MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS DEL OLIVO

El papel de los semioquímicos en la atracción de *Bactrocera oleae* hacia su hospedante y a los cebos alimenticios

Antonio Ortiz (Departamento Química Inorgánica y Orgánica. EPS de Linares. Universidad de Jaén. ajortiz@ujaen.es).

El artículo aborda la implicación de los compuestos semioquímicos en la interacción del monófago *Bactrocera oleae* y su hospedante *Olea europaea* L. Se hace una revisión sobre el papel de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) en la atracción de *B. oleae* y se incluyen algunos estudios sobre la implicación de estos VOCs en el proceso de selección de la planta huésped o en la actividad atrayente de las formulaciones comerciales disponibles.

INTRODUCCIÓN

La mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera:Tephritidae) es la plaga principal del olivar (*Olea europaea* L.). El conocimiento de su dinámica poblacional y de la susceptibilidad varietal del hospedante es un reto abordado durante años en un gran número de estudios (Aluja M y col., 2012; Nardi F y col., 2005; Podgornik M. y col., 2013; Economopoulos AP. y col., 1982; Wang X- G y col., 2009; Ordano M. y col., 2015; Malheiro y col., 2015, y muchos otros), centrándose tanto en factores abióticos (temperatura, manejo de cultivo, localización geográfica, etc.) como endógenos (genotipo, morfología y metabolitos del fruto, densidad de la población o semioquímicos emitidos por *O. europaea*). Se denominan semioquímicos a compuestos de naturaleza orgánica que intervienen en la comunicación intra (alomonas y kairomonas) y/o interespecífica (feromonas) entre organismos vivos y que inducen determinados comportamientos tales como repelencia/atracción, defensa, localización de la zona de puesta, disuasorios de alimentación, etc. Por ejemplo, la selección de un fitófago por su especie hospedante es un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores, pero en general, la atracción a distancia del insecto hacía su objetivo viene determinada por la recepción de compuestos volátiles orgánicos que son emitidos por la planta hospedante y detectados por el fitófago.

Todas las plantas emiten moléculas volátiles, simples como el vapor de agua hasta estructuras más complejas como sesquiterpenos o fenilpropanoides. Alrededor del olivo a igual que en el entorno de cualquier organismo vivo (humanos incluidos), existen decenas de compuestos orgánicos, emitidos por el árbol (hojas, frutos, raíces,…) y que configura un "bouquet" volátil característico, cuya composición está condicionada por múltiples factores tales como la variedad, su estado fisiológico, la microbiota que alberga, etc. Muchos de estos compuestos están implicados en múltiples aspectos, como son la comunicación química de fitófagos, los procesos alelopáticos y mecanismos de defensa o de reproducción. Nosotros nos vamos a centrar en la interacción planta-fitófago, y un ejemplo singular es la especie monófaga *Bactrocera oleae* (Rossi) con su hospedante, *Olea europaea* L.

¿Qué sabemos? Y los que es peor, ¿por qué no los utilizamos?

Hay gran número de estudios en los que se describe la bioactividad de algunos componentes volátiles presentes en *O. europaea* y que inducen determinados comportamientos en *B. oleae*. En la Tabla 1 se indican algunos de los VOCs implicados en la interacción *B.oleae/O. europaea*:

Como podemos observar, existe un reducido número de compuestos que inducen comportamientos específicos en adultos de *B. oleae*. La composición cuali/cuantitativa del perfil volátil del fruto es dependiente del genotipo, de modo que la mayor o menor presencia de estos compuestos está correlacionada con la susceptibilidad de una determinada variedad de olivo. Componentes como (*E*)-2-hexenal o nonanal son productos de oxidación vía hidroperóxidos de ácidos grasos, de ahí la importancia del índice de madurez y condiciones fisiológicas

Foto 1. Hembra de *Bactrocera oleae* (Rossi).

VOC	Fuente de emisión desde *Olea europaea*	Comportamiento que genera en *B. oleae*	Referencia
(E)-2-hexenal	Fruto	Disuasorio de oviposición	Lo Scalzo R. y col. 1993
(+)-α-copaeno	Fruto	Inductor de oviposición	de Alfonso I. y col., 2014
β-3,4-dihidroxi-feniletanol	Fruto	Repelencia	Vita y Barberá, 1976
Alquil-bencenos, α-pineno, myrcenona y hexanal	Fruto	Atracción	Scarpati ML ,1993
(E)-2-hexenal y Nonanal	Hojas	Correlación positiva con la susceptibilidad	Malheiro R. y col. 2015.
(Z)-6-nonen-1-ol	Fruto	Atrayente	Rossi, R., y col., 1978
Tolueno y α-copaeno	Fruto	Inductor oviposición	Malheiro R. y col. 2016

Tabla 1. Compuestos volátiles presentes en *O. europaea* con actividad frente a *B. oleae*.

del fruto en la mayor aceptación o menor aceptación por parte de *B. oleae*. De igual modo, todas las referencias corroboran que la presencia del sesquiterpeno (+)-α-copaeno presenta una elevada correlación con la susceptibilidad de una variedad a *B. oleae*.

Haciendo un poco de historia, α-copaeno es un componente mayoritario del aceite esencial de Angelica (*Archangelica officinalis*) y su uso en el trampeo masivo contra otro tefrítido, *Ceratitis capitata* (Weidemann), supuso un éxito en programas de control de sus poblaciones en Florida (Steiner y col., 1957). Avalado por este programa, se desarrolló un análogo sintético a α-copaeno, el tridmedlure, que ha sido usado en todo el mundo y durante décadas para el control de la mosca de fruta. La cuestión clave es: ¿por qué a día de hoy, no existen formulaciones atrayentes para *B. oleae* que contengan (+)-α-copaeno? Una de las posibles razones de este hecho podría ser que una simple botella agujereada, conteniendo una disolución de fosfato diamónico al 4%, captura, entre docenas de especies, un elevado número de *B. oleae*.

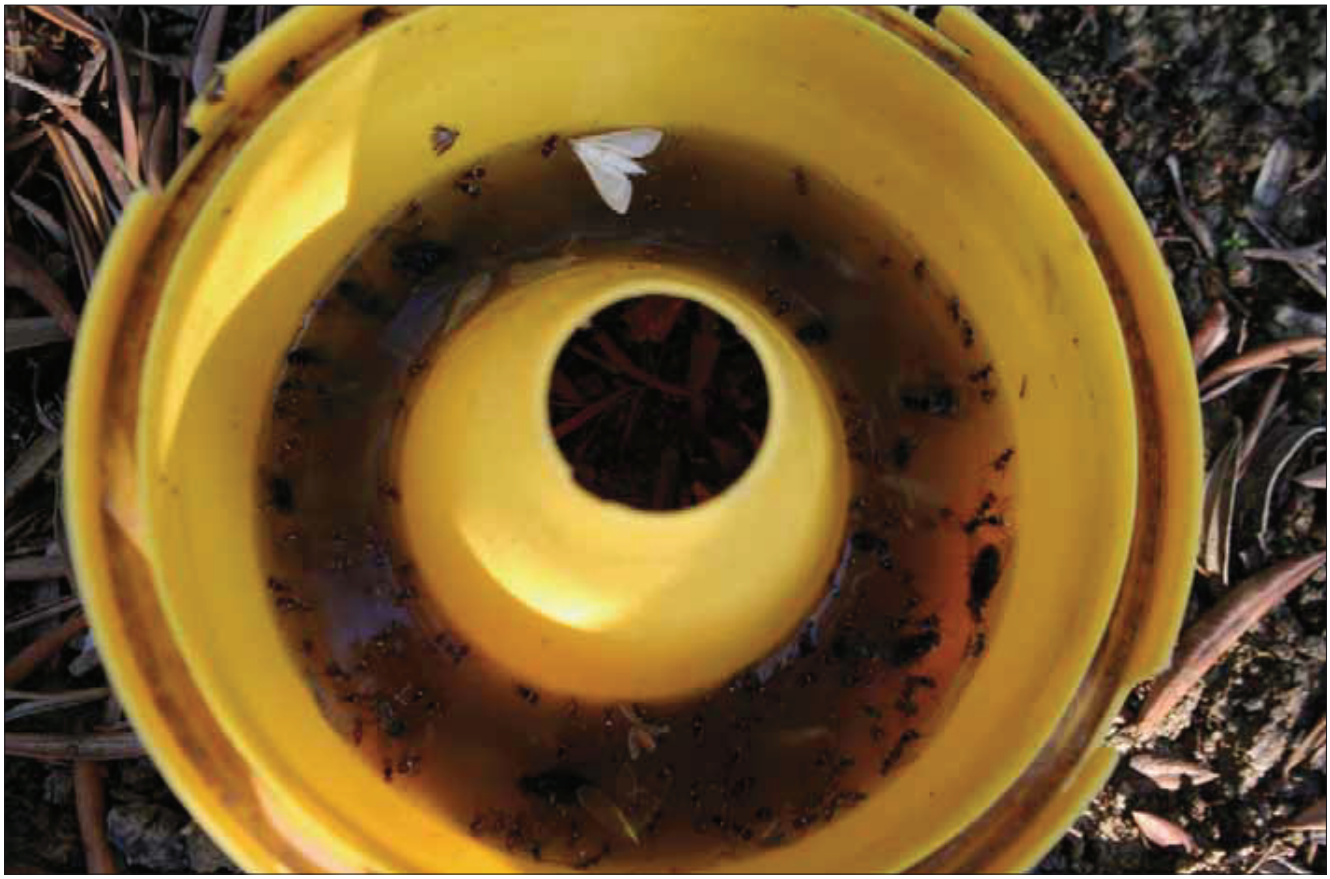

Foto 2. Inespecificidad de un atrayente alimenticio para *B. oleae*.

Los semioquímicos en atrayentes para *B. oleae*

El uso de la actividad atrayente (Nonell J., 1926; Delrio G. 1985; Morton T.C., 1981; Haniotakis GE y col. 1982; Yasin S. y col., 2014) de sales amoniacales, de proteínas hidrolizadas o de su feromona sexual (1,7-dioxaspiro [5.5]-undecano; Mazomenos y col. 1985) las encumbra como una herramienta clave en los programas de seguimiento y control de las poblaciones de *B. oleae*. El uso de este semioquímico en las redes de monitorización es de transcendental importancia a la hora de tomar decisiones sobre la adopción de programas de control (captura masiva o atracción y muerte).

El uso de kairomonas (semioquímico que interviene en la comunicación entre especies distintas, por ejemplo planta-insecto) está muy extendido en agricultura, especialmente en el control de tefrítidos. La difusión de un odorante con el objeto de atraer a un insecto (Tabla 2) requiere unos valores críticos de espacio activo, concentración umbral mínima o la proporción de emisión. De ahí que es crucial no sólo qué compuestos utilizamos, sino qué sistema utilizamos para su difusión al entorno.

La diferencia principal entre el uso de semioquímicos y 'sopas' atrayentes, del tipo de proteínas hidrolizadas o sales amónicas, es su selectividad. Mientras que las trampas cebadas con feromonas y semioquímicos presentan una elevada especificidad a la especie objetivo, los preparados proteicos o disoluciones suelen presentar una selectividad moderada/baja. En nuestro grupo estamos trabajando (Ortiz A. y col., 2017) sobre la actividad del amoniaco en la entomofauna auxiliar del olivar y su implicación en la captura de insectos no objetivo en cebos alimenticios. La cuantificación de la cantidad de amoniaco emitido por un cebo alimenticio para *B. oleae* parece ser crucial tanto en su capacidad de atracción como en su selectividad.

Componente/s	Emitido por
Amoniaco	Sales amoniacales y proteínas hidrolizadas
1,7-dioxaspiro [5.5]-undecano	Emisores de feromona sexual
Dimetil-pirazinas	Proteínas hidrolizadas
Alquil-bencenos	Proteínas hidrolizadas
Aril-alcoholes	Proteínas hidrolizadas
Alquil-cetonas	Proteínas hidrolizadas

Tabla 2. Componentes y grupos de compuestos más comunes emitidos por atrayentes de *B. oleae*.

BIBLIOGRAFÍA

Aluja M, Ordano M, Guillén L, Rull J (2012) Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for area wide management. J Econ Entomol 105: 823–836. [PubMed]

De Alfonso, I.; Vacas González, S.; Primo Millo, J. (2014). Role of alpha-copaene in the susceptibility of olive fruits to Bactrocera oleae (Rossi). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62(49):11976-11979.

Nardi F, Carapelli A, Dallai R, Roderick GK, Frati F (2005) Population structure and colonization history of the olive fly, Bactrocera oleae (Diptera, Tephritidae). Mol Ecol 14: 2729–2738. [PubMed]

Podgornik M, Vuk I, Arbeiter A, Hladnik M, Bandelj D (2013) Population fluctuation of adult males of the olive fruit fly Bactrocera oleae (Rossi) analysis in olive orchards in relation to abiotic factors. Entomol News 123: 15–25.

Malheiro, R., Ortiz, A., Casal, S., Baptista, P., and Pereira, J.A. 2015. Electrophysiological response of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera:Tephritidae) adults to olive leaves essential oils from different cultivars and olive tree volatiles. Ind. Crops Prod. 77:81-88.

Malheiro, R., Cuhna S., Casal, S., and Pereira, J.A. 2015. Olive Volatiles from Portuguese Cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: Role in Oviposition Preference of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae). PLoS ONE 10(5) · May 2015

Morton, T.C. Bateman, M.A. 1981. Chemical studies on proteinaceous attractants for fruit flies, including the identification of volatile constituents. Australian Journal of Agricultural Research 32:905-916.

Steiner L.F. 1957. Low cost plastic fruit fly trap. J. Econ. Entomol. 50:508-509.

Nonell Comas, J. 1926. La lucha contra la mosca de la aceituna. Boletín de patología vegetal y entomología agrícola 1: 137-139.

Economopoulos AP, Haniotakis GE, Michelakis S, Tsiropoulos GJ, Zervas GA, Tsitsipis JA, et al. (1982) Population studies on the olive fruit fly, Dacus oleae (Gmel.) (Dipt., Tephritidae) in Western Crete. Zeitschrift für Angewandt e Entomologie 93: 463–476.

Mazomenos, B.E., and Haniotakis, G.E. 1985. Male olive fruit fly attraction to synthetic sex pheromone components in laboratory and field tests. J. Chem. Ecol. 11:397-405.

Haniotakis GE, Mazomenos BE, Hardakis J (1982) Monitoring and control of the olive fruit fly with pheromone traps In: Proceedings of meeting on "Etat d' avancement des travaux et echange d'informations sur les problemes poses par la lutteintegree en oleiculture". Antibes, November 1981, pp. 46–60.

Ortiz A., Hervás, M.J. and Estevez, A. 2017. Electrophysiological responses (EAG) of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae) and its natural enemies Chrysoperla carnea Steph.(Neuroptera: Chrysopidae) and Psyttalia concolor (Szépligeti)(Hymenoptera: Braconidae) to ammonia. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 121, 2017

Scarpati, M.L., Scalzo, R.L., and Vita, G. 1993. Olea europaea volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (Dacus oleae Gmelin). J. Chem. Ecol. 19:881-891.

Delrio G (1985) Biotechnical methods for olive pest control In: Cavalloro R, Crovetti A, editors. Integrated pest control in olive groves. Rotterdam: Balkema; pp. 394–410.

Yasin S, Rempoulakis P, Nemny-Lavy E, Levi-Zada A, Tsukada M, Papadopoulos NT, et al. (2014) Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olivefly, Bactrocera oleae (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. Crop Prot 57: 63–70.

Wang X- G, Johnson MW, Daane KM, Nadel H (2009) High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). Environ Entomol 38: 1496–1504.