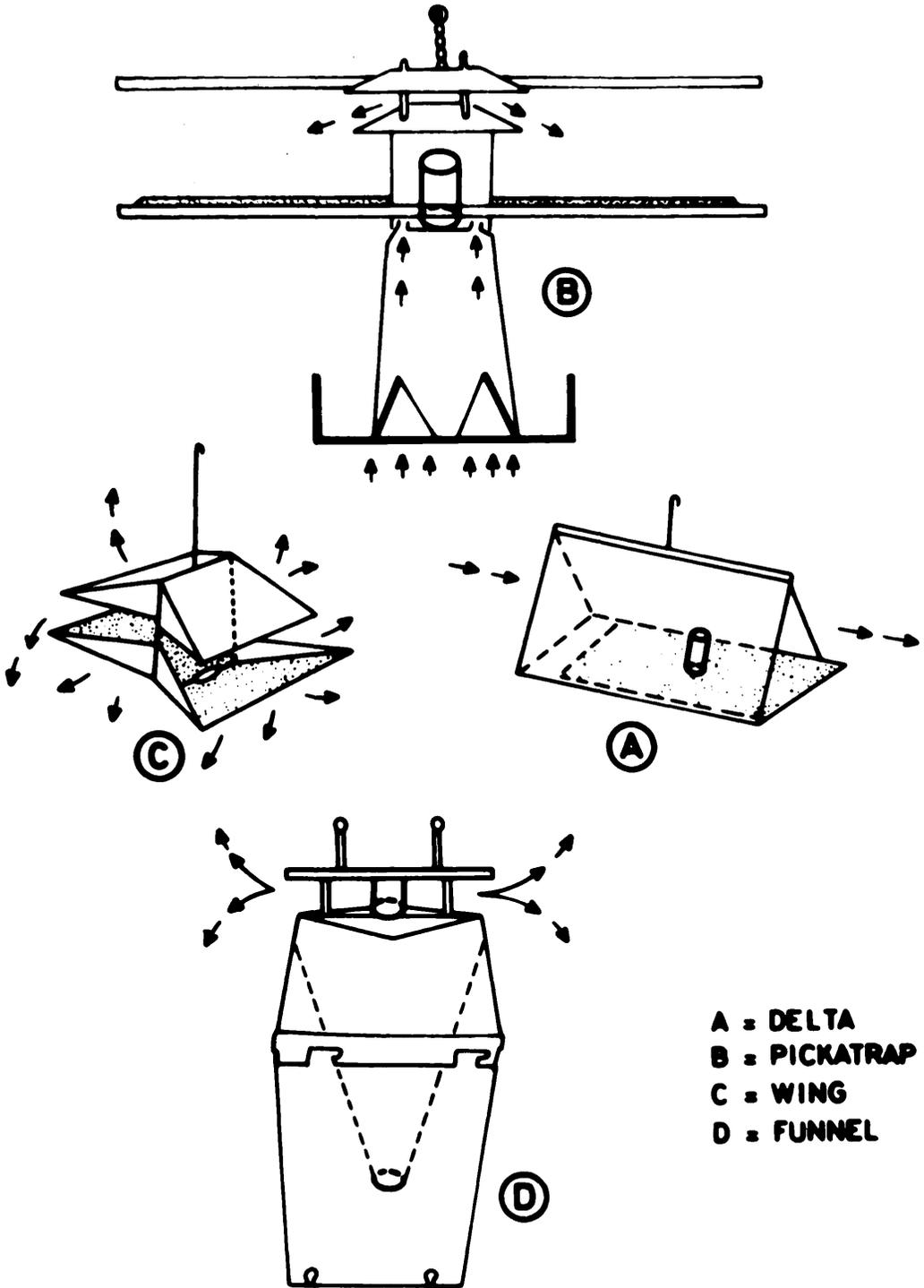


Fig. 1.—Esquema de salida de feromonas en los distintos tipos de trampas.

insectos a áreas específicas, en las que puedan ser eliminados mediante tratamientos con insecticidas, hormonas análogas o patógenos.

Al mismo tiempo, una Kairomona puede ser utilizada para atraer y/o estimular la actividad de los insectos entomófagos en el área infestada por la plaga.

— *Repelentes*, que consisten en utilizar los repelentes químicos, obtenidos en estudios sobre allomonas, para proteger las cosechas y los productos de las plagas de insectos, sin tener que recurrir al uso de insecticidas.

### UTILIZACION DE LAS FEROMONAS DE INSECTOS EN OLIVAR

En la última década se ha progresado notablemente en el conocimiento de la Ecología Química de algunos insectos que son plagas del olivo, tales como *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) y *Dacus oleae* Gmel. (Dip. Tephritidae), lo que ha permitido dilucidar la existencia de mediadores químicos del comportamiento que incluyen feromonas y allomonas de estos insectos, y la puesta a punto de algunas técnicas o métodos de uso práctico, que pueden ser básicos para el desarrollo de una estrategia global de manejo integrado de las plagas de cultivo, y que se exponen a continuación.

Previamente es preciso señalar que, en la mayoría de los casos, las feromonas no pueden aplicarse directamente en el campo en su forma química pura, debido a su alto grado de volatilidad y a su tendencia a degradarse químicamente por las altas temperaturas y/o por la exposición directa a la luz solar. En el primero de los casos, el inconveniente puede ser soslayado mediante el uso de dispositivos (viales o cápsulas de polietileno, fibrillas huecas, láminas plásticas, microencapsulaciones) que permiten una liberación controlada del compuesto feromonal; en el segundo de los casos, mediante el uso de antioxidantes.

### PRAYS OLEAE

Es un microlepidóptero Hyponomeutidae, que presenta tres generaciones perfectamente

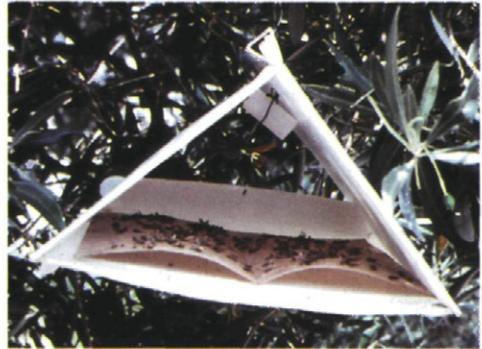


Fig. 2.—Trampa tipo Delta, usada para seguimiento de *Prays oleae*.

diferenciadas y especializadas. La primera generación se desarrolla en la flor del olivo (generación antófaga), la segunda generación lo hace en el fruto (generación carpófaga) y la tercera generación —invernante— se desarrolla en la hoja (generación filófaga). Es el insecto plaga más combatido por los agricultores, a pesar de que algunos aspectos básicos de su bioecología y de los umbrales de nocividad, no son bien conocidos. Algunos autores le niegan la importancia económica sobre la que otros enfatizan.

La feromona sexual, identificada como Z-7-tetradecenal (CAMPION, 1978) es activa sobre otra especie afín, *P. citri*, por lo que no es aconsejable su uso si, en las proximidades del olivar, existen plantaciones de cítricos.



Fig. 3.—Trampa tipo Funnel, utilizada para tramecos masivos de *Prays oleae*.

### Monitorización

Las trampas tipo Delta, cebadas con cápsulas de polietileno que contienen 1 mg. de la feromona sexual de *Prays oleae*, son de uso común —en la actualidad— para el estudio de las poblaciones del insecto. La información que suministran, a pesar de que sólo capturan a los machos de la especie, permite una reproducción exacta de las variaciones de la población (PRALAVORIO *et al.*, 1981; CIVANTOS y MONTIEL, 1980; RAMOS *et al.*, 1985). Su eficacia, en relación con otros sistemas de trapeo utilizados tradicionalmente en el estudio de poblaciones de lepidópteros (trampas luminosas, cebos alimenticios, etc.), se basa en un mayor número de capturas, en la precocidad de las mismas, y en que siguen funcionando cuando los otros sistemas ya no son efectivos (CIVANTOS y MONTIEL, 1980).

A lo largo de los últimos años, se han ensayado en campo diferentes diseños de trampas, pudiendo concluirse que los mejores resultados se han obtenido siempre con las de tipo Delta, de color blanco y opacas, de las que hay que destacar su eficacia, sencillez de manejo y economía (RAMOS *et al.*, 1986).

Las trampas cebadas con feromona sexual de *Prays oleae*, señalan claramente las diferentes generaciones del insecto y permiten definir con exactitud los momentos óptimos de intervención contra la plaga (JARDAK *et al.*, 1985).

Se ha intentado establecer relaciones matemáticas entre las capturas obtenidas —en estas trampas— durante el vuelo de los adultos de la generación filófaga y antófaga, y las infestaciones posteriormente observadas en flores y frutos, a lo largo de varios años (RAMOS *et al.*, 1981), aunque los modelos de correlación obtenidos no tienen una validez general para todos los años. En algunos casos, las relaciones capturas/infestación se han ajustado bien a regresiones de tipo logístico (CIVANTOS, datos no publicados).

### Trampeos masivos

Durante 1987 se han realizado —en España— varios ensayos, para tratar de reducir las poblaciones de *Prays oleae* mediante

trampeos masivos. Con diferentes densidades por hectárea, las trampas —cebadas con feromona sexual— se han mantenido en el campo, durante todo el periodo de vuelo de los adultos de las generaciones filófaga y antófaga, tratando de evaluar la eficacia del sistema de acuerdo con la infección observada en flores y frutos. Aunque los resultados obtenidos en los diferentes ensayos, no son concordantes entre sí, en algunos casos se han obtenido diferencias significativas de infección entre las parcelas tratadas y las testigo (RAMOS, datos no publicados); parece ser que estos sistemas podrían ser operativos con bajas poblaciones del insecto (CIVANTOS, datos no publicados).

### Confusión sexual

La experimentación realizada, tanto en España como en Italia y Francia, ha demostrado que esta técnica funciona sólo cuando las poblaciones del insecto son bajas, debiendo iniciarse la liberación de feromona sexual en el momento que se detecten los primeros insectos adultos en vuelo (CIVANTOS, datos no publicados; CIRIO y MENA, 1985; ARAMBOURG, 1985). Se ha sugerido que, cuando las poblaciones son muy abundantes —es el caso de los vuelos de la generación antófaga— los encuentros debidos al azar, entre los dos sexos, bastan para asegurar una suficiente fecundidad en las hembras, como para mantener los niveles de infestación. Es necesario continuar con ensayos de campo y laboratorio, para intentar establecer con exactitud las razones por las que esta técnica no puede ser usada contra *Prays oleae*.

### DACUS OLEAE

Este díptero Tephritidae, cuyos estados preimaginales se desarrollan en el fruto del olivo, presenta un número de generaciones anuales variable según el área geográfica que se considere; así, en las zonas endémicas del interior de los países mediterráneos, pueden observarse hasta tres generaciones al año, mientras que en las zonas costeras el número de generaciones puede ser aún ma-

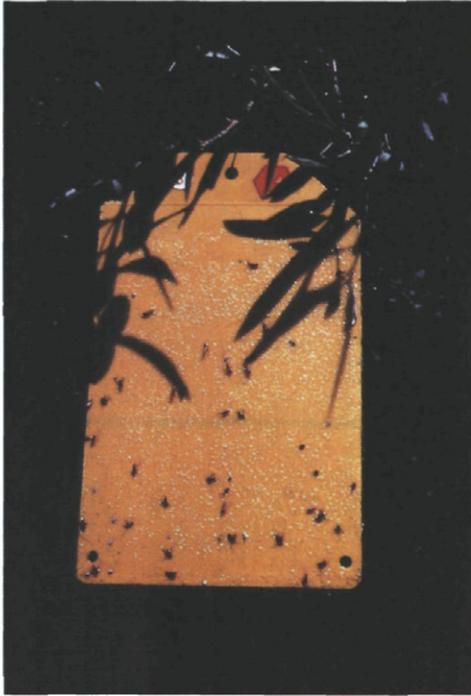


Fig. 4.—Trampa cromática usada en el seguimiento de *Dacus oleae*.



Fig. 5.—Trampa cromático-sexual, usada para el seguimiento y trameos masivos de *Dacus oleae*.

yor. El *Dacus oleae* es —probablemente— el insecto más nocivo del olivo, en el que causa unos daños directos, como las pérdidas por la caída precoz de los frutos atacados o la depreciación total de los frutos atacados en las variedades de mesa, y otros indirectos, de gran importancia en la aceituna de almazara, al facilitar el desarrollo de microorganismos que alteran gravemente las cualidades organolépticas de los aceites obtenidos.

En el caso de la mosca del olivo, se conoce desde hace años la existencia de una feromona sexual, que liberada por las hembras vírgenes atrae a los machos de la especie (HANIOTAKIS, 1974; HANIOTAKIS, MAZOMENOS y TUMLINSON, 1977), siendo su principal componente el 1,7-dioxaspiro (5,5) undecano (BAKER *et al.*, 1980). Dos hidroxispiroacetales, considerados como componentes menores, han sido aislados en las hembras (BAKER *et al.*, 1982). Se ha demostrado que durante los períodos de inactividad reproductora, los machos de *Dacus oleae* pro-

ducen también cantidades medibles de spiroacetal, que podría actuar como señal de agregación facilitando al insecto la búsqueda de adecuadas fuentes de alimentación (MAZOMENOS y POMONIS, 1983).

### Monitorización

Tradicionalmente se han utilizado las capturas en mosqueros, cebados con atrayentes olfativos como las sales de amonio y las proteínas hidrolizadas, para monitorizar las poblaciones de la mosca del olivo. Este tipo de trampas siguen siendo perfectamente válidas en la actualidad, y en modo alguno se pueden considerar obsoletas. Presentan, sin embargo, un grave inconveniente, y es su bajo rendimiento cuando la humedad ambiental es elevada, lo que las hace ineficaces en ciertas épocas del año.

Desde hace tiempo se conoce la atracción que el color amarillo ejerce sobre los dípte-

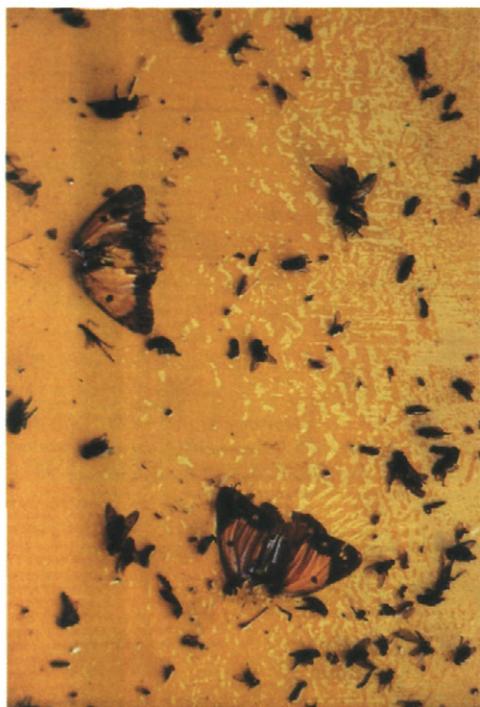


Fig. 6.—Efectos indeseables de las trampas cromáticas.

ros. Esto ha permitido desarrollar sistemas de trapeo, consistentes en placas de plástico de aquel color, embadurnadas de pegamento. No obstante, la distancia de atracción de estas trampas cromáticas no excede —en general— de los límites del árbol en que se sitúan, por lo que su eficacia suele ser muy baja (DELRIÓ, 1985).

Cuando estas trampas cromáticas se ceban con viales que contienen 25 mg. de la feromona sexual de la mosca del olivo, su eficacia y su radio de acción se incrementan notablemente (MONTIEL y MORENO, 1982; JONES *et al.*, 1983; DELRIÓ *et al.*, 1983).

Un inconveniente de estas trampas, cuya eficacia está basada —total o parcialmente— en la atracción del color amarillo, es que atraen también a otro tipo de insectos, por lo que una densidad elevada de trampas situadas en el campo, podría causar daños de cierta importancia a la entomofauna auxiliar (NEWENSWANDER, 1982). Estos inconvenientes pueden reducirse, o eliminarse, utilizando trampas diseñadas en otros colores

y formas no atractivas para los insectos beneficiosos (HANIOTAKIS *et al.*, 1982), o bien cambiando la forma de instalar aquellas trampas en los árboles, de manera que se capture más selectivamente al *Dacus oleae* (JONES *et al.*, 1983).

Dejando a un lado las ventajas e inconvenientes de cada sistema de trapeo, ha quedado bien establecido que los mosqueros tradicionales y las trampas amarillas cebadas con feromona sexual, son dos medios complementarios, imprescindibles ambos, en cualquier estudio medianamente serio sobre la bioecología de la mosca del olivo (MONTIEL, 1986).

El uso adecuado de estos sistemas de monitorización, permite obtener una información exacta, que puede ser utilizada para:

- Delimitar las zonas afectadas y no afectadas por la plaga, mediante la presencia o ausencia de capturas.
- Conocimiento de los períodos exactos en que se presenta actividad sexual en *Dacus oleae*, lo que permite —si existe fruto re-



Fig. 7.—Difusor de spiroacetil, utilizado en confusión sexual de *Dacus oleae*.



Fig. 8.—Tratamientos-cebo terrestres con sexferomona contra *Dacus oleae*.

ceptivo para la oviposición— fijar los momentos óptimos de tratamientos (DELRIÓ, 1985; MONTIEL, 1986).

— Comprobar la eficacia de los tratamientos realizados contra la plaga, midiendo los niveles de captura de adultos, antes y después de aquellos.

— Utilizar las correlaciones entre las capturas en las trampas y las infestaciones en fruto (BALLATORI, 1980; MONTIEL y MORENO, 1982; CROVETTI *et al.*, 1983), para definir los umbrales de tratamiento (DELRIÓ, 1985) o establecer modelos de previsión del riesgo (MONTIEL y MORENO, 1982).

### Trampeos masivos

Las trampas amarillas han sido utilizadas con éxito, en pequeña y gran escala, en el control de la mosca del olivo. No obstante, la elevada densidad de trampas necesarias —varias por árbol— han provocado que el sistema sea antieconómico y muy nocivo para la fauna auxiliar (ECONOMOPOULOS, 1980).

El número de trampas necesario, se puede reducir sustancialmente si las trampas se ceban con un atrayente oloroso, y aún más, si además se utiliza la feromona sexual. Los ensayos realizados en Italia, han demostrado que, con una trampa amarilla por árbol, cebada con carbonato amónico y feromona sexual, se obtienen resultados muy aceptables si la cosecha es elevada y la población de mosca es baja; pero los resultados son poco satisfactorios en los años en que la cosecha es baja (DELRIÓ, 1985). Trampas cebadas de forma similar —pero en densidades de una cada nueve árboles— en ensayos a gran escala realizados en Grecia, han permitido reducir el número de tratamientos necesarios para controlar la mosca del olivo, desde tres hasta uno (BROUMAS *et al.*, 1983).

Es de resaltar, el hecho de que cuando se utilizan trampas cebadas sólo con feromona sexual, el sistema de trampeos masivos funciona mucho peor —es mucho menos eficaz— que cuando se combina la feromona con atrayentes alimenticios (HANIOTAKIS *et al.*, 1982), lo que puede ser debido al hecho de que el porcentaje de machos no atraídos hacia la feromona sexual es lo suficientemente alto, como para garantizar un nivel aceptable de fertilidad en las hembras de *Dacus oleae*, presentes en el área. En Creta y Evia (Grecia) se han realizado experiencias a gran escala, en las que trampas de conglomerado de madera de dimensiones  $15 \times 20 \times 0,4$  cm., tratadas por inmersión durante 30 minutos en una solución de deltametrina al 0,15% y cebadas con viales que contenían 50 mg. de feromona sexual y 25 gramos de bicarbonato amónico, respectivamente, fueron colocadas en la copa de los árboles, altura media y orientación al azar, y con una densidad de 1 trampa cada dos árboles, consiguiéndose la reducción, e incluso la completa eliminación de los tra-



Fig. 9.—Tratamientos aéreos con sexferomona de *Dacus oleae*.

tamientos insecticidas (HANIOTAKIS, KOZYRAKIS y BONATSOS, 1987).

No obstante, es preciso continuar profundizando en el conocimiento del comportamiento de los adultos de *Dacus oleae*, en sus movimientos finales de aproximación a las trampas, para mejorar la eficacia de éstas y permitir su empleo como sistemas operativos de control de la mosca del olivo.

### Tratamientos cebo

Esta técnica, también denominada «atractiva», se viene utilizando desde antiguo para controlar las plagas de moscas Tephritidae que afectan a los frutos. Básicamente consiste en atraer a los insectos hasta zonas del árbol, en donde se han depositado el atrayente junto con un insecticida. Los atrayentes utilizados, fundamentalmente alimenticios u olfativos, tienen —sin embargo— el grave inconveniente de su inespecificidad, por lo que, además de atraer a la plaga, atraen también a otros insectos, lo que

puede provocar un grave daño a la entomofauna auxiliar.

La posibilidad de disponer de una nueva formulación de la feromona sexual de la mosca del olivo, que consiste en una suspensión acuosa de spiroacetal microencapsulado (20 g. de m.a. por litro), ha permitido su uso como atrayente específico, facilitando la puesta a punto de estas técnicas de control del *Dacus oleae*.

Esta investigación se ha venido desarrollando desde 1984, en Jaén (España). Durante 1984 y 1985, se puso a punto la técnica de tratamientos cebo para aplicaciones terrestres, mientras que a lo largo de 1986 y 1987 se ha trabajado fundamentalmente en su adaptación a métodos de tratamientos aéreos en bandas, a bajo volumen, aplicables a grandes superficies.

Los tratamientos-cebo terrestres consisten —esquemáticamente— en tratar una mínima parte de la superficie foliar, en la orientación sur de los árboles, utilizando —para ello— una dosis de 1 c.c./árbol de la formulación

de feromona sexual y una cantidad aún menor de insecticida (de 0,25 c.c. a 0,50 c.c., según el tipo de insecticida empleado), lo que equivale a un gasto aproximado por hectárea de 100 c.c. de feromona sexual y de 25 a 50 c.c. de insecticida. Las aplicaciones se realizaron al detectar, en los sistemas de monitorización, actividad sexual de los machos de *Dacus oleae* y altos valores del índice de riesgo; de acuerdo con ellos, fueron necesarios 4 tratamientos en 1984, y 5 tratamientos en 1985, para conseguir unos valores de infestación en fruto, significativamente menores en las parcelas tratadas que en las no tratadas (MONTIEL, 1987).

La técnica de tratamientos aéreos en bandas, consiste en tratar franjas de olivar de 20 metros de anchura, separadas por franjas sin tratamiento de 80 metros de anchura, lo que supone que sólo se trata directamente un 20% de la superficie. El tipo de boquillas con que se equipa el avión, su velocidad y la presión de trabajo, garantizan un caudal de pulverización de 20 litros por hectárea, y un tamaño adecuado de «gota gruesa». El gasto por hectárea tratada es de 100 c.c. de feromona sexual y 500 c.c. de insecticida. Los tratamientos se realizaron (1986) al detectarse actividad sexual en los machos de *Dacus oleae* y observarse la primera picada en fruto. De acuerdo con ello, fueron necesarios tres tratamientos para conseguir unos valores de infestación en fruto, significativamente menores en la zona tratada que en la testigo (MONTIEL, 1987). Durante 1987, año de baja población dácica, el sistema se utilizó a nivel práctico en áreas de olivar del Parque Natural de Sierra de Segura (Jaén), bastando con una sólo aplicación para un control satisfactorio de la mosca del olivo.

### Confusión sexual

Este método de control de poblaciones de insectos consiste en impedir —o al menos perturbar— la comunicación entre los dos sexos, dificultando el acoplamiento de los mismos, lo que produce una disminución de las hembras fértiles de la población y —consecuentemente— una reducción de la descendencia. El método puede ser eficaz si,

en los momentos de máxima actividad sexual, se puede difundir en el área una cantidad suficiente de feromona sexual, de modo que los machos sean incapaces de detectar la atracción puntual ejercida por cada hembra. En el caso del *Dacus oleae*, se conoce que concentraciones de 5 gramos de spiroacetal por hectárea, producen «confusión sexual» en los machos (JONES *et al.*, 1983).

El método ha sido desarrollado en Jaén (España), a lo largo de 1982 y 1983 (MONTIEL y SIMÓN, 1984). La técnica para conseguir liberar la feromona sexual, de una forma gradual y con una tasa de liberación constante, consistió en la colocación —en cada uno de los árboles de la plantación tratada— de una pequeña bolsa de plástico (dispenser) que contenía 55 mg. de spiroacetal. Los momentos de tratamiento, se fijaron en base a la observación simultánea de las tres condiciones siguientes, actividad sexual de los machos, fruto receptivo a la oviposición y presencia de hembras con huevos. De acuerdo con estas condiciones, bastaron tres tratamientos para obtener unas reducciones significativas de la infestación en la plantación tratada.

La disponibilidad de formulaciones microencapsuladas de spiroacetal, ha permitido que —en el momento actual— se esté tratando de producir «confusión sexual» de mosca del olivo, mediante aplicaciones aéreas de feromona sexual. Los tratamientos aéreos se hacen a cobertura total, bajo volumen de pulverización y tamaño de gota gruesa, y aplicando una cantidad de 250 c.c. de formulación microencapsulada de la feromona sexual (5 g. de spiroacetal) por hectárea. En la experimentación realizada durante 1987, en Jaén (España), fueron necesarios dos tratamientos para mantener la zona experimental con una infestación en fruto inferior —aunque sin significación estadística— a la de la zona testigo, a pesar de que las poblaciones adultas eran superiores a aquella (MONTIEL *et al.*, datos no publicados).

### Repelentes

Es conocido que las hembras de *Dacus oleae* evitan hacer la puesta en aquellos

frutos, en los que otra hembra haya ovipositado. Este comportamiento podría parecer una respuesta a una feromona disuasoria, colocada en el fruto por las hembras que ya han ovipositado en él. No obstante los componentes químicos que provocan el efecto de repelencia no son producidos por las hembras, sino que se encuentran en el exudado segregado por el fruto a través de las heridas causadas al hacer la puesta, y que ellas mismas extienden —por la superficie del fruto— con la «labela» (CIRIO, 1971). Estos componentes químicos, que proceden

de la oxidación enzimática de los glucósidos presentes en el fruto (VITA y BARBERA, 1978), y que se encuentran en el agua de vegetación (FUME y VITA, 1977), son los responsables del efecto de repelencia, y en algunos ensayos de campo realizados con ellos, se han obtenido reducciones significativas en la oviposición del *Dacus oleae* (CIRIO y VITA, 1978). A pesar de ello, y debido a la falta de persistencia y a algunos problemas de fitotoxicidad que se han observado, esta técnica no ha podido usarse a escala práctica.

#### ABSTRACTT

MONTIEL, A.; JONES, O. T. (1989): Estado actual del uso de feromonas en el manejo integrado de plagas del olivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 15 (2): 161-173.

Major advances have been made over the last decade in our understanding of the Chemical Ecology of insect pests of olives such as the olive moth (*Prays oleae* Bern., Lep. Hyponomeutidae) and the olive fly (*Dacus oleae* Gmel., Dipt. Tephritidae). Several behaviour modifying chemicals have been isolated from these species, including sex pheromones, and their availability has led to the development of novel pest management techniques for integrated control in olive groves.

The availability on a commercial scale of various formulations of Z-7-tetradecenal and 1,7 dioxaspiro (5,5) undecane, the principal components of the sex pheromones of *Prays oleae* and *Dacus oleae* respectively, has led to the development of population monitoring systems, which in practice have led to a decrease in the use of insecticides with consequential reduction in damage to the environment. Other techniques which incorporate these pheromones, and which reduce pest populations directly have also been developed namely mass trapping, mating disruption and lure and kill (bait sprays).

Although in their early stages of development and with many aspects still to be investigated, these methods of direct population reduction based of pheromones have shown great promise in trials carried out to date and it is hoped that in the future they will provide viable alternatives to conventional pest control measures both in terms of cost and efficacy.

**Key words:** Integrated Pest management, *Prays oleae*, *Dacus oleae*, monitoring, mass trapping, mating disruption, Lure and Kill, repellents.

#### REFERENCIAS

- ARAMBOURG, Y. (1985): Control of *Prays oleae* (Bern.). In: *Integrated Pest Control in Olive Groves*. R. Cavalloro and A. Crovetto (Eds.). Proceedings of the CEE/FAO/IOBC. International Joint Meeting, Pisa, 3-6 april 1984, pp. 195-198.
- BALLATORI, E.; PUCCI, C.; RICCI, C. (1980): Relation entre l'infestation des olives et les captures d'adultes de *Dacus oleae* (Gmel.) par pièges chromatotropiques. *Redia*, 63: 417-439.
- BAKER, R.; HERBERT, R. H.; HOWSE, P. E.; JONES, O. T. (1980): Identification and synthesis of the major sex pheromone of the olive fly (*Dacus oleae*). *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 1106: 52-53.
- BAKER, R. *et al.* (1982): Isolation and synthesis of 3 and 4 hidrox-1,7-dioxaspiro (5,5) undecanes. *J. Chem. Soc.*; *Chem. Commun.*, 601-603.
- BROUMAS, T.; LIAROPOULOS, C. M.; KATSOYANNOS, P.; YAMVRIAS, C.; HANIOTAKIS, G.; STRONG, F. (1983): Control of the olive fruit fly in a pest management trial in olive culture. In: *Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro (Ed.). Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium Athens, Greece, 16-19 november 1982, pp. 584-592.
- BROWN, W. L. (jr.) (1968): An hypothesis concerning the function of the metapleural glands in ants. *Am. Nat.*, 102: 188-191.

- BROWN, W. L. (jr.); EISENER, T.; WHITTAKER, R. H. (1970): Allomones and Kairomones Transpecific Chemical messengers. *Bio Science*, **20**: 21-22.
- CAMPION, D. G.; Mc VEIGH, L. J.; COLLD (1978): Laboratory and field studies of the female sex pheromone of the olive moth *Prays oleae*. *Experientia* (in press).
- CIRIO, U. (1971): Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* Gmelin. *Redia*, **52**: 577-600.
- CIRIO, U.; VITA, G. (1978): L'impiego di repellenti ed attrattivi chimici nel controllo delle mosche della frutta *Ceratitis Capitata* Wied; *Dacus oleae* Gmel. e *Rhagoletis cerasi* L. Atti Riun. Gruppi Lav. *Ceratitidis*, etc. Sassari 15-20 maggio 1978, 91-95.
- CIRIO, U.; MENNA, P. (1985): Progress of the integrated pest management for olive groves in the Canino area. In: *Integrated Pest Control in olive groves*. R. Cavalloro and A. Crovetti (Eds.). Proceedings of the CEC/FAO/IOBC. International Joint Meeting, Pisa, 3-6 april 1984, pp. 348-356.
- CIVANTOS, M.; MONTIEL, A. (1980): Estudio comparativo de diferentes tipos de trampas, en *Prays oleae*. II Reunión Sub-Red FAO. Túnez, Tunicia 1980.
- CROVETTI, A.; QUAGLIA, F.; MALFFATI, P.; CONTI, B. (1983): Research on different methods for the evaluation of the level of olive-fruit fly infestation. Results obtained in the experiments carried out in Tuscany in the biennium 1980-1981. In: *Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro (Eds.). Proceedings of the CEC/IOBC. International Symposium Athens, Greece, 16-19 november 1982, pp. 330-336.
- DELRIO, G.; ECONOMOPOULOS, A. P.; ECONOMOPOULOS, P. V.; HANIOTAKIS, G. E.; PROTA, R. (1983): Comparative study on food, sex and visual attractants for the olive fruit fly. In: *Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro (Eds.). Proceedings of CEC/IOBC. International Symposium, Athens, Greece, 16-19 november 1982, pp. 465-472.
- DELRIO, G. (1985): Biotechnical methods for olive pest control. In: *Integrated Pest Control in Olive-Groves*. R. Cavalloro and A. Crovetti (Eds.). Proceedings of the CEC/FAO/IOBC. International Joint Meeting, Pisa, 3-6 april 1984, pp. 394-410.
- ECONOMOPOULOS, A. P. (1979): Attraction of *Dacus oleae* (Gmelin.) (Diptera Tephritidae) to odor and color traps. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **88**: 90-97.
- ECONOMOPOULOS, A. P. (1980): Application of color traps for *Dacus oleae* control: olive groves with different degree of isolation, tree size and canopy density. *Integrated Control in Agriculture and Forestry*, K. Russ and H. Berger (Eds.). Proceedings IOBC/WPRS. Int. Symp., Vienna 8-12 octob. 1979, 552-559.
- FIUME, F.; VITA, G. (1977): L'impiego delle acque di vegetazione del frutto di olivo per il controllo del *Dacus oleae* Gmel. in pieno campo. *Boll. Lab. Ent. Agr. Portici*, **34**: 25-37.
- HANIOTAKIS, G. E. (1974): Sexual attraction in the olive fruit fly *Dacus oleae* Gmel. *Environmental Entomol.*, **3**: 82-86.
- HANIOTAKIS, G. E.; MAZOMENOS, B. E.; TUMLINSON, J. M. (1977): A sex attractant of the olive fruit fly *Dacus oleae*, and its biological activity under laboratory and field conditions. *Entomol. Exp. Appl.*, **21**: 81-87.
- HANIOTAKIS, G. E.; KOZYRAKIS, M.; BONATSOS, K. (1987): Area-wide management of the olive fruit fly feeding attractants and sex pheromones on toxic traps. *Fruit Flies*, A.P. Economopoulos (Eds.). Proc. II. Int. Symp. Colymbari, Creete, Greece, 12-16 sept. 1986, pp. 549-560.
- JARDAK, T. J.; MOALLA, M.; KHALFALLAH, H.; LABOUDI, MN. (1985): Sexual traps for *Prays oleae* (Lep. Hyponomeutidae) as a prediction and forecasting method. *Integrated Pest Control in Olive-Groves*, R. Cavalloro and A. Crovetti (Eds.). Proc. Int. J. Meet. CEC/FAO/IOBC. Pisa, Italy, 3-6 april 1984, 204-229.
- JONES, O. T.; LISK, J. C.; LONGHURST, G.; HOWSE, P. E.; RAMOS, P.; CAMPOS, M. (1983): Development of a monitoring traps for the olive fly, *Dacus oleae* Gmelin. (Dip. Tephritidae), using a component of its sex pheromone as lure. *Bull. Entomol. Resch.*, **73**: 97-106.
- JONES, O. T.; LISK, J. C.; HOWSE, R.; MONTIEL, A.; RAMOS, P. (1983): Mating disruption of the olive fruit fly (*Dacus oleae*) with the major component of its sex pheromone. In: *Fruit Flies of Economic Importance*, R. Cavalloro (Eds.). Int. Symp. CEC/IOBC, Athens, Greece, 16-19 nov. 1982, 500-506.
- KARLSON, P.; LÜCHER, M. (1959): Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, **183**: 55-56.
- MAZOMENOS, B. E.; POMONIS, J. G. (1983): Male olive fruit fly pheromone: Isolation, identification and laboratory bio-assays. Proc. CEC/IOBC. International Symposium; Athens, Greece, 16-19 november 1982.
- MONTIEL, A.; MORENO, R. (1982): Methodologie utilisée en Espagne pour la réalisation des études bioécologiques sur les populations naturelles de *Dacus oleae* (Gmel.). Proc. CEC/IOBC. Int. Symp. Athens, Greece, 16-19 nov. 1982, pp. 31-37.
- MONTIEL, A.; SIMÓN, M. (1984): L'interruption de la communication sexuelle de la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Gmel.) comme strategie de lutte intégrée dans l'olivier. Proc. CEC/IOBC. Int. Symp. Hamburg. FRG; 23 august 1984, pp. 61-73.
- MONTIEL, A. (1987): The use of sex pheromone for monitoring and control of olive fruit fly. Proc. IOBC/IAEA. Int. Symp. Colymbari. Crete, Greece, 16-21 sept. 1986, pp. 483-497.
- MONTIEL, A.: Control of olive fruit fly by means of use of its sex pheromone. Int. Symp. Roma, Italy, april 1987 (in presse).
- NEUENSCHWANDER, P. (1982): Beneficial insects caught by yellow traps in mass-trapping of the olive fly (*Dacus oleae*). *Entomol. Exp. et Applic.*, **32**: 286-296.
- PRALAVORIO, R.; JARDAK, T.; ARAMBOURG, Y.; RENON, M. (1981): Utilization du tétradécène Z 7 A 11 pour la mise au point d'une méthode de piégeage sexuel chez *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). *Agronomie*, **1**: 115-121.
- RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M. (1981): A preliminary note on the relation ship between the number of adult *Prays oleae* Bern. caught in pheromone traps and the resulting level of infestation. *Experientia*, **37**: 1282-1283.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M.; JONES, O. T. (1985): Field experiments with prays oleae sex pheromone traps. In: *Integrated Pest Control in Olive Groves*, R. Cavalloro and A. Crovetto (Eds.). Proc. Int. J. Meet., CEC/FAO/IOBC, Pisa, Italy, 3-6 april 1984.

RAMOS, P.; CAMPOS, M. (1986): Ensayo de eficacia de

trampas a base de feromona sexual para la detección del Prays oleae Bern. *Bol. San. Vegetal*, 12: 1986, Madrid.

VITA, G.; BARBERA, F. (1978): Aspetti biochimici del rapporto pianta-insetto nel dacus oleae (Gmel.). Atti XI Congr. Maz. Ital. Ent. Portici-Sorrento, 155-161.

(Aceptado para su publicación: 26 enero 1989)