

Los tefrítidos en los cítricos: nuevas perspectivas para su control ('Fruit flies')

¹ Unidad de Entomología,
Centro de Protección Vegetal y
Biotecnología. Instituto Valenciano
de Investigaciones Agrarias (IVIA).
Ctra. Moncada-Náquera Km. 4.5.
46113 Moncada, Valencia,
Email: bsabater@ivia.es;

² Joint FAO/IAEA Division of Nuclear
Techniques in Food and Agriculture,
Wagramerstrasse 5,
A-1400 Vienna, Austria,
J.Hendrichs@iaea.org



Foto 1: Moderadores de la sesión Moscas de las frutas.

Técnica del Insecto Estéril (TIE) a gran escala.

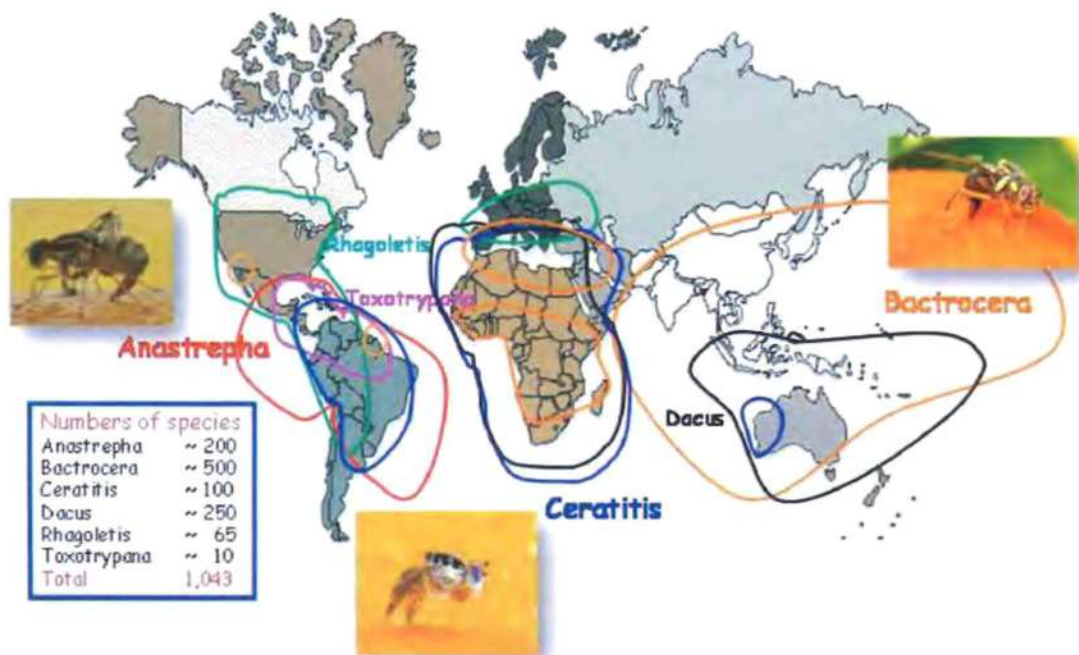
En relación a la técnica del insecto estéril, se han presentado dos comunicaciones y un panel. La técnica del insecto estéril fue desarrollada en los 50's por el dr. Knipling para el control del gusano barrenador del ganado, y se basa en la cría masiva, esterilización y liberación de millones de machos que se acoplarán con las hembras salvajes y producirán progenie no viable que reducirá la siguiente generación, realizando un control sobre la población. El Dr. Hendrichs nos presentó el trabajo realizado por la unidad que dirige (la división mixta FAO/IAEA de Técnicas nucleares para la agricultura y alimentación), y que es la responsable del desarrollo de la TIE contra las especies plaga de interés para la agricultura, entre las que destacan los tefrítidos (Figura 2). En su exposición recalcó la **necesidad de aplicar la técnica a gran escala**, ya que la aplicación solo en áreas pequeñas solo controla de forma temporal la plaga ya que la existencia de reservorios en las zonas adyacentes facilita la re-invasión de las zonas liberadas de la plaga (Figura 3). Además del requisito de aplicación a gran escala

hizo gran hincapié en la necesidad de **mantener el programa TIE a lo largo del tiempo**, hasta alcanzar los resultados esperados (control, erradicación o prevención), observando que el coste de aplicación de la técnica es asumible y se ve compensado por las ganancias de producción y de reducción de los protocolos cuarentenarios impuestos por terceros países. En concreto presento el balance coste-beneficio en los programas de México y Guatemala donde han conseguido erradicar a la mosca mediterránea, *Ceratitis capitata*, una de las especies clave de la citricultura española. Para cerrar su comunicación hizo hincapié en la necesidad de monitorización en fronteras para **identificación temprana de especies invasivas** que pueden ser controladas eficaz y rápidamente antes de su instalación en el área, como ejemplo puso el avance la *Bactrocera invadens* y *Bactrocera dorsalis*, ya que desde que se identificó en África central se han ido desplazando hacia el Mediterráneo, encontrándose una de ellas en la frontera Tunecina, con el peligro que entraña las exportaciones no controladas entre el norte de África y Europa, para la citricultura española.

Los tefrítidos, familia Tephritidae (Diptera: Tephritidae), engloban a más de 3.000 especies descritas de verdaderas moscas de la fruta. Se describen como verdaderas moscas de la fruta para diferenciarlas de los drosófilidos (Diptera: Drosophilidae) que se han utilizado como herramienta de trabajo en Biología y que se han "vulgarizado" como moscas de la fruta. De este diverso grupo, los géneros *Anastrepha*, *Bactrocera* y *Ceratitis* engloban a las especies clave de mayor importancia económica para la citricultura a nivel mundial (Figura 1).

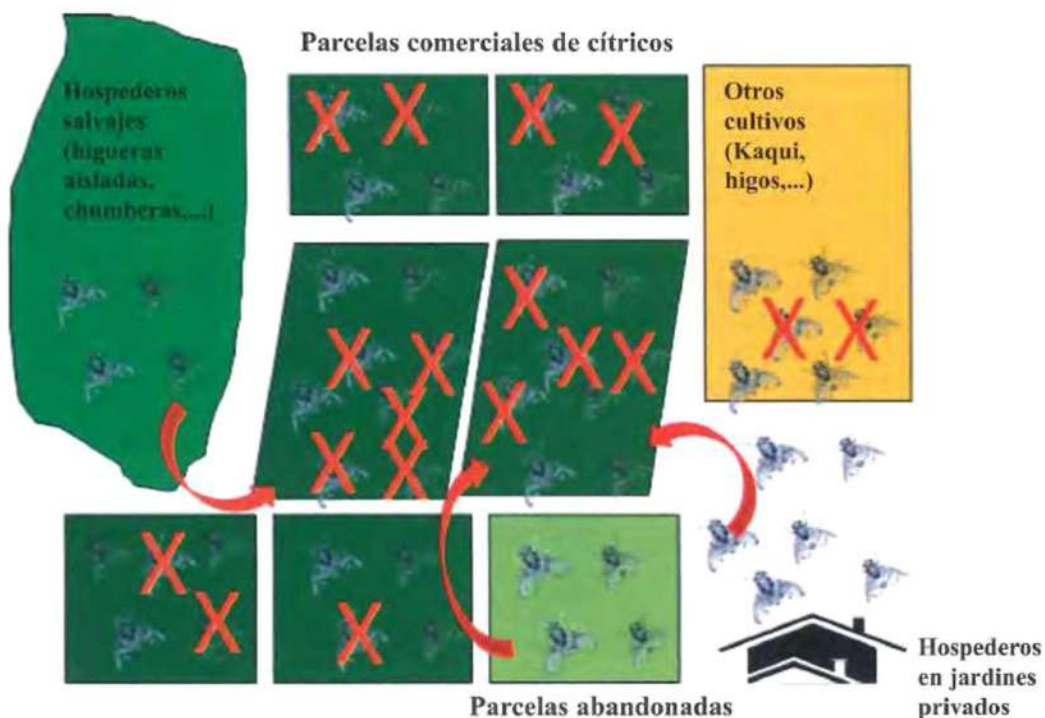
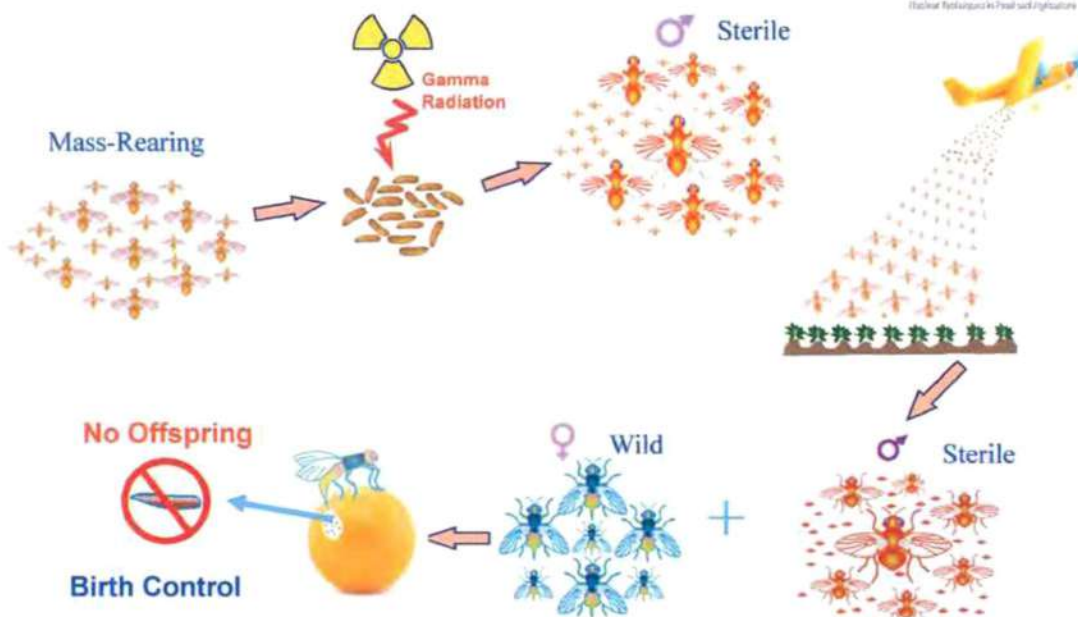
Durante este congreso 6 ponencias, 15 presentaciones en panel, y una ponencia plenaria (de las siete realizadas) han versado alrededor de estas especies. Esta sesión estuvo moderada por los doctores Jorge Hendrichs y Beatriz Sabater-Muñoz (foto 1). Esta sesión está ligada a la sesión de Entomología y control de plagas, pero debido a la importancia económica de este grupo de insectos se trató de forma separada, para dar mayor difusión a los resultados. Las comunicaciones aquí tratadas se pueden agrupar en: 1) Técnica del Insecto Estéril (TIE) a gran escala; 2) herramientas genómicas y moleculares; 3) relación huésped-fruto y desarrollo; 4) especies invasoras y sistemas de cuarentena; 5) sistemas de trampeo y 6) Control biológico.

◀ Figura 1.



► Figura 2 .

Insect Pest Control by SIT



◀ Figura 3.

En este apartado también hubo otra comunicación presentada por la dra. B. Sabater Muñoz, del IVIA, en la que se presentó una **nueva herramienta de evaluación** del éxito del programa TIE en la Comunidad Valenciana, basado en herramientas moleculares y en las que se tiene en cuenta a las hembras, que son la verdadera diana de la TIE. Además se presentó un **modelo estadístico** que permite relacionar la eficacia de cópula de los machos estériles liberados con la **reducción del daño en fruta** y con la **reducción de la siguiente generación**. Estos modelos suscitaron un gran interés en la audiencia presente y en los responsables de programas TIE.

G. Slade de **Oxitec** presentó en formato panel un trabajo relacionado con la TIE, en concreto, relacionado con el desarrollo de cepas transgénicas que inducen esterilidad sin utilización de radiación (utilización de resistencia a antibióticos) y que además incluyen marcadores fluorescentes que permiten su seguimiento tras su liberación. Sin embargo, dado que son organismos transgénicos no tienen todavía autorización para su utilización en Europa.

Herramientas genómicas y moleculares.

Se han presentado dos comunicaciones y un panel. La primera de las comunicaciones realizada por el Dr. F. Ortego (CIB CSIC, España) se ha centrado en la identificación de los determinantes genéticos implicados en la **resistencia a insecticidas**. En 2004 identificaron la primera población de *Ceratitidis capitata* resistente a Malation a partir de la cual empezaron los estudios para identificación de los genes implicados en esta resistencia. De hecho han desarrollado un sistema basado en PCR para identificar las poblaciones resistentes, encontrando que la mutación del gen AcE está distribuida por toda España y ausente en otras poblaciones mundiales, al menos de las testadas hasta la fecha. Así mismo, presentaron resultados sobre la **resistencia cruzada a otros insecticidas** que están autorizados en el Anejo 1 y sobre los que existe el riesgo de volver a seleccionar, por uso indiscriminado, poblaciones altamente resistentes a todos los insecticidas y que harán inefectivo en un futuro su uso. En este sentido,

se hizo un llamamiento a los técnicos presentes para que racionalicen el uso de insecticidas para evitar la propagación de las poblaciones resistentes.

La Dra. A. Malacrida (U. Pavia, Italia) presentó los resultados obtenidos a partir del **genoma y transcriptoma** de *Ceratitidis capitata*, sobre todo centrados en la identificación de los genes implicados en la identificación de feromonas y otras sustancias químicas que permiten identificar el huésped y/o a los congéneres. Ligado con este tema, el Dr. H. Zhang (U. Huazhong, China), presentó el transcriptoma de *Bactrocera dorsalis*, una de las especies de tefrítidos clave. El análisis de este transcriptoma les ha permitido identificar una proteína, que han llamado X, que han conseguido incorporar como **atrayente en un sistema de trampa** que mejora los existentes hasta ahora y que no eran selectivos para esta especie. Es la primera vez que se aplican los resultados de genómica en tefrítidos y que parece que está pendiente de patente, ya que para la mayor parte de especies plaga y las invasivas no se disponen de atrayentes semioquímicos específicos que permitan su monitorización.

Relación huésped (mosca) - hospedador (fruto) y desarrollo.

El Dr. Nikos T. Papadopoulos (U. Thessaly, Grecia) nos presentó en su comunicación los últimos resultados de investigación de su grupo, en los que se retoma la importancia del hospedador en el desarrollo de *Ceratitidis capitata*, y la implicación que esto tiene en su control y su traslación a otras especies de tefrítidos. Los tefrítidos inician el ciclo como huevo, y este se deposita en un hospedador, un fruto en el que se desarrollan las larvas hasta alcanzar la última etapa para abandonar el fruto y transformarse en mosca. La piel de los cítricos es la principal barrera que limita la supervivencia y desarrollo de los huevos y estados inmaduros. Las distintas variedades de cítricos presentan diferencias notables en cuanto a tamaño del **flavedo**, **albedo** y cantidad glándulas de aciete y **composición de los aceites esenciales** de su corteza. La composición de los aceites esenciales es variable, siendo los componentes más importantes el limonene, linalool, myrcene, α,β -pinene, citral,

valencene, entre otros. Y son estos componentes los principales responsables de la **atracción de las hembras hacia los frutos**, además de que aumentan la **competitividad y atractivo de los machos** frente a los no expuestos a estos aceites. Más aún, este trabajo ha puesto en valor que la composición en aceites también afecta a la siguiente generación haciéndola más propensa a volver a infestar a cítricos. Desde el punto de vista práctico, los resultados de este trabajo han permitido hacer más competitivos a los machos estériles cuando estos han sido tratados con una mezcla de aceites esenciales. Y ha permitido re-abrir el debate de si los cítricos son un buen hospedador para los tefrítidos.

En este apartado también cabe destacar un panel presentado por la dra. I. Garrido-Jurado (U. de Córdoba, España) que presenta un **modelo estadístico de predicción de la emergencia** de adultos en función de la temperatura y humedad del suelo donde se entierren las pupas. Este panel está en relación con otro presentado en relación con hongos entomopatógenos que comparten nicho y que podrían limitar la emergencia de adultos.

Especies invasoras y sistemas de cuarentena.

Ante la ausencia por enfermedad del Dr. S. Ekesi (ICIPE, Kenia) para presentar su trabajo con las especies invasivas *Bactrocera invadens*, el Dr. J. Hendrichs informó sobre el avance de esta especie por el continente africano y de las medidas de monitorización que hay que llevar a cabo para prevenir cualquier introducción accidental en España incidiendo en que el control se puede realizar en poco tiempo siempre y cuando se detecte antes de que se establezca en el nuevo territorio.

Por otra parte el Dr. Nicanor J. Liguido (USDA-APHIS-PPQ, Hawaii, USA) presentó las **medidas cuarentenarias que impone el APHIS para la entrada de fruta fresca en Estados Unidos**, en relación con los tefrítidos de los tres géneros de mayor importancia. Estas medidas son de extrema importancia para el sector productor español ya que es el primer exportador de cítricos en fresco con destino USA. Así mismo, este

mismo autor tuvo a su cargo un grupo de trabajo en el cual se abordó esta misma temática, las **medidas cuarentenarias** contra *Ceratitidis capitata* principalmente, estableciendo contactos y discusión para abordar nuevas medidas que favorezcan o faciliten la exportación sin perjudicar al productor ni al país importador.

En este sentido también cabe destacar un panel presentado por la Dra M. Borges (Instituto de Fruticultura Tropical, Cuba) en el que se señala la importancia de un sistema de vigilancia para la prevención del establecimiento de especies del género *Anastrepha* que son consideradas de cuarentena por USA y que están ausentes de Cuba. Además este sistema de vigilancia también permite identificar las especies nativas que son plaga y que se tiene que controlar, además de poner en valor la importancia de la implicación activa de los propios agricultores y técnicos en el control de los distintos tefrítidos.

Un último panel presentado por H. Camacho (TicoFrut, Costa Rica) presenta la diversidad de tefrítidos y otras moscas, encontradas en las plantaciones de TicoFrut, el principal productor de cítricos de Costa Rica. De este panel cabe destacar la presencia de *C. capitata* y *A. ludens*, especies clave, pero que los autores indican que proceden de otra parte del país dado que existe un almacén de distribución y empaquetamiento de fruta.

Sistemas de trampeo.

Se han presentado varias empresas relacionadas con el desarrollo de emisores, atrayentes y tipos de trampas, además de trabajos de aplicación en campo de algunos de estos sistemas y métodos de parcheo.

K. Wirtz y cols. (Bayer crop science, Alemania) presento un panel sobre Decis-trap Medfly® como nuevo sistema de trampeo masivo de *Ceratitidis capitata* que no utiliza diclorvos como insecticida, además de un nuevo atrayente que tiene una duración superior a 3 meses. C. Colás y cols. (Suterra Europe Biocontrol, España) presentaron el nuevo sistema MagnetMED®, un sistema de atracción y muerte que tiene una duración en campo de 6 meses lo que permite cubrir al completo la campaña cítrica, y además

genera pocos residuos en campo, ya que el sistema es biodegradable y compatible con la directiva EU 2092/91. Hafsi y cols (Institut Supérieur Agronomique, Túnez) mostraron un estudio comparativo de Ceratrap® (Bioibérica) y Tripack®, en cítricos para el control de *Ceratitidis capitata*, utilizando distintas densidades de trampas y evaluando también la captura no diana de fauna auxiliar, indicando que Ceratrap era el sistema más efectivo en las condiciones ensayadas.

A. Raga y col (Instituto Biológico, Brasil) mostraron en un panel distintas combinaciones de atrayentes alimenticios para el control de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitidis capitata*, encontrando que la utilización de levadura *Torula* era la combinación más efectiva y selectiva, atrayendo a más hembras que machos.

K. Mahat y R.A.I Drew (U. Griffith, Australia) presentaron en un último panel de esta sección, la evaluación de un cebo y distintas combinaciones de insecticidas para el control por parcheo de *Bactrocera tryoni* (Froggatt), ya que el uso de malation en este país ha sido restringido.

Control biológico.

En este congreso solo se ha presentado una comunicación en panel referente al control biológico clásico, la presentada por la estudiante A. Harbi y realizada en el IVIA bajo la supervisión de los doctores F.J. Beñía y B. Sabater Muñoz, y otro panel relacionado con la utilización de hongos entomopatógenos. La ausencia de comunicaciones en este campo se debe principalmente a que durante este mismo año han tenido lugar dos eventos más de similares características y centrados en este grupo de insectos, pese a que es un área por la que se está apostando sobre todo tras la nueva normativa europea. En esta comunicación se muestran los primeros resultados sobre dispersión del parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). Esta especie fue importada en 2009 desde México y se ha criado en masa en la unidad de Entomología del IVIA hasta obtener una población suficiente para realizar sueltas terrestres. Se ha observado que esta especie es capaz de dispersarse y producir parasitismo en las parcelas de ensayo, además de diseñar un **sistema**

con fruta centinela con la que se realiza el seguimiento de las liberaciones. Sin embargo, parece que es necesaria una pre-adaptación o aprendizaje de los insectos a liberar para que sean capaces de identificar el huésped a buscar. Además durante este trabajo, y gracias al sistema de fruta centinela utilizado, se encontró una **nueva especie de parasitoide**, el figítido *Aganaspis daci* (Weir), que parece estar mejor adaptado a las condiciones climáticas que la especie exótica liberada. En estos momentos se está realizando un estudio más profundo sobre esta especie y sobre su acondicionamiento a la región Mediterránea y a su futuro como enemigo natural de *Ceratitidis capitata* y otros tefrítidos en el área.

M.D. Lozano-Tovar (U. de Cordoba, España) presentó en panel la utilización de biopesticidas basados en los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *M. brunneum*. A partir de cepas que en crudo mostraban cierta actividad insecticida, han identificado fracciones proteicas producidas por estos hongos y que tienen una actividad insecticida contra adultos de *Ceratitidis capitata* que abre la vía para el desarrollo de nuevos biopesticidas adaptados a la nueva normativa europea.

En **resumen**, se han presentado trabajos destacando la importancia del control a gran escala para evitar la re-invasión desde áreas no tratadas (parcelas abandonadas, reservorios naturales, huéspedes no tratados en jardines, ...), siendo necesario la **integración de lucha Autocida, trampeo masivo y control biológico, además de un uso racional de los insecticidas**, que son los pilares básicos de un programa de **Gestión Integrada de Plagas**. Además se puso de manifiesto la necesidad de proteger las fronteras con un **sistema de monitoreo para evitar la instalación de especies invasivas** que están próximas a las fronteras Mediterráneas.