

Red de Seguimiento para el Control, Alerta y Evaluación de los Niveles de Población de la Mosca del Olivo “RED DACUS”; 22 años de historia (1990-2011)

S. G. DE SANIDAD E HIGIENE VEGETAL Y FORESTAL

D. G. DE SANIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA

La red de seguimiento para el control, alerta y evaluación de los niveles de población de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel.) “RED DACUS”, tiene como objetivo principal proporcionar, a los responsables de las principales provincias olivareñas españolas, la información necesaria relativa al estado de la plaga, a la fenología y a la previsión de cosecha del olivar, así como sobre las condiciones climáticas existentes en las zonas de control, para de este modo determinar sobre la conveniencia de realizar tratamientos contra este insecto, escoger el momento óptimo para realizarlos y, una vez ejecutados, estudiar la eficacia alcanzada en función del producto fitosanitario y la metodología empleados.

Durante los 22 años de vigencia de la RED DACUS, aparte de la mayor cualificación técnica proporcionada al sector olivareño español, en cuanto a medios humanos y materiales empleados, se ha reducido considerablemente la aplicación de productos fitosanitarios, reduciendo las aplicaciones de tratamientos a las estrictamente necesarias, reduciendo el impacto medioambiental y trabajando en pro de la obtención de aceites de calidad procedentes de aceitunas sanas. Paralelamente, se han diseñado las aplicaciones informáticas precisas para la gestión de la base de datos generada durante estos 22 años en el seguimiento de más de un millón de hectáreas de olivar por campaña; en los que se han recogido datos tanto biológicos de la plaga, como del cultivo, así como de las condiciones agroclimáticas registradas y de los tratamientos dirigidos contra la mosca del olivo. Actualmente se está gestionando la próxima publicación de dichos datos en la web del MAGRAMA.

Del análisis de los datos históricos, se estima que la media nacional de las 22 campañas ha sido del 12,7% de picada total final. A tenor de los resultados obtenidos parece que valores anuales superiores al 15% de picada pueden condicionar que el porcentaje de Aceite Virgen Extra obtenido en la campaña sea como máximo el 50% del total procesado.

A su vez, el estudio de causas de caída indica que, en las 10 campañas de realización completadas (2001-2010), las pérdidas por caída anticipada de frutos achacable directamente a la puesta de la mosca del olivo, suponen como media el 1,4% de la cosecha total de aceitunas. Tan sólo cae, como media, el 10% de la aceituna picada.

S. G. DE SANIDAD E HIGIENE VEGETAL Y FORESTAL, D. G. DE SANIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA. MAGRAMA, c/ Almagro, 33 - 28010 Madrid.

Palabras clave: *Bactrocera oleae*, plagas, monitoreo, bases de datos.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio del siglo pasado, la Dirección General de Agricultura transmite, mediante las “Hojas divulgadoras” (MAGRAMA

1913), las experiencias que en la lucha contra la mosca del olivo, se llevan a cabo en nuestro país y limítrofes, a través de los Consejos Provinciales en España (MAGRAMA 1915), el Servicio Francés de Oleicultura en Francia

(CHAPELLE, J. 1912), o la Cátedra Ambulante de Agricultura del Distrito de Roma en Italia (LOTRIENTE, G. 1912).

En junio de 1923 se celebra en Madrid la "Conferencia Internacional De La Lucha Contra La Mosca De La Aceituna" (MAGRAMA 1923), amparada por el Instituto Internacional de Agricultura de Roma, con participación de las delegaciones de España, Francia, Grecia, Italia, Perú, Portugal, del propio Instituto y el "Reino de los Servios, Croatas y Slovenos".

La pertenencia desde 1951, año de su fundación, a la Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas (EPPO), en el marco de la Convención Internacional para la Protección de los Vegetales (IPPC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha mantenido y potenciado los contactos entre los expertos en el cultivo, designados por la respectiva organización nacional de protección de los cultivos de los países EPPO, continuando la participación en grupos internacionales de trabajo para la elaboración de estrategias internacionales contra la introducción y la propagación de plagas peligrosas para el cultivo, así como la promoción de métodos eficaces para combatir las que no sean nocivos.

Mediante resolución publicada en el Boletín Oficial del Estado (BOE), anualmente desde 1962, la Dirección General de Agricultura fija las zonas de tratamiento obligatorio contra la mosca del olivo. Cada Jefatura Agronómica determina la fecha en que las respectivas Hermandades Sindicales de Labradores y Ganaderos procederán a la colocación de los mosqueros (trampa de atracción olfativa) para conocer el momento de aparición del insecto.

De este modo, en 1979, el Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica inició un plan de investigación coordinado a nivel nacional: el Plan Nacional Mosca del Olivo. En 1980 dicho Plan Nacional, conocido como "Plan Dacus" adquiere una concreción técnica precisa en lo referente a la metodología de trabajo seguida y a la de-

finición de las distintas líneas de trabajo, establecidas en función de los trabajos previos de los colegas del Ministerio de Agricultura Italiano (BALLATORI *et al.* 1979; CIRIO, U.; VITA, G. 1978).

En los ochenta, estas líneas de trabajo (MONTIEL, A.; MORENO, R. 1982), consistían en:

- Estimación cuantitativa de las poblaciones naturales de *B. oleae* (Gmel.), tanto a nivel de los estados evolutivos adultos como de los preimaginales
- Estudio de la dinámica de sus poblaciones adultas y preimaginales, analizando prioritariamente las relaciones existentes entre las capturas y las infecciones posteriores observadas en fruto
- Estudio de la capacidad de atracción de diferentes sistemas de observación de las poblaciones adultas

Al completarse la transferencia de competencias a las Comunidades Autónomas implicadas, y considerando que se debe mantener el carácter de campaña fitosanitaria de interés nacional, en 1984 se declara obligatorio el tratamiento contra la mosca del olivo. Las zonas de olivar a tratar serán las que determinen la Junta de Andalucía, Diputación General de Aragón, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Generalidad de Cataluña, Junta Regional de Extremadura, Comunidad Autónoma de Madrid y Comunidad Valenciana.

A finales de los 80 el Plan Nacional de Mosca del Olivo, permite:

- Fijar los momentos óptimos de tratamientos (DEL RÍO, G. 1985; MONTIEL, A. 1986), cuando el fruto es receptivo para la oviposición, al conocer los periodos exactos en que se presenta actividad sexual en *B. oleae*
- 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 *et al.* 1980; MON-

TIEL, A. Y MORENO, R. 1982; CROVETTI *et al.* 1983), para definir los umbrales de tratamiento (DEL RÍO, G. 1985) o establecer modelos de previsión del riesgo (MONTIEL, A. Y MORENO, R. 1982)

- Aproximar los criterios de seguimiento y actuación ante la plaga a nivel nacional, al contar con el asesoramiento y participación del Grupo de Trabajo de Fitosanidad del Olivo, integrado por técnicos de los Servicios de Sanidad Vegetal de las principales Comunidades Autónomas productoras

Con la aplicación del Plan Nacional de Mosca del Olivo se adquiere un mejor conocimiento de la especie, fundamentalmente en relación con el medio ambiente en que se desarrolla, básico para el establecimiento de modelos matemáticos simples de previsión, fácilmente transferibles a los agricultores a quienes, por medio de las Estaciones de Aviso Agrícolas se concienciaba para que aplicasen los tratamientos en el momento idóneo, empleando técnicas de control integrado, evitando así los tratamientos a “calendario fijo”.

En 1986 se produce la adhesión de España a la Comunidad Económica Europea (CEE), cuya organización común de mercados en el sector de las materias grasas se estableció mediante el Reglamento nº 136/66/CEE. Por ello, cuando en junio de 1989 la CEE, adopta medidas destinadas a mejorar la calidad de la producción de aceite de oliva para la campaña 1989/90, siendo la primera de ellas la lucha contra la mosca del olivo, la adaptación del Plan Nacional de Mosca del Olivo a los requisitos exigidos a los Estados miembros es prácticamente automática.

El reparto de los recursos para financiar estas medidas se hace en función de la cuantía retenida previamente en cada Estado miembro: un 2 % de la ayuda a la producción asignada a los productores de aceite de oliva será el dedicado a la financiación de acciones específicas dirigidas a la mejora de la calidad del aceite de oliva en cada Estado miembro.

Este impulso de la actual Unión Europea (U.E.) a la puesta en marcha de un Programa Nacional Anual en los Estados miembros productores de aceite de oliva, es aprovechado en España desde 1990, convirtiendo el anterior Plan Nacional de Mosca del Olivo en el “Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva”. La financiación mediante fondos de la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola (FEOGA) completaría la ayuda a la producción compensando la retención efectuada desde la adhesión de España a la U.E.

A partir de noviembre del 2001, la Comisión posibilita la ampliación del Programa convirtiéndolo en el “Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva y de Aceitunas de Mesa”. El porcentaje de la ayuda a la producción asignada a los productores de aceite de oliva y aceitunas de mesa, ahora fijado en un 1,4%, se destina a la financiación de las acciones que deben llevarse a cabo en los Estados miembros para mejorar la calidad de la producción de aceite de oliva y aceitunas de mesa y su repercusión en el medio ambiente.

El Programa desarrolla una serie de actuaciones que se agruparon en siete subprogramas distintos; el primero de ellos la “Lucha contra la mosca del olivo y otros organismos nocivos”. La coordinación y gestión del Programa siempre ha correspondido al Ministerio, encargándose la Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria de la “Red de control, alerta y evaluación de la mosca del olivo”.

En 2005 concluye la financiación del Programa, siendo de nuevo el Ministerio quien, con cargo a los Presupuestos del Estado, ha ampliado el “Plan Dacus” inicial y, desde 2006 en adelante, ha mantenido el sistema de control, alerta y evaluación de la plaga (RED DACUS) para detectar el momento de aparición del insecto, valorar el riesgo para el cultivo y controlarlo aplicando los tratamientos adecuados en los momentos más eficaces.

La mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmelin, 1790 = *Dacus oleae*) es considerada la principal plaga del cultivo del olivo (ALVARADO *et al.* 2001) en todos los países de la cuenca mediterránea, debido a que los daños causados al fruto tienen repercusiones económicas importantes en toda la región y se precisa realizar un control anual sobre la plaga para atenuar los efectos de la misma (HANIO TAKIS, G. E. 2005).

El daño es consecuencia de la oviposición de este díptero, perteneciente a la familia de

los tefrítidos, bajo la cutícula del fruto del olivo, una drupa compuesta fundamentalmente por tres tejidos, endocarpo, mesocarpo y exocarpo correspondientes con el hueso, la pulpa y la piel respectivamente. Incluso en el caso de aquellas puestas que no prosperan, la marca dejada en el exocarpo deprecia e incluso descarta la producción como aceituna de mesa. Si la puesta se desarrolla con normalidad, completará sus estados larvarios en el mesocarpo, a expensas del cual se alimentará.



Figura 1. *B. oleae* ovipositando

Según progresa la galería de alimentación se incrementa el daño al fruto: de forma directa por la pérdida de pulpa y la caída precoz de frutos causada por la ruptura de vasos que también acelera la maduración (MONTIEL, A. Y MADUEÑO, C. 1995; NEUENSCHWANDER *et al.* 1958); y de forma indirecta al constituir la vía de entrada de microorganismos (GONZÁLEZ *et*

al. 2006) que alteran gravemente las cualidades organolépticas de los aceites obtenidos a partir de los frutos dañados, ya descartados como aceituna de mesa. Incluso las picadas en las que finalmente no se deposita el huevo, pueden constituir la vía de infección de hongos al fruto (BIURRUN *et al.* 2009) favoreciendo también su caída.



Figura 2. Parcela de olivar. *B. oleae* abandonando el fruto tras completar su evolución larvaria

Una vez abandonado el fruto como adulto, pupa o larva, se incrementa la aerobiosis en el interior del fruto por los agujeros de emergencia de la mosca. La microflora saprofita encuentra condiciones de nutrientes y humedad óptimas para su desarrollo (TORRES-VILA *et al.*, 2003). Como efecto de la proliferación microbiana se

produce la hidrólisis de los triglicéridos, catalizada por las lipasas de la microflora establecida, lo que se traduce en un incremento, a veces grave, de la acidez del aceite (MÜLLER, G. 1981).

La cuantía del daño puede multiplicarse exponencialmente al tratarse de un insecto multi-voltino, cuyo número de generaciones anuales

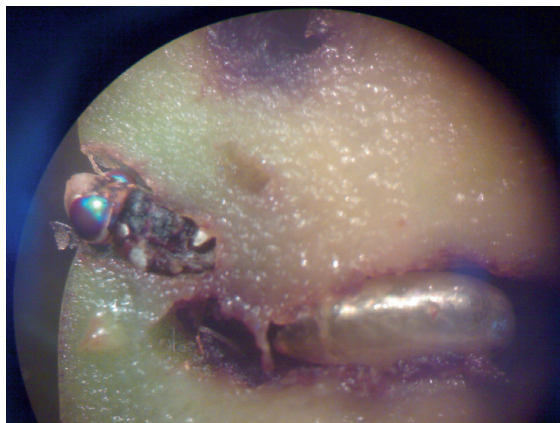


Figura 3. *B. oleae* abandonando el fruto (vista de binocular). Se observa el *ptilinum*, membrana ubicada en la parte frontal de la cabeza que, al dilatarse, permite romper la piel de pupario y fruto para la emergencia del adulto

varía en función de las condiciones ambientales (DELRIÓ, G.; CAVALLORO, R.; 1977).

Así pues, en la preparación de una adecuada campaña de tratamientos para salvaguardar la producción oleícola, son vitales el conocimiento de las condiciones climáticas y la cuantificación de los niveles de población de *B. oleae*. Especialmente si las condiciones son favorables para el desarrollo de esta plaga endémica.

El cultivo del olivo, emblemático en España, supone para nuestra economía una importante fuente de riqueza económica, cultural y medioambiental; permaneciendo desde hace años como reseña internacional, al haber convertido al país en el principal productor de aceituna y aceite a nivel mundial. Según datos del Consejo Oleícola Internacional (COI, 2013), como media se supera el 40% de la

producción mundial de aceite y el 23% de la producción de aceituna de mesa.

La producción definitiva, a nivel mundial para la campaña 2010/11, de este organismo intergubernamental, se sitúa en las 3.075.000 toneladas de aceite de oliva y 2.563.000 toneladas de aceituna de mesa. De ellas, 1.391.900 toneladas corresponden al aceite de oliva español y 608.600 toneladas a las aceitunas de mesa nacionales.

La superficie olivarera en España alcanza las 2.475.466 hectáreas, sin tener en cuenta los árboles diseminados (MAGRAMA 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

En las zonas olivareras consideradas prioritarias para la lucha contra la mosca del olivo, se establecen las correspondientes re-

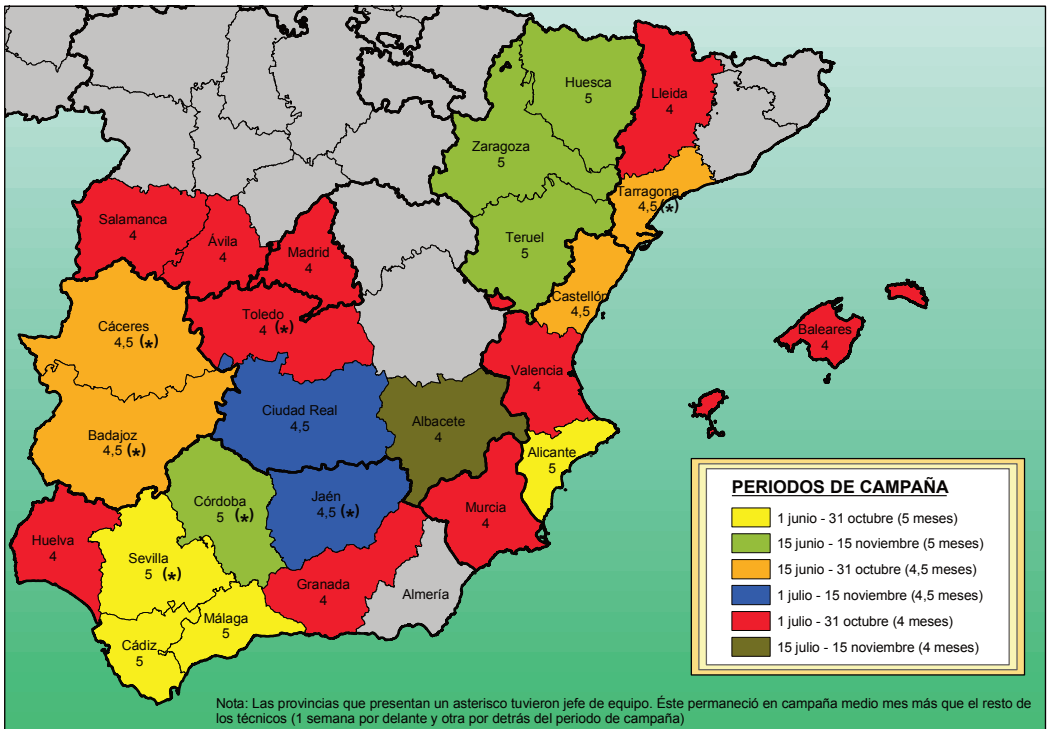


Figura 4. Mapa de Periodos Tipo de Campaña de la RED DACUS

Cuadro 1. Dimensionamiento de la “RED DACUS” y evolución a lo largo de sus 22 Campañas

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005-2007	2008	2009-2010	2011
Observadores de campo	49	49	55	57	60	63	63	64	70	78	83	86	89	94	94	94	96	95	53
Estaciones de control	325	430	561	588	664	828	828	828	858	1.142	1.134	1.336	1.577	1.627	1.647	1.690	1.710	950	490
Estaciones agrometeorológicas	30	34	44	46	52	64	64	69	71	82	85	90	91	95	95	95	95	95	95
Ordenadores	22	22	22	23	23	23	23	23	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Provincias implicadas	22	21	21	21	21	21	21	21	23	24	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Comunidades Autónomas implicadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

des de estaciones de control estratégicas y de estaciones agrometeorológicas automáticas (EMAS), constituyendo la RED DACUS.

Esta Red, establecida en todas las zonas olivereras con existencia declarada de la plaga, comprende 26 provincias de 10 Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura, Islas Baleares, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana y Región de Murcia), cubriendo en 2010 un total de 1.416.191 ha de olivar. La evolución de la RED DACUS se detalla a continuación en el Cuadro nº 1: “Dimensionamiento de la RED DACUS y Evolución a lo Largo de sus 22 Campañas”

La duración media de la campaña es de 4,2 meses a nivel nacional, adaptándose en cada provincia al estado fenológico del olivar y de la plaga.

Cada técnico de campo realiza sus observaciones en 10 estaciones de control o parcelas de 5 hectáreas de olivar que son representativas de una superficie aproximada de 1.000 ha. La estación de control consta de 5 parcelas muestrales, con una superficie de olivar mínima de 1 ha cada una de ellas, en las cuales se instalan las trampas de captura para monitoreo. Cada zona de control dispone de una EMA que proporciona los datos climáticos a considerar en los modelos matemáticos de previsión de evolución de la plaga.

El tipo de trampas empleadas en la RED DACUS es el heredado del Plan Nacional de la Mosca del Olivo, el cual ya había realizado trabajos preliminares para establecer las concentraciones óptimas para monitorización y aplicación en campo (MONTIEL *et al.* 1982), instalándose por parcela muestral:

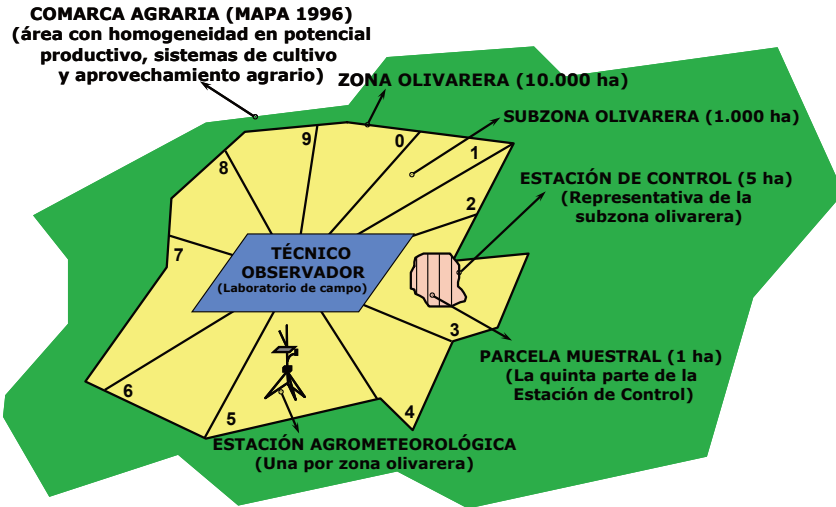


Figura 5. Zonificación de la RED DACUS

Un mosquero troncocónico de cristal tipo Mac-Phail, con una capacidad de 150 cm³, cargado con amonio fosfato diamónico técnico [(NH₄)₂HPO₄] en disolución al 4% como atrayente alimenticio. El agua actúa como insecticida por ahogamiento. Se coloca en el interior de la copa del árbol, con orientación Sur y a una altura entre 1,5 y 2,0 m (altura del operador). La solución se renueva cada semana, al retirar y guardar en un bote, con su procedencia perfectamente identificada, las capturas de *B. oleae* que se recogen del interior del mosquero.



Figura 6. Colocación de mosquero Mac-Phail en el interior del olivo, orientación Sur

Una trampa cromotrópica cebada con feromona específica de larga duración de *B. oleae*. Consiste en una placa de plástico amarillo, engomada por ambas caras con goma sintética de larga duración, tamaño de 14 x 23 x 0,1 cm, y colocada en la orientación Sur-Oeste del árbol, en la zona exterior de la copa, e igualmente a una altura entre 1,5 y 2,0 m. Para mantener su atracción cromática y adherencia la placa se renueva al menos cada 8 semanas y siempre que se detecte pérdidas de eficacia. El principal componente de la feromona, 80 mg de espiroacetal [1,7 dioxaspiro (5,5) undecano] al 4%, sintetizado en la Universidad de Southampton (JONES *et al*, 1983), se encuentra en el interior de una cápsula resistente a la radiación solar ultravioleta, produciendo la liberación de feromona de forma homogénea durante los 120 días de vida útil de la cápsula.

Las actuales estaciones agrometeorológicas de la RED DACUS (EMAS) constituyen sistemas modulares de funcionamiento autónomo (autómata programable), alimentados mediante un panel solar auxiliado con una batería recargable, que asegura el funcionamiento de las estaciones en horas nocturnas y días nublados. Están compuestas por el módulo central o



Figura 7. Colocación de trampa cromotrópica en el exterior del olivo, orientación Sur-Oeste. Detalle de capturas

Datalogger (en el que se instala el programa informático que gestiona el funcionamiento de los distintos sensores y almacena los datos registrados por la estación), los sensores para los parámetros meteorológicos a registrar (pluviómetro, piranómetro y sensor de humedad y temperatura), trípode de sujeción, pararrayos y cercado protector; desde 2002 disponen de un sistema automático de captura de datos diario mediante telefonía GSM, aunque se mantiene la posibilidad de recogida de datos a través de un terminal portátil.

Cada zona olivarera dispone igualmente de un sencillo laboratorio de campo para el



Figura 8. Estación Agrometeorológica de Loeches (Madrid)

análisis de muestras, consistente en una lupa estereoscópica con oculares de 10X aumentos asociados a un zoom de 1X a 4X aumentos y haces de luz incidente y luz transmitida que se pueden emplear de forma conjunta o por separado.

1. Sistemática de trabajo en campo

Las observaciones de campo se realizan a través de técnicos (ingenieros agrónomos, agrícolas y biólogos) contratados a través de la Empresa Pública Tragsatec (Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.), empresa filial de la matriz Grupo Tragsa (Empresa de Transformación Agraria, S.A.).

Para reforzar el seguimiento, amparadas por su respectiva normativa y apoyadas todas ellas por la administración correspondiente, los técnicos de las Agrupaciones para el Tratamiento Integrado en la Agricultura (ATRIAS) de Andalucía, las Asociaciones de Sanidad Vegetal (ASV) en Castilla-La Mancha y Asociaciones de Defensa Vegetal (ADV) de Cataluña siguen la misma sistemática de trabajo recogidas en el “Protocolo de Trabajo” y “Manual de Campo” de la RED DACUS.

Esta sistemática de trabajo en campo se divide en tres actividades principales: muestreo de frutos, retirada de capturas en las trampas de monitoreo y estudio de las causas de caída de la aceituna; completándose con las observaciones del técnico sobre fenología del olivar, receptividad del fruto y estimaciones de cosecha así como con los registros climáticos de las EMAS.

1.1. Muestreo aleatorio de frutos

Con el fin de detectar las primeras aceitunas picadas, cuantificar el porcentaje de frutos afectados y evaluar el estado de la población larvaria de *B. oleae* en la aceituna; semanalmente en la parcela muestral se lleva a cabo un muestreo de frutos, desde el endurecimiento del hueso hasta el inicio de la recogida de la aceituna o la finalización de las campañas de tratamientos.

Tras la elección al azar de cuatro olivos, contiguos y distintos cada semana, la toma de muestras de aceituna se realiza siempre a una altura comprendida entre 1,5 y 2,0 m; rodeando el árbol para obtener frutos en las cuatro orientaciones (N, S, E, O). Se cogen un total de 50 frutos por árbol, que se guardan en bolsas identificadas y perforadas para que la aceituna no se estropee por la transpiración antes de ser analizada en el laboratorio. Se deben manejar y conservar adecuadamente para mantener la viabilidad de las puestas, larvas y ninfas hasta el examen en laboratorio. En total se obtienen 200 frutos por parcela muestral. Esta sistemática se repite para cada una de las 5 parcelas muestrales de la estación de control, obteniéndose un total de 1.000 frutos por estación de control.

Una vez obtenidos frutos picados en dos semanas consecutivas, se reduce la muestra de frutos. Entonces el muestreo se limita a 10 frutos por árbol, es decir, 40 frutos por parcela muestral y 200 frutos por estación de control.

1.2. Retirada de capturas en las trampas de monitoreo

Durante la campaña, al renovar semanalmente la solución de fosfato diamónico, el técnico recoge todas las capturas de *B. oleae*, identificando inequívocamente el mosquero de procedencia y conservando las moscas en una solución de agua y alcohol al 50% hasta el conteo diferenciado por sexos, y examen de hembras en laboratorio.

También semanalmente se retiran y cuentan, diferenciándolas por sexo, las capturas de *B. oleae* en cada una de las placas cromotrópicas, anotando igualmente con precisión la procedencia del dato. La trampa se limpia de otros restos (otros insectos, flores, hojas caídas, etc.), eliminando la masa foliar en la periferia de la placa que se pueda engomar, para mantener la atracción cromática y adherencia. Los ejemplares de *B. oleae*, una vez hecho el recuento, se desechan al resultar impracticable su manipulación.

Con la finalización de la campaña ambos tipos de trampa se retiran del cultivo para no interferir en las labores propias del olivar ni estrangular en su engrosamiento las ramas portadoras.

1.3. Estudio de Causas de Caída de la Aceituna

Con el propósito de obtener una estimación sobre las pérdidas directas por caída del fruto debidas a la mosca del olivo, desde el año 1998 en que se realizó por primera vez, durante la Campaña se efectúa un estudio para determinar la causa que ha provocado el desprendimiento de frutos: plagas, enfermedades, agentes externos, causas fisiológicas e incluso maduración; estableciendo el porcentaje que supone cada causa respecto al total de aceituna desprendida. Desde 2001 el estudio distingue, además, el porcentaje ocasionado por cada causa respecto al total de la cosecha.

Puesto que, como se ha indicado, en algunos casos es difícil identificar la causa final que ha provocado la caída del fruto, siempre que uno de los frutos recogidos muestra picada, se contabiliza como caída debida a *B. oleae*.

Los Responsables Provinciales eligen dos Estaciones de Control de entre las asignadas a cada técnico de campo destinado en la provincia. Este último, en cada una de las Estaciones de Control seleccionadas elige dos árboles representativos de la misma. En las zonas en las que la heterogeneidad es alta, tanto por su orografía como por su diversidad varietal, se procura que la elección sea lo más representativa posible.

El seguimiento se realiza durante toda la Campaña con controles semanales. En la primera visita a las Estaciones de Control, en la que se hace la elección de los árboles, se aprovecha para realizar el primer control, visualizando la aceituna del vuelo y limpiando el suelo de aceituna de la pasada campaña.

Posteriormente en visitas semanales se realizan tanto el estudio de la aceituna en árbol (vuelo) como en suelo:

— Estudio de la aceituna en el árbol (vuelo): Se estudian visualmente 50 aceitunas de cada árbol sin necesidad de arrancar esos frutos, recorriendo todo el perímetro de la copa del árbol, a fin de que las aceitunas que se observen pertenezcan a todas las orientaciones del mismo. Durante este estudio visual se anota el número de aceitunas sanas, de aceitunas picadas sin orificio de salida y de aceitunas picadas con orificio de salida. En el caso de encontrarse diferentes infestaciones en una misma aceituna, se calificará el fruto dentro de la infestación que sea más perjudicial para el mantenimiento de la aceituna en el árbol, teniendo en cuenta que la ruptura de vasos y la exposición a infecciones evoluciona en paralelo al desarrollo evolutivo.

— Estudio de la aceituna caída en el suelo: Se recogen todas las aceitunas caídas en el área de proyección de la copa del árbol, introduciéndolas en una bolsa perfectamente identificada (anotando tanto el código de la Estación como el del árbol) para su posterior estudio en laboratorio.

Toda las muestras recogidas en campo (frutos muestreados, aceitunas caídas y hembras capturadas en las trampas Mac-Phail) se someten a posterior análisis en laboratorio y la información obtenida será finalmente grabada, procesada y transmitida.

2. Trabajo en laboratorio

En laboratorio, mediante disección, se determina la fertilidad de las hembras de *B. oleae* sobre un máximo de 30 hembras por cada mosquero Mac-Phail, contando los huevos de 10 de ellas. Se analiza también la presencia de los diferentes estados evolutivos de la plaga en las aceitunas que presentan picada (huevos, larva de 1º, 2º o 3º estado, pupa, pupario o galería abandonada), así como su viabilidad, contabilizando en caso de coexis-

tencia el estado más perjudicial para el fruto, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Con estos datos por estación de control, junto con el recuento de capturas obtenido en campo, se obtienen finalmente los índices de control de la población, los cuales definen las condiciones que aconsejan el tratamiento.

2.1. Determinación de índices de control de la población

Por Estación de Control se determinan los siguientes índices:

- Índice de aceituna picada con formas vivas I_{PFV} (%): es el número de frutos infestados con formas vivas dividido por el número de frutos de la muestra, expresado como porcentaje.

$$I_{PFV} = \frac{\text{Nº de frutos infestados con formas vivas}}{\text{Nº de frutos de la muestra}} \times 100$$

- Índice de picada total I_{PT} (%): es el número de frutos infestados con formas vivas o muertas, dividido por el número de frutos de la muestra, expresado como porcentaje.

$$I_{PT} = \frac{\text{Nº total de frutos infestados}}{\text{Nº de frutos de la muestra}} \times 100$$

- Índice de riesgo I_R (huevos/trampa x día): se obtiene de la fórmula

$$I_R = \frac{\frac{Tb}{Ta} \times \frac{Td}{Tc} \times Th}{N \times t}$$

Siendo,

Ta= Nº total de ♀ observadas en trampas Mac-Phail por Estación de Control

Tb= Nº total de ♀ con huevos

Tc= Nº total de ♀ con huevos observadas

Td= Nº total de huevos contados

Th= Nº total de ♀ en Mc-Phail

N = Nº Mosqueros (=5 si no hay roturas o pérdidas)

t = Nº días observados

Tm= Nº total de ♂ en Mac-Phail

- Índice de capturas por trampa y día I_{CTD} : la trampa puede ser el mosquero Mac-Phail o la placa cromotrópica cebada con feromona

$$I_{CTD} = \frac{[N^{\circ} \text{ total de } \text{♀} + n^{\circ} \text{ total de } \text{♂}]}{N \times t}$$

- Índice de fecundidad I_F : obtenido para las hembras procedentes del mosquero Mac-Phail

$$I_F = \frac{N^{\circ} \text{ total de } \text{♀} \text{ con huevos}}{N^{\circ} \text{ total de } \text{♀} \text{ observadas por estación de control}} \times 100$$

2.2. Condiciones que aconsejan el tratamiento

- Primera aplicación:

Si se ha detectado picada, cuando $I_{CTD} > 1$ (en Mac-Phail) y $I_F > 60\%$

Si **no** se detecta picada, cuando $I_{CTD} > 5$ (en Mac-Phail o cromotrópica) y $I_F > 60\%$

- Sigüientes aplicaciones:

Con capturas en Mac-Phail, cuando $I_{CTD} > 1$ en Mac-Phail, $I_F > 60\%$ y $I_{PFV} > 1\%$

Sin capturas en Mac-Phail, cuando $I_{CTD} > 3$ en cromotrópicas y $I_{PFV} > 1\%$

3. Apoyo informático

Para el cálculo de los anteriores índices por estación de control, agrupados por municipio, comarca, o provincia se dispone de:

- Aplicación Datbio: herramienta informática instalable en el ordenador personal de cada técnico en la que se graban semanalmente los datos biológicos obtenidos en la zona asignada. Contiene numerosos filtros para evitar la introducción de datos erróneos.
- Dacus 2000: en esta aplicación se vuelcan, a través de correo electrónico, memoria extraíble, etc., los datos zonales grabados por los técnicos en el Datbio. Dacus 2000 gestiona tanto información sobre índices poblacionales de la mosca como sobre los datos climáticos. Mediante los listados y gráficos generados, los responsables provinciales de campaña en la administración autonómica reciben información del estado de la plaga

en cada una de las zonas olivereras de su provincia.

- Módulo Nacional: Recoge, a nivel municipal, comarcal, provincial y nacional, los porcentajes y evolución de picada, superficie con seguimiento, superficie finalmente tratada, así como los registros climáticos recogidos por las EMAS.

Los datos climáticos se incorporan a la aplicación Dacus 2000 con la periodicidad establecida por los responsables provinciales, generalmente 7 días, mediante correo electrónico enviado desde el Servidor Central de Tragsatec, tras haber sido recogidos los registros capturados por los sensores de las 95 EMAS de la RED mediante el programa *Loggernet* de *Campbell Scientific*[®], a través de telefonía móvil GSM en tiempo real de forma automática y directa.

Previo al envío, el Servidor Central, incorpora los registros a una base de datos donde se realiza un filtrado automático que hace una primera detección de los valores anormales o las desviaciones registradas en las lecturas de los sensores, eliminando todos aquellos datos climáticos que se encuentran fuera de rango, establecidos en función de los valores normales, extremos y de superación de umbrales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2013). Esta depuración se basa en 2 niveles de filtrado establecidos por AEMET: el primero basado en los mismos filtros lógicos que este organismo del Ministerio de Agricultura utiliza para su red de estaciones automáticas, y un segundo basado en la comparación de los registros capturados con los existentes en la base de datos de las efemérides registradas por las Estaciones Meteorológicas AEMET más cercanas a la EMA correspondiente de la RED DACUS.

Mediante esta depuración de datos, se descubren aquellos componentes averiados o en mal estado en cada una de las Estaciones para ser posteriormente sustituidos en la mayor brevedad de tiempo, y se garantiza una mayor fiabilidad de los valores incorporados.

Entre los receptores de la información climática de la RED DACUS se encuentran ac-

tualmente la Red de Alerta e Información Fito-sanitaria de Andalucía (RAIF), ATRIAS, APIS, ADV, ASV, cooperativas agrícolas y otros interesados e implicados en el seguimiento.

Las actividades desarrolladas semanalmente por los técnicos de campo, trabajo de campo, trabajo de laboratorio, y grabación de datos; se traducen en los distintos informes por municipio, comarca y provincia, extraídos por los técnicos de la Aplicación Dacus

2000. Toda la información es analizada con el responsable provincial de la administración autonómica y demás técnicos de la provincia, en una reunión también semanal, para decidir la conveniencia de realizar los tratamientos recomendados y, en su caso, la prioridad o efectividad de los mismos.

El funcionamiento de la RED DACUS se recoge en la figura 9: “Esquema de funcionamiento de la RED DACUS”

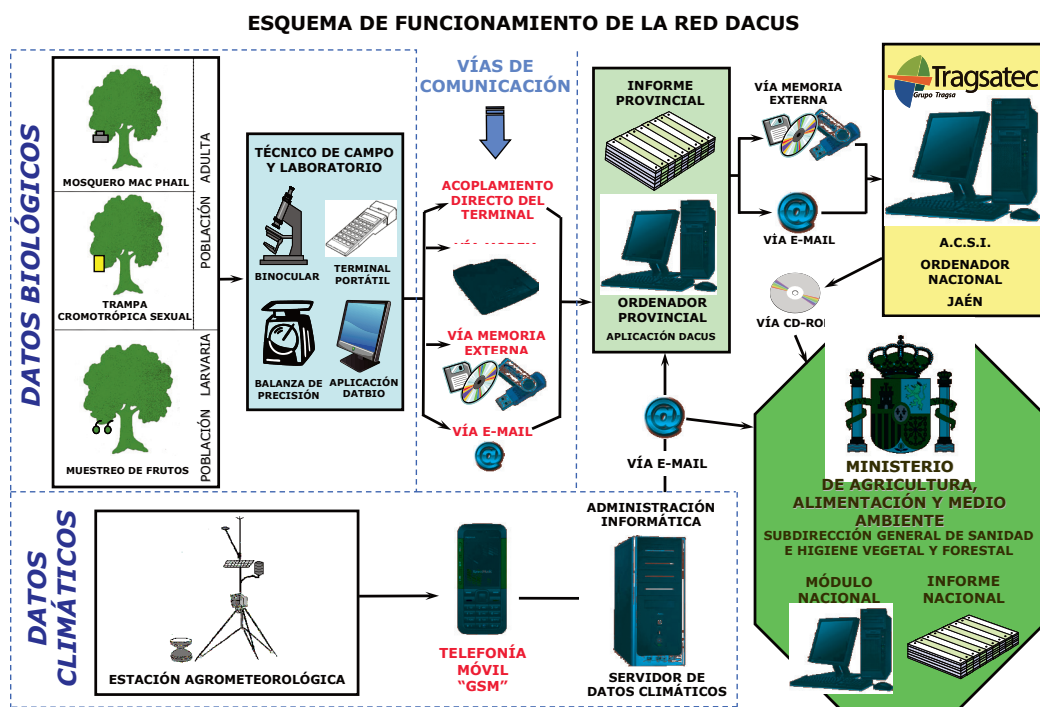


Figura 9. Esquema de funcionamiento de la RED DACUS

RESULTADOS

1. Herramientas informáticas

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente está gestionando el acceso público, a través de su página web (www.magrama.es), a las aplicaciones informáticas “Curvas de vuelo” y “Datos His-

tóricos”, que permitirán previa descarga de los datos generados anualmente, dentro del periodo 1993-2011, gestionar la información biológica y climática generada dentro de la RED DACUS.

- “Curvas de vuelo” representa gráficamente la evolución, en el año o varios años, de datos numéricos, facilitando la visualiza-

ción de la relación existente entre los datos comparados. Los datos (índices calculados, estados poblacionales, registros meteorológicos) se pueden obtener a nivel municipal, comarcal, provincial o nacional.

- “Datos Históricos” proporciona en formato PDF el listado de datos biológicos o climáticos generados en la campaña seleccionada en un determinado municipio, comarca o provincia.

Los datos descargados en .pdf, .mdb o fácilmente transformados a .xls, una vez relacionados entre sí o con datos obtenidos de otras fuentes, permitirán al usuario elaborar cuadros y gráficos para una más fácil aproximación a la experiencia en campo relativa a la biología de la mosca del olivo y de la climatología registrada en las zonas olivareras.

A continuación se incluyen algunos ejemplos.

2. Porcentaje de picada

En el Cuadro nº 2: “Distribución Provincial de la Media Ponderada por Superficie de Picada Total al Finalizar la Campaña (1993-

2011)”, obtenido a partir de la descarga de las bases de datos, se adjunta el dato de picada total registrado por provincias, comunidades autónomas y a nivel nacional, extraídos de desde 1993 hasta la última campaña 2011.

Al procesar dichos datos se obtiene, en el periodo de referencia, el porcentaje medio de picada. El porcentaje medio de picada nacional resultante se sitúa en el 12,7%.

Se observa gran variación anual en los niveles de picada tanto provincial como de comunidad autónoma y nacional. En la superficie nacional controlada, los niveles de picada variaron desde el 4,1% obtenido en la campaña 2003 hasta el 30,0% obtenido en la campaña 2008.

En la Figura 10: “Comparación del Porcentaje Medio de Picada de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)”, se compara la evolución anual del porcentaje de picada entre las 4 últimas campañas, incluida la 2008 que registró el máximo histórico de la RED DACUS. Como referencia también se inserta la curva de tendencia o media de las campañas descargables en la web.

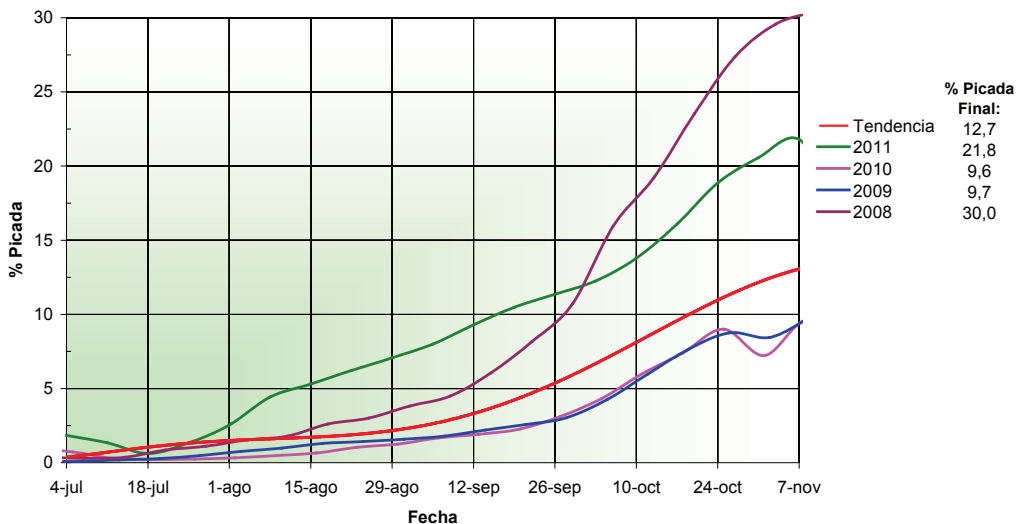


Figura 10. Comparación del Porcentaje Medio de Picada de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)

Cuadro 2. Distribución Provincial de la Media Ponderada por Superficie de Picada Total al Finalizar la Campaña (1993-2011)

CC.AA.	% Frutos picados totales																	MEDIA RED				
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	2011		
ANDALUCÍA	5,9%	3,3%	3,5%	3,8%	7,9%	6,0%	4,0%	1,7%	7,8%	14,8%	2,7%	4,3%	3,1%	6,5%	10,7%	21,4%	7,4%	6,9%	14,9%	7,2%		
ALMERÍA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8,3%	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	11,9%	
CÁDIZ	29,2%	9,7%	9,9%	28,0%	21,2%	3,9%	8,3%	3,4%	6,0%	2,4%	6,6%	13,9%	5,8%	13,8%	50,0%	20,6%	7,8%	22,4%	32,2%	15,5%	5,1%	
CÓRDOBA	4,2%	2,7%	2,2%	1,5%	3,0%	1,2%	0,5%	0,5%	11,9%	11,9%	1,4%	2,5%	2,5%	3,9%	8,1%	15,4%	5,9%	7,6%	14,1%	5,1%	5,1%	
GRANADA	2,9%	4,5%	5,0%	1,7%	3,9%	4,8%	1,2%	0,9%	3,5%	9,7%	5,5%	6,2%	3,0%	6,5%	10,9%	26,2%	12,8%	7,9%	10,2%	6,7%	6,7%	
HUELVA	85,3%	27,6%	66,5%	42,0%	26,8%	6,6%	24,4%	28,5%	34,7%	30,0%	6,2%	16,0%	7,0%	9,9%	35,2%	31,3%	5,7%	3,5%	20,3%	26,8%	6,6%	
JÁEN	1,7%	2,4%	1,3%	1,3%	2,8%	10,3%	3,4%	1,4%	9,1%	17,9%	3,0%	3,9%	2,9%	6,2%	4,6%	22,8%	8,5%	5,9%	11,2%	6,6%	6,6%	
MÁLAGA	5,6%	1,1%	6,3%	5,0%	19,0%	6,7%	10,1%	3,3%	8,3%	7,3%	3,5%	3,2%	3,8%	7,7%	10,0%	11,0%	3,4%	5,0%	13,8%	6,5%	6,5%	
SEVILLA	9,3%	4,3%	3,5%	15,5%	14,4%	4,3%	10,1%	2,6%	8,5%	17,7%	2,9%	8,4%	4,5%	11,9%	34,3%	36,7%	6,8%	6,6%	56,6%	13,6%	13,6%	
ARAGÓN	17,0%	6,9%	19,5%	14,0%	50,8%	8,9%	5,3%	8,1%	5,5%	13,5%	3,1%	14,0%	5,0%	9,1%	6,4%	14,2%	4,2%	1,1%	11,7%	11,5%	11,5%	
HUESCA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
TERUEL	14,4%	7,0%	19,6%	14,0%	49,3%	9,7%	3,7%	11,0%	10,6%	6,3%	11,9%	4,1%	16,4%	5,8%	6,6%	18,0%	4,8%	4,2%	11,3%	11,3%	11,3%	
ZARAGOZA	25,2%	6,6%	18,6%	13,0%	55,8%	5,5%	7,6%	6,3%	7,3%	32,0%	0,8%	12,7%	3,2%	8,1%	8,9%	12,2%	3,0%	3,0%	10,4%	11,9%	11,9%	
CASTILLA-LA MANCHA	2,0%	19,2%	9,3%	14,2%	21,8%	25,0%	7,4%	8,8%	22,6%	32,0%	6,8%	27,7%	7,9%	11,6%	39,2%	52,8%	15,1%	15,6%	36,8%	19,8%	19,8%	
ALBACETE	5,7%	1,9%	4,1%	3,3%	9,3%	20,4%	9,5%	2,6%	19,9%	52,3%	10,4%	37,8%	36,2%	24,7%	11,7%	21,5%	12,1%	5,6%	9,9%	15,7%	15,7%	
Ciudad Real	3,0%	28,3%	5,6%	16,0%	21,7%	34,6%	11,0%	4,0%	20,3%	30,3%	6,2%	10,7%	2,8%	7,1%	25,7%	56,4%	21,8%	17,3%	16,5%	17,9%	17,9%	
TOLEDO	0,7%	13,7%	13,6%	14,4%	24,0%	17,0%	3,1%	15,4%	24,6%	29,6%	6,8%	37,4%	7,1%	12,2%	53,2%	54,8%	9,9%	15,5%	47,8%	21,1%	21,1%	
CASTILLA-LEÓN	4,7%	72,5%	28,2%	44,8%	32,7%	81,1%	9,6%	57,7%	26,4%	39,5%	1,5%	30,1%	8,4%	3,9%	66,0%	37,7%	11,3%	7,3%	30,3%	31,2%	31,2%	
SALAMANCA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	24,8%	3,5%	19,5%	1,4%	8,5%	5,7%	1,4%	8,4%	14,0%	3,9%	2,9%	9,6%	8,6%	8,6%	
CATALUNA	13,5%	19,1%	18,1%	26,1%	59,1%	13,4%	12,6%	9,3%	22,8%	78,0%	3,6%	20,2%	17,0%	29,0%	47,0%	16,8%	12,6%	15,2%	33,7%	24,6%	24,6%	
LÉRIDA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2,4%	13,2%	S/D	2,2%	12,4%	8,7%	9,3%	21,7%	3,6%	6,6%	4,7%	19,3%	9,5%	9,5%	
TARRAGONA	13,5%	19,1%	18,1%	26,1%	59,1%	13,4%	12,6%	10,5%	24,4%	78,0%	3,6%	20,2%	17,0%	29,0%	47,0%	16,8%	12,6%	15,2%	33,7%	24,6%	24,6%	
C. DE MADRID	4,7%	10,4%	33,5%	25,0%	97,8%	7,7%	5,5%	5,6%	7,8%	16,1%	5,5%	40,0%	1,4%	11,3%	29,1%	47,5%	6,3%	19,9%	15,1%	20,5%	20,5%	
MADRID	4,7%	10,4%	33,5%	25,0%	97,8%	7,7%	5,5%	5,6%	7,8%	16,1%	5,5%	40,0%	1,4%	11,3%	29,1%	47,5%	6,3%	19,9%	15,1%	20,5%	20,5%	
C. VALENCIANA	24,1%	68,7%	52,9%	26,0%	59,7%	14,3%	27,2%	18,6%	33,4%	73,1%	11,2%	32,0%	19,8%	46,7%	47,5%	43,8%	18,1%	14,5%	39,0%	35,3%	35,3%	
ALICANTE	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6,9%	39,8%	71,6%	10,4%	29,4%	12,3%	42,2%	35,9%	46,6%	24,3%	19,4%	31,3%	28,3%	28,3%	
CASTELLÓN	24,1%	68,7%	52,9%	26,0%	59,7%	14,3%	27,2%	18,6%	33,4%	73,1%	11,2%	32,0%	19,8%	46,7%	47,5%	43,8%	18,1%	14,5%	39,0%	35,3%	35,3%	
VALENCIA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	15,6%	36,4%	83,6%	12,0%	30,1%	23,2%	41,9%	58,5%	46,5%	19,3%	16,5%	32,3%	32,3%	32,3%	
EXTREMADURA	20,2%	38,9%	29,1%	55,4%	18,7%	33,1%	32,1%	24,8%	51,5%	51,7%	6,8%	28,5%	12,9%	14,0%	49,7%	55,2%	12,2%	9,1%	40,2%	30,4%	30,4%	
BADAJOS	34,0%	60,6%	36,9%	73,4%	24,6%	14,8%	37,0%	25,3%	49,0%	47,6%	6,9%	28,9%	11,9%	14,1%	49,0%	54,5%	10,9%	7,2%	20,5%	29,9%	29,9%	
CÁCERES	8,6%	24,5%	16,8%	25,7%	10,8%	33,1%	16,2%	22,4%	59,2%	63,4%	6,5%	28,9%	18,7%	13,5%	53,6%	59,0%	18,2%	20,5%	60,1%	32,5%	32,5%	
ISLAS BALEARES	9,2%	4,5%	19,3%	44,0%	32,5%	18,5%	21,2%	19,8%	35,3%	27,2%	5,5%	14,6%	0,3%	17,0%	21,8%	11,4%	13,7%	13,4%	25,9%	18,7%	18,7%	
ISLAS BALEARES	9,2%	4,5%	19,3%	44,0%	32,5%	18,5%	21,2%	19,8%	35,3%	27,2%	5,5%	14,6%	0,3%	17,0%	21,8%	11,4%	13,7%	13,4%	25,9%	18,7%	18,7%	
REG. DE MURCIA	7,7%	24,0%	17,9%	6,5%	39,0%	5,5%	3,2%	1,9%	S/D	34,2%	6,5%	22,2%	10,9%	41,5%	17,0%	30,7%	0,8%	4,8%	0,7%	15,3%	15,3%	
MURCIA	7,7%	24,0%	17,9%	6,5%	39,0%	5,5%	3,2%	1,9%	S/D	34,2%	6,5%	22,2%	10,9%	41,5%	17,0%	30,7%	0,8%	4,8%	0,7%	15,3%	15,3%	
ESPAÑA	7,1%	9,4%	8,0%	9,4%	17,9%	9,0%	8,3%	6,0%	14,5%	25,0%	4,1%	11,6%	6,2%	12,0%	20,8%	30,8%	9,7%	9,6%	21,8%	12,7%	12,7%	

Picada total mínima del periodo 1993-2011

Picada total máxima del periodo 1993-2011

Se advierte la continua evolución al alza del porcentaje de picada, con un incremento general en la pendiente de la curva una vez finalizado el verano, a partir de la 2ª quincena de septiembre. También la curva de tendencia, recoge este incremento en la pendiente desde la 2ª quincena del mes de septiembre, señalando el habitual incremento general de la oviposición desde estas fechas.

El descenso en el porcentaje de picada, notable en 2009 y 2010, o la atenuación de pendiente registrados a finales de octubre en las curvas de campaña y tendencia, se deben fundamentalmente la finalización del seguimiento en la mayoría de las provincias, aunque otros factores, como la caída de frutos picados pueden provocar este comportamiento anómalo en el trazado final de la curva de picada.

2.1. Relación porcentaje de picada y calidad de los aceites obtenidos

En la Figura 11: “Relación entre el Porcentaje de Picada Total Nacional y Porcentaje de cada Categoría de los Aceites Obtenidos (1996-2010)”, se muestra un ejemplo de relación entre datos de la RED DACUS y datos

obtenidos a través de otras fuentes, puesto que el diagrama incluye datos de producción disponibles en el Anuario de Estadística (MAGRAMA, 2011).

Se aprecia cómo, a nivel nacional, aquellos años en que la picada total final alcanza o supera el 15%, el porcentaje de aceite de oliva de categoría Virgen Extra no llega al 50% del total envasado.

Este daño indirecto de la plaga, limitando la obtención del aceite más cotizado, causa importantes pérdidas económicas al sector.

2.2. Relación porcentaje de picada y caída de la aceituna

El Cuadro nº 3: “Causas Principales de Caída de Fruto a Nivel Nacional, Expresado en %, Respecto a la Cosecha Total (2001-2010)”, elaborado a partir de los datos descargables de la RED DACUS y de los datos del “Estudio de Causas de Caída de la Aceituna” llevado a cabo en el periodo 2001-2010, muestra que la caída de aceituna atribuible a la mosca del olivo durante el periodo de seguimiento ha sido el 1,4% del total de la cosecha.

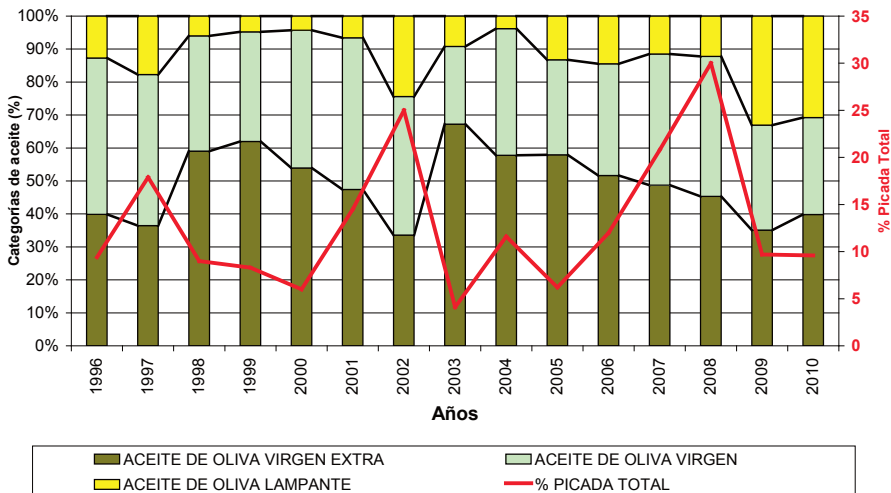


Figura 11. Relación entre el Porcentaje de Picada Total Nacional y Porcentaje de cada Categoría de los Aceites Obtenidos (1996-2010)

Cuadro 3. Causas principales de caída de fruto a nivel nacional, expresado en % respecto a la cosecha total (2001-2010)

CAUSA DE CAÍDA	AÑO										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Climática	3,5	6,4	4,8	3,3	3,7	5,0	5,9	6,4	2,2	1,0	4,2
<i>Prays oleae</i>	2,6	4,1	2,4	2,6	2,1	2,3	3,2	3,1	1,8	7,0	3,1
Fisiológica	3,2	2,5	2,5	1,5	2,9	3,8	4,1	2,3	2,5	3,1	2,8
<i>Bactrocera oleae</i>	1,5	5,0	0,3	0,3	0,4	1,0	1,8	2,8	0,4	0,2	1,4
Maduración	1,1	1,8	0,7	0,3	1,3	1,9	0,7	1,0	0,1	0,1	0,9
(*)Otros	0,8	0,8	0,7	0,7	0,5	0,7	0,4	1,0	0,5	1,1	0,7
Repilo	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,0	0,2
(**)Gloeosporium	0,2	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
CAÍDA TOTAL	13,0	21,2	11,6	8,9	11,2	15,1	16,6	17,0	7,7	12,5	13,5

(*) Desde la campaña 2007 en adelante se diferenció la caída causada por Barrenillo, hasta entonces se recogía en el apartado "Otros". Los valores obtenidos fueron 2007: 0,3; 2008: 0,7; 2009: 0,3; y 2010: 1,1

(**) *Gloeosporium* = *Colletotrichum*

Se puede observar que existen otros factores que influyen en la caída de la aceituna, como son las causas climáticas, la polilla del olivo (*Prays oleae*, Bern.), fisiológica, etc.

La aceituna caída por el conjunto de causas analizadas respecto al total de la cosecha se sitúa, como media del periodo, en el 13,5%. La mosca del olivo supone sólo la cuarta causa de caída de aceituna entre las estudiadas, aproximadamente el 10% del total de aceituna caída.

Puesto que la picada total nacional media del periodo 2001-2010 es el 14,4% (Cuadro nº 2), la aceituna caída debido a la mosca del olivo representa el 10% del fruto total picado.

Al añadir el porcentaje de aceituna picada existente en el suelo al porcentaje de aceituna picada en la copa del árbol se obtiene el

diagrama de la Figura 12: "Distribución Nacional de la Media Ponderada de Picada Total en Vuelo y Suelo (2001-2010)". Ahora, el porcentaje medio de frutos picados durante el periodo asciende al 15,8% (14,4% de picada en vuelo más el 1,4% de picada en el suelo).

Como recoge la Figura 13: "Relación del % de Aceituna Picada por *Bactrocera* Caída (Suelo) Respecto al % Total de Aceituna Picada (Vuelo+Suelo)", la ordenación de los datos en función del porcentaje resultante de picada (vuelo+suelo) indica que no hay una clara relación entre el porcentaje de picada y el porcentaje final de caída de esas aceitunas picadas pues, siendo el mejor un ajuste lineal ($y = 0,289x + 2,6231$), la fiabilidad de esta línea de tendencia no alcanza el 45% de los casos ($R^2 = 0,4473$).

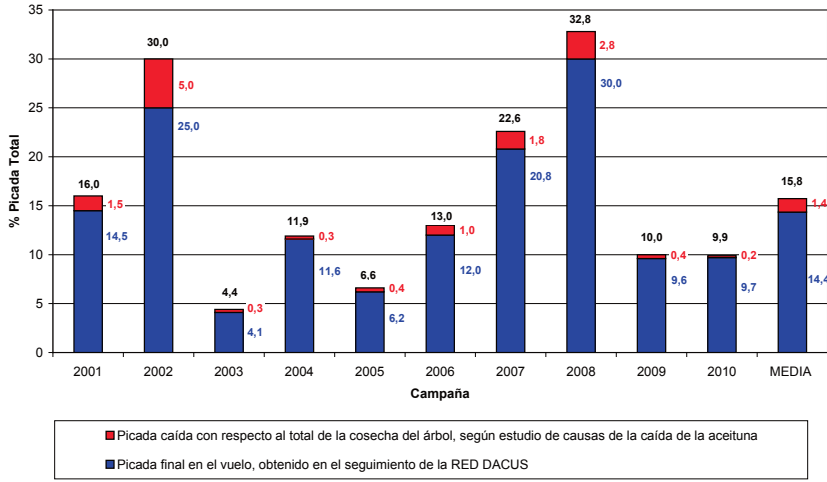


Figura 12: Distribución Nacional de la Media Ponderada de Picada Total en Vuelo y Suelo (2001-2010)

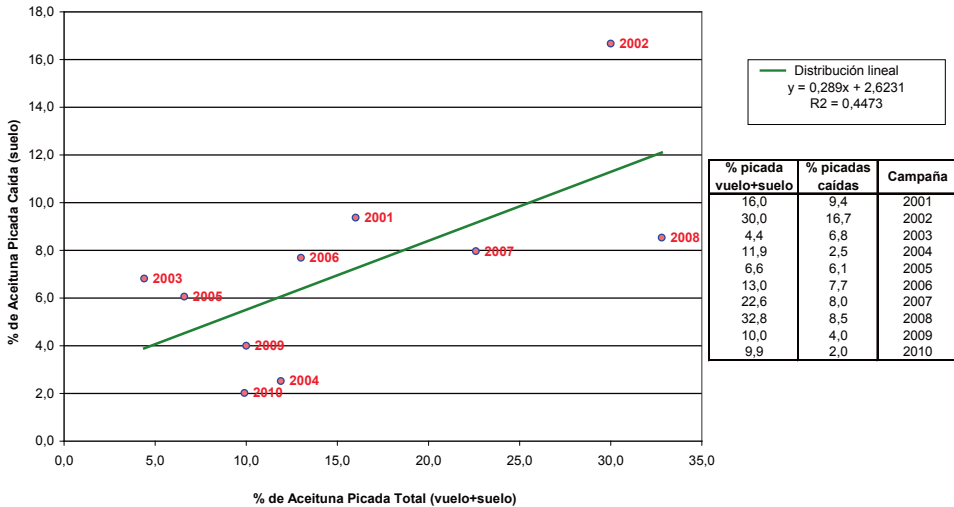


Figura 13. Relación del % de Aceituna Picada por Bactrocera Caída (Suelo) Respecto al % Total de Aceituna Picada (Vuelo+Suelo)

2.3. Relación del rendimiento en kilos de aceituna por árbol con el porcentaje de picada

Con los datos anuales de aforo, se pueden elaborar sencillas tablas o gráficas, como la mostrada en la Figura 14: “Aforo medio (1993-2011)”, la cual muestra la producción nacional, expresada en kilogramos por olivo,

que en dicho periodo oscila entre los 15 kilos/árbol de la campaña 1995 y los 43,6 kilos/árbol de 2003. El aforo medio se sitúa en 31,7 kilos/árbol.

Con el fin de profundizar en la relación existente entre la picada total, alcanzada a final de campaña, y la producción obtenida, medida en kilogramos por árbol, se ha re-

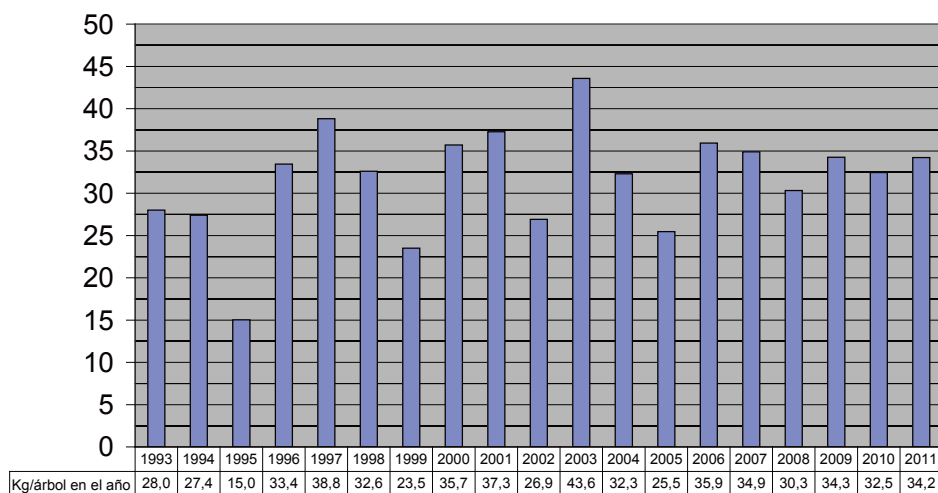


Figura 14: Aforo medio (1993-2011)

lizado una estratificación del olivar nacional, para las campañas 2005 a 2011, en 5 tramos productivos tal como recoge la Figura 15 “Media Ponderada de Picada Total por Intervalos de Producción en Kilos/Árbol (2005-2011)”.

Se observa que:

- En general el % de picada final disminuye según se incrementa la producción
- El % de picada final registrado en la superficie cuya producción supera los 20 kg/árbol es inferior a la media nacional registrada
- En el tramo productivo de 20 a 40 kg/árbol se encuentra el valor medio de picada total nacional para el conjunto de tramos productivos
- En el tramo cuya producción es inferior a 20 kg/árbol la picada total supera la media nacional
- En años con bajos porcentajes de picada, como 2005, no hay diferencias significativas entre la picada registrada en los distintos estratos productivos

En la Figura 16: “Porcentaje de Superficie Media por Tramo Productivo (2007-2011)” se indica la superficie que cada estrato productivo ocupa del total de hectáreas con

seguimiento de la RED DACUS hasta la finalización de dichas campañas. Únicamente se ha tenido en cuenta el olivar con destino a almazara, por lo que en las 1.322.951 hectáreas, no se contabiliza la superficie destinada a verdeo.

En la Figura 15 se observa que:

- El 65% de la superficie olivarera en España tiene producción superior a los 20 kg/árbol
- El 13% de la superficie total nacional obtiene rendimientos inferiores a 10 kg/árbol.

3. Índices de capturas (I_{CTD})

En la Figura 17: “Comparación del Índice Medio de Capturas en Trampa Mac-Phail de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)”, se compara la evolución anual de dicho índice entre las 4 últimas campañas, la gráfica puede generarse a través de la aplicación “Curvas de Vuelo”. Como referencia se inserta también la curva de tendencia o media de las campañas 1993-2011. La figura incluye el valor medio del índice por campaña, el dato de porcentaje de picada final anual y la picada final media del periodo 1993-2011. Se observa que:

- Contrariamente a la idea de que el mosquero deja de capturar ante la llegada de las prime-

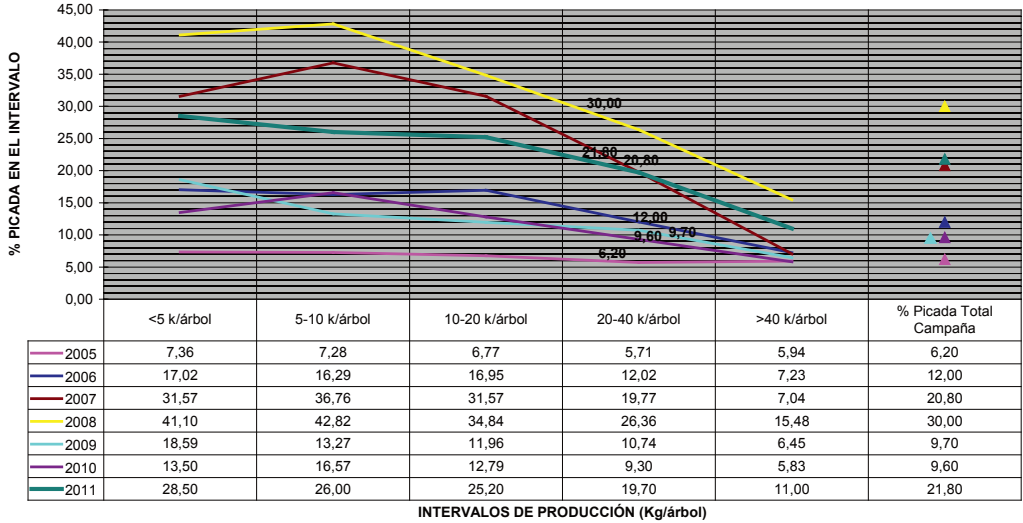


Figura 15. Media Ponderada de Picada Total por Intervalos de Producción en Kilos/Árbol (2005-2011)

ras lluvias tras el verano, es desde mediados de septiembre cuando las capturas superan una mosca por mosquero y día, como media de todas las campañas, manteniéndose el incremento de capturas hasta la finalización de la campaña.

- El intervalo de variación para este tipo de curva es reducido, oscila entre 0 y 3,5 moscas por mosquero y día.

- No hay relación directa entre la media de capturas y porcentaje final de picada registrado, como muestran los valores obtenidos para las diferentes campañas y la curva de tendencia; así el doble de capturas no implica necesariamente el doble de picada.

La evolución de capturas en la placa cromotrópica se observa en la Figura 18: "Comparación del Índice Medio de Capturas

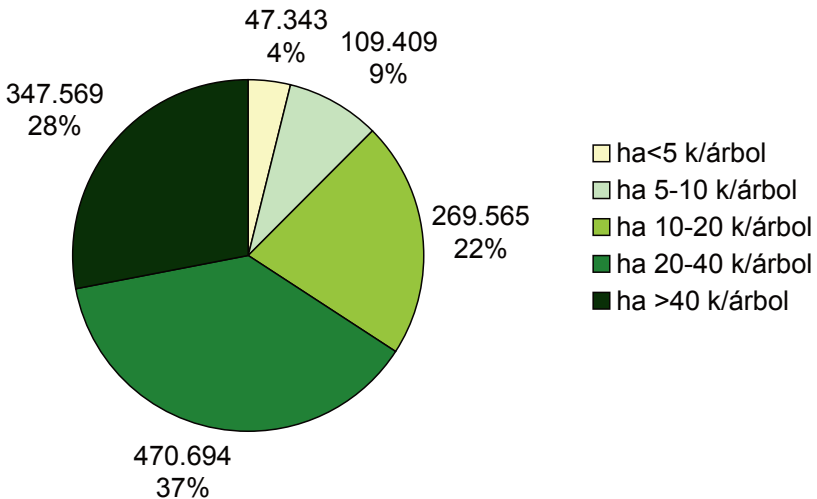


Figura 16. Porcentaje de Superficie Media por Tramo Productivo (2007-2011)

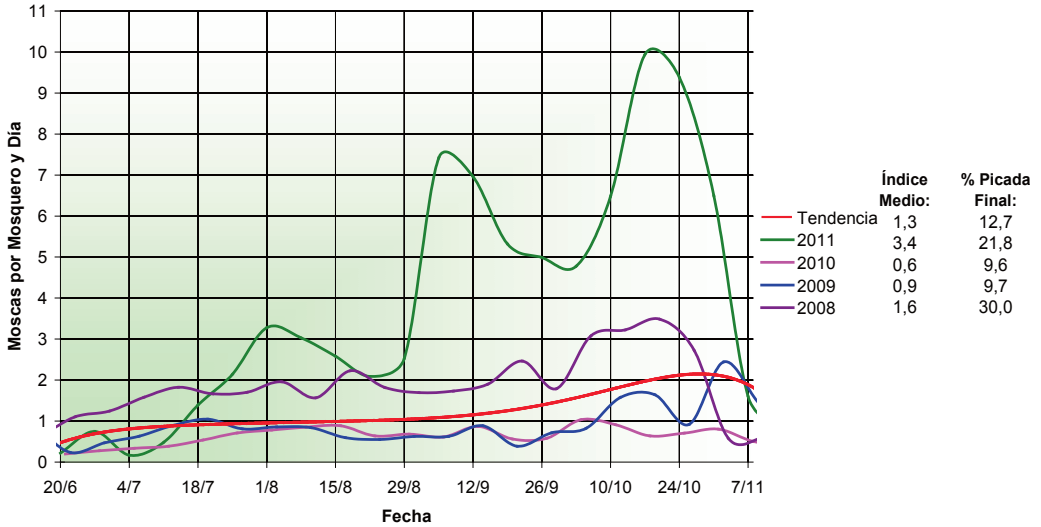


Figura 17. Comparación del Índice Medio de Capturas en Trampa Mac-Phail de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)

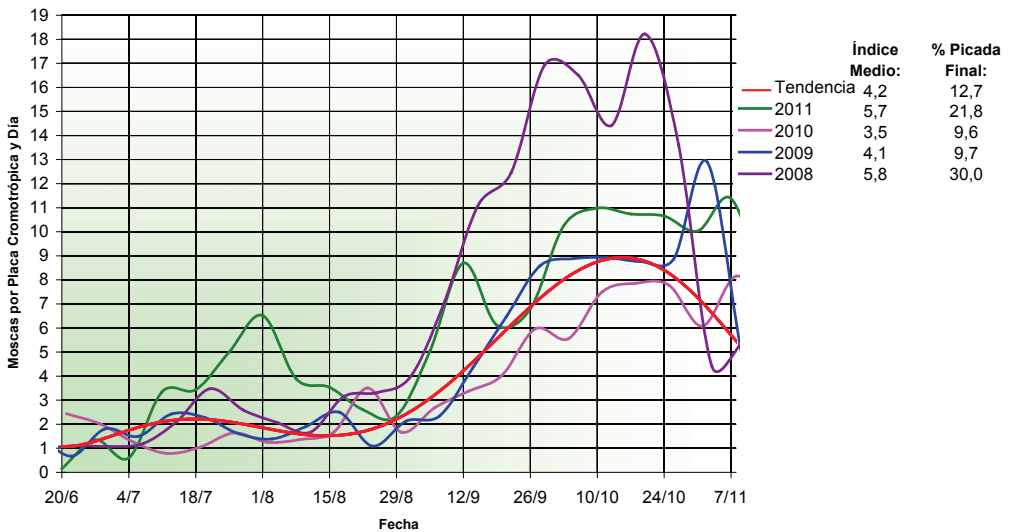


Figura 18. Comparación del Índice Medio de Capturas en Trampa Cromotrópica de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)

en Trampa Cromotrópica de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)”. La figura incluye el valor medio del índice por campaña, el dato de porcentaje de picada final anual y la picada final

media del periodo 1993-2011. Análogamente se advierte que:

- Se produce un continuado incremento de las capturas desde la finalización del mes de agosto, pero el intervalo de variación es

bastante más amplio; pudiendo alcanzar diferencias de capturas de varias decenas de moscas por placa y día a lo largo de la campaña o comparando las capturas del mismo periodo entre diferentes campañas.

- No hay relación directa entre la media de capturas (presión de plaga) y porcentaje final de picada registrado, como muestran los valores obtenidos para las diferentes campañas y la curva de tendencia; así el doble de presión de plaga no implica necesariamente el doble de picada.

4. Índice de riesgo (I_R)

En la Figura 19: “Comparación de los Índices Medios de Riesgo de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)” se observa la evolución de este índice que representa los huevos potenciales por estación de control, y por tanto el porcentaje potencial de picada. Se ha incluido el valor medio del índice por campaña, el dato de porcentaje de picada final anual y la picada final media del periodo 1993-2011.

Se aprecia que:

- El valor máximo de riesgo por campaña se suele registrar en el mes de octubre. Un

análisis detallado a través de la aplicación “Curvas de Vuelo” muestra las excepciones registradas: campañas 1995, 2002 y 2005, cuyos máximos se alcanzaron en la primera quincena de noviembre, y campañas 1993 y 1998 con máximos en agosto.

- El valor máximo alcanzado por el Índice de Riesgo para la media de las 19 últimas campañas es inferior a 9 y se registra a mediados del mes de octubre.
- El Índice de Riesgo presenta un periodo de estabilidad (IR » 3), coincidente con el periodo estival, para la media de las 19 últimas campañas.
- Para el conjunto de campañas, tras dicho periodo estival, el incremento del índice se acelera desde primeros de septiembre hasta mediados de octubre.

La Figura 20: “Evolución del Número Medio Nacional de Hembras Fértiles Observadas por Estación de Control en las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (2003-2011)” y Figura 21: “Evolución del Número Medio Nacional de Huevos Contabilizados en las Hembras Fértiles por Estación de Control en las Campañas 2008, 2009,

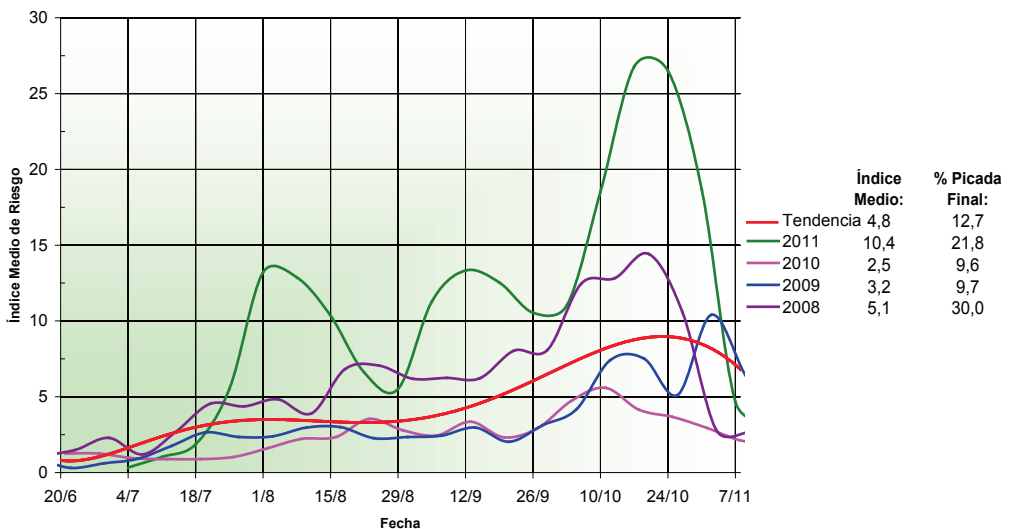


Figura 19. Comparación de los Índices Medios de Riesgo de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)

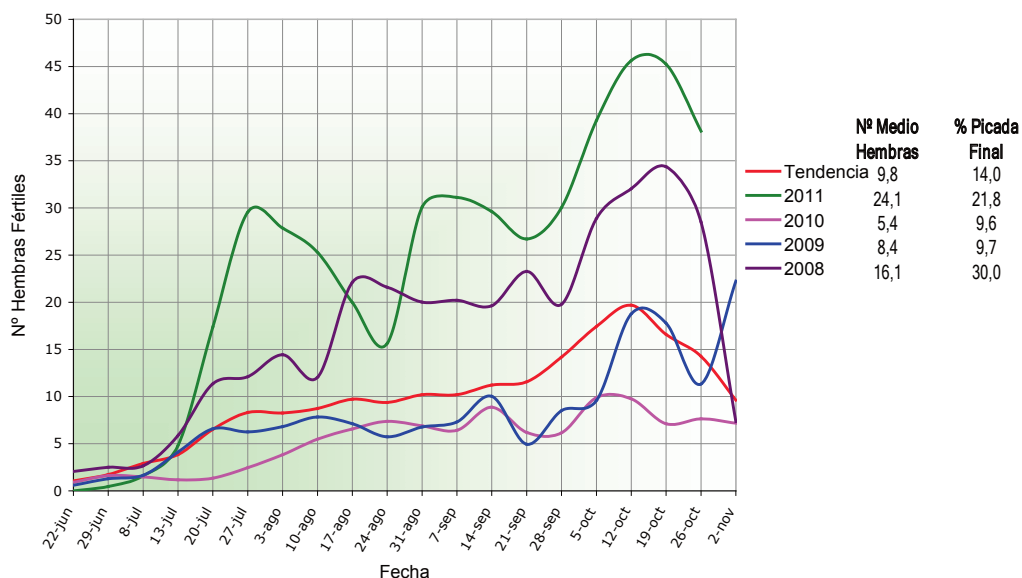


Figura 20. Evolución del Número Medio Nacional de Hembras Fértiles Observadas por Estación de Control en las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (2003-2011)

2010, 2011 y Curva de Tendencia (2004-2011)”, elaboradas procesando los “Datos Históricos” para dichos años, muestran mayor variación entre el número de hembras fértiles presentes por estación de control que entre el número de huevos que, como media, presentan dichas hembras.

En la evolución del número medio de huevos se advierte bastante uniformidad a lo largo de la campaña, así como entre las diferentes campañas, consistiendo la máxima diferencia en 8 huevos a lo largo de la campaña y de 5 huevos entre las campañas 2008 y 2010 para el mes de julio. Por el contrario, el nº medio de hembras fértiles observadas por estación de control varía ampliamente a lo largo de cada campaña y entre las diferentes campañas; pudiendo consistir la diferencia en varias decenas de hembras (ej: en octubre de 2008 se capturan 39 hembras fértiles por estación de control como media nacional).

Como recoge la Figura 22: “Relación del Nº Medio de Hembras Fértiles por Estación de Control y el % de Picada Final (2003-

2011)”, se puede establecer una relación lineal entre ambos parámetros, con fiabilidad del 69% ($y = 1,0415x + 3,7297$; $R^2 = 0,686$).

A su vez, la Figura 23: “Relación del Nº Medio de Huevos por Estación de Control y el % de Picada Final (2004-2011)” muestra similar correlación entre ambos parámetros, también con fiabilidad para el 69% de los casos ($y = 10,744x - 43,539$; $R^2 = 0,6906$).

Que la pendiente de la recta obtenida en la Figura 23 (10,744) y Figura 22 (1,0415), indica que la razón de cambio en y (% Picada Final) con respecto al cambio en x (Nº Medio de Huevos) es diez veces mayor que la razón de cambio respecto al Nº Medio de Hembras.

Las Figura 22 y 23 pueden ayudar a determinar el valor de alarma, respecto a hembras fértiles capturadas y número de huevos por hembra respectivamente, para mantener el porcentaje de picada por debajo de determinados umbrales:

- Que el porcentaje de picada sea inferior al porcentaje medio de picada (13,97%) en el periodo de estudio (2003-2011), en principio

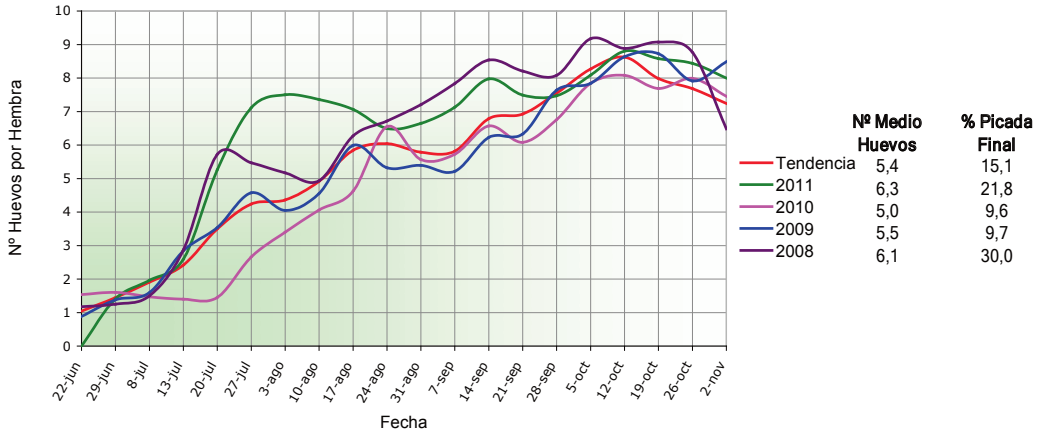


Figura 21. Evolución del Número Medio Nacional de Huevos Contabilizados en las Hembras Fértiles por Estación de Control en las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (2004-2011)

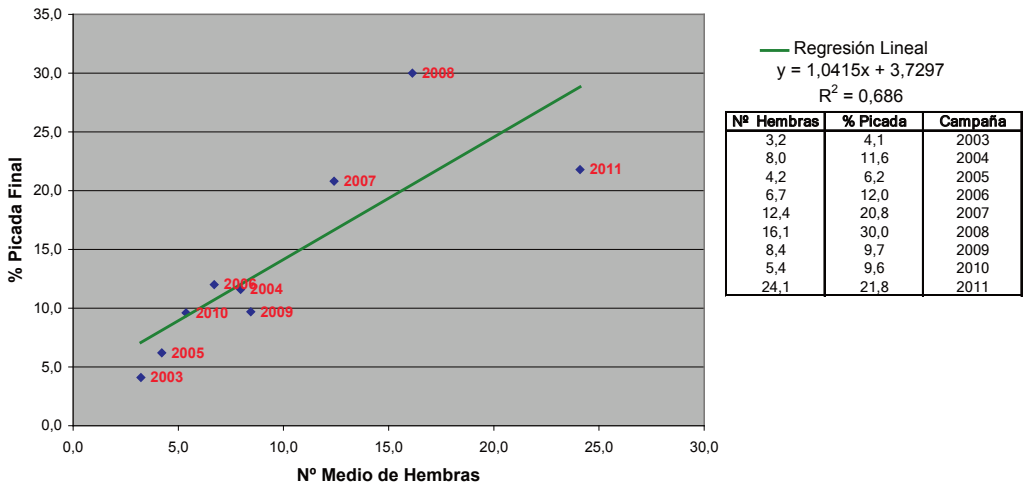


Figura 22. Relación del Nº Medio de Hembras Fértiles por Estación de Control y el % de Picada Final (2003-2011)

debería asegurarse manteniendo el número de Hembras Fértiles por Estación de Control de la RED DACUS por debajo de 9,83:

$$13,97 = 1,0415x + 3,7297; x=9,83$$

- Análogamente, que el porcentaje de picada sea inferior al porcentaje medio de picada (15,08%) en el periodo (2004-2011) debería asegurarse manteniendo el número de Huevos por Hembra por debajo de 5,46:

$$15,08 = 10,744x - 43,539; x = 5,46$$

El hecho de que, en la relación % de Picada - Nº de Hembras Fértiles por Estación de Control, la ordenada en el origen sea positiva indica que al capturar la primera hembra fértil ya se habría producido una picada superior al 3%:

$$y = 1,0415(0) + 3,7297; y=3,7297$$

Por el contrario, en la relación % de Picada - Nº Medio de Huevos por Estación de Control, el hecho de que la ordenada en el origen sea negativa indica que cuando se de-

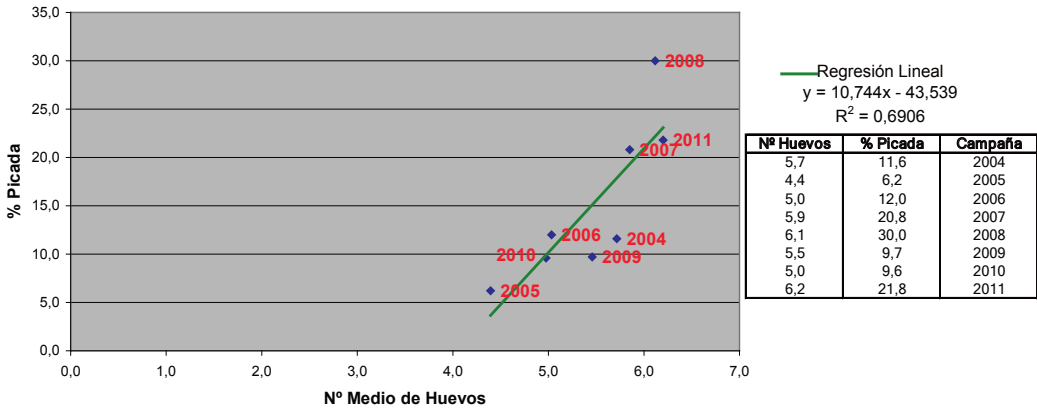


Figura 23. Relación del Nº Medio de Huevos por Estación de Control y el % de Picada Final (2004-2011)

tecta picada ($y \geq 0$) ya hay un mínimo de 4,1 Huevos por Estación de Control:

$$x \geq 43,539/10,744; x \geq 4,1$$

En el momento de las primeras capturas de Hembras Fértiles por Estación de Control (picada 3,7%), el Nº Medio de Huevos por Estación de Control sería similar: 4,4 Huevos por Estación de Control.

5. Temperaturas limitantes

Agrupar los datos climáticos extraídos de la base de “Datos Históricos” según los intervalos establecidos para la mosca del olivo como críticas por frío o por calor ($<17^\circ\text{C}$ ó $>35^\circ\text{C}$), limitantes por frío ($17-23^\circ\text{C}$) o por calor ($29-35^\circ\text{C}$) y favorables para su desarrollo ($23-29^\circ\text{C}$) (AVIDOV, 1954); permite elaborar diagramas como el representado en la Figura 24: “Porcentaje de Horas Diurnas en los Intervalos de Temperaturas establecidos por Z. Avidov. (2008-2011)”. Se aprecia cómo los intervalos que realmente tienen mayor repercusión sobre la evolución de la plaga y sobre el porcentaje de picada obtenido, son aquellos con temperaturas críticas por calor, que se registran fundamentalmente en los meses de junio a agosto. En ellos se produce además mayor continuidad en estas elevadas temperaturas.

El acumulado de horas críticas por frío y por calor es similar en 2008 y 2010, mientras que el valor de picada de 2008 triplicó el de 2010. Esto ratifica que las decisivas para la plaga son las temperaturas críticas por calor. Por el contrario, la mayor o menor amplitud de los intervalos favorables apenas repercute en los porcentajes finales de picada alcanzados, como demuestra el hecho de que 2008 (30% de picada final) dispusiera del menor porcentaje de horas favorables para el desarrollo del insecto que el resto de campañas estudiadas.

Del análisis de la Figura 25: “Evolución del Porcentaje de Picada Total según Temperaturas Críticas por Calor (2005-2011)”, se podría esperar que, para los años estudiados, cuando la suma de porcentajes mensuales de temperaturas limitantes por calor supera el valor 16,4, la picada total media al finalizar la campaña se mantiene por debajo del 12%. Análogamente, si la suma de porcentajes de temperaturas limitantes por calor no supera el valor 10,5 se pueden alcanzar porcentajes de picada finales superiores al 20% si no se realizan las adecuadas campañas de tratamientos.

6. Otras aportaciones

Resultados de la RED DACUS, difíciles de cuantificar pero que constituyen mejoras manifiestas para el sector olivarero español son:

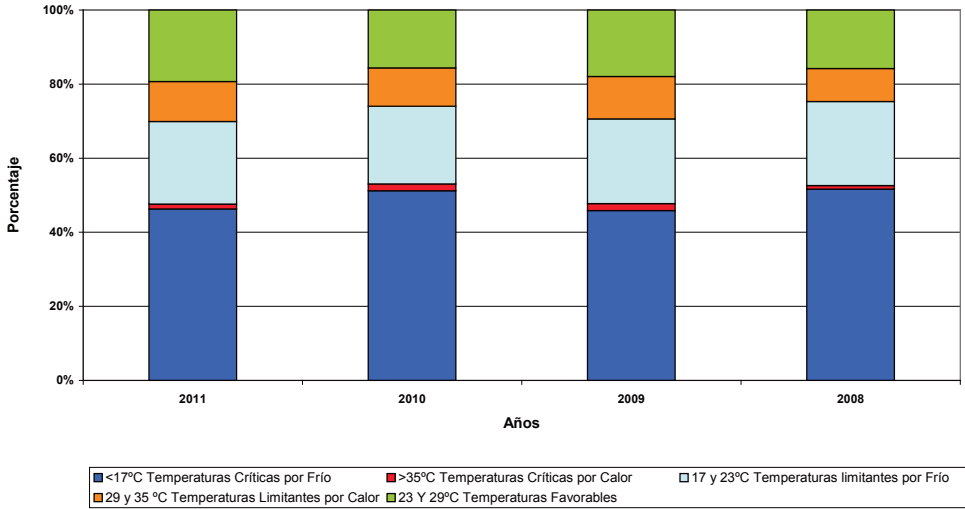


Figura 24. Porcentaje de Horas Diurnas en los Intervalos de Temperaturas establecidos por Z. Avidov. (2008-2011)

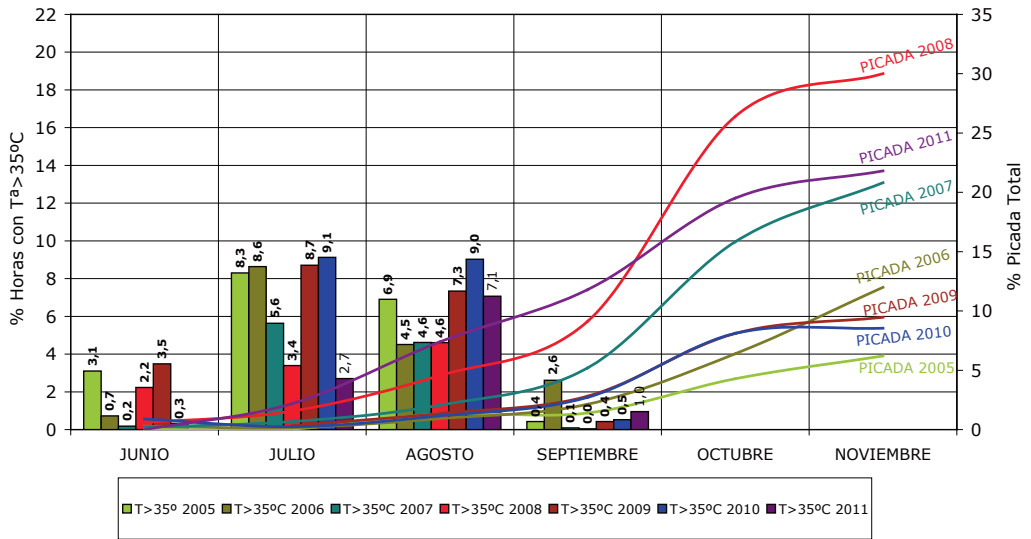


Figura 25. Evolución del Porcentaje de Picada Total según Temperaturas Críticas por Calor (2005-2011)

- Proporcionar al Servicio de Sanidad Vegetal provincial, semanalmente, el dato de cantidad y estado evolutivo de población de la plaga, estado fenológico y cosecha en el cultivo del olivo, porcentaje de daño acumulado, eficacia de los tratamientos realizados

e índice de riesgo asociado a los parámetros anteriores.

- Unificación de los criterios de seguimiento y actuación ante la plaga a nivel nacional, al aportar la información generada al Grupo de Trabajo de Fitosanidad del Olivo, que en

cada campaña valora y estudia los datos generados por la RED DACUS.

- Formación de técnicos, ingenieros agrónomos, ingenieros técnicos agrícolas y licenciados en biología, mayoritariamente, especializados en el seguimiento y control de plagas y enfermedades del olivar; superando a día de hoy el medio millar.
- Disponibilidad de la información climática diaria de las principales regiones olivareras nacionales, el hábitat de la plaga, con la cual anticipar el daño futurible mediante el Modelo Matemático de simulación de los niveles de población de la plaga.
- Reducción del impacto ambiental y del gasto provocado por la aplicación sistemática de tratamientos “a calendario”.
- Mejora en el conocimiento de las distintas causas que provocan la caída de la aceituna y detección de nuevas plagas que la provocan, como el barrenillo negro (*Phloeotribus scarabaeoides*, Bern.) y el barrenillo del olivo (*Hylesinus oleiperda* F.), cuya importancia como causantes de caída de frutos se ha ampliado geográfica y cuantitativamente en las últimas campañas.
- Mayor conocimiento de la adaptación de la mosca del olivo a las nuevas condiciones ambientales y de cultivo: óptima viabilidad de la picada múltiple en fruto, picada en fruto teóricamente no receptivo (por falta de endurecimiento de hueso y/o tamaño mínimo), mayor resistencia a temperaturas limitantes y críticas, etc.
- Mayor conocimiento por parte de los agricultores de la plaga y de su incidencia en la aceituna y en la calidad de los aceites y entamados que se van a elaborar posteriormente.
- Verificación de que, a nivel nacional, la trampa cromotrópica cebada con feromona es el mejor estimador de la población en vuelo de la mosca del olivo desde finales de septiembre a finales de octubre, coincidiendo con la receptividad del fruto y la mayor humedad ambiental. Por el contrario, antes de la receptividad general del fruto y coincidiendo con el periodo estival, es el

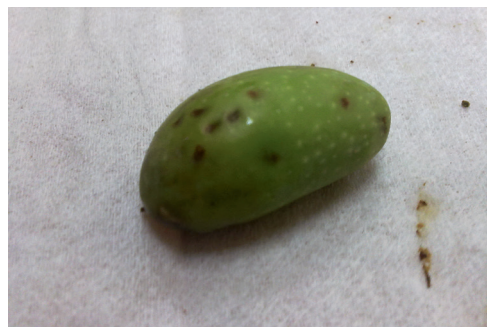


Figura 26. Picadas múltiples en una misma aceituna (provincia de Castellón)



Figura 27. Aceituna con múltiples larvas en su interior (provincia de Jaén)



Figura 28. Picada en aceituna antes de endurecimiento de hueso (provincia de Cádiz)

mosquero el que va a alertar sobre posibles explosiones demográficas de la plaga.

- Realización del calendario más aproximado de la fenología del olivo en España, durante los meses de seguimiento (floración, cuajado, endurecimiento del hueso, enverado y maduración).

DISCUSIÓN

Los resultados cuantificables expuestos y validados a nivel nacional, pueden no confirmarse en un estudio más local, debido a que, por la amplitud de datos manejados, se amortigüen las desviaciones puntuales; por lo que se requiere la ejecución de estudios particularizados a cada zona.

Además, las gráficas generadas y manejadas, incluyen la aplicación puntual de tratamientos, presencia o liberación masiva de insectos parásitos de la mosca (JIMENEZ *et al.* 1990), (SÁNCHEZ *et al.* 2002), existiendo la posibilidad de que hayan alterado ligeramente el trazado de las líneas de tendencia manejadas.

A la vista de los resultados obtenidos, parece oportuna una revisión y posible actualización y adaptación de los umbrales establecidos como de alarma o tratamiento. Específicamente, el Índice de Riesgo debería complementarse mediante un factor de corrección que tenga en consideración los índices de capturas en placas cromotrópicas.

1. Porcentaje de picada

El crecimiento de la superficie de olivar controlada por la RED DACUS hasta 2010 y el consecuente crecimiento en el número de observadores, desde los 49 del año 1990 a los 95 de 2010, y del número de estaciones de control englobadas en la RED, 325 en 1990 frente a 1710 en 2008, así como la reducción puntual en 2011; sin duda tienen influencia en la comparación de los diferentes índices biológicos obtenidos a lo largo de los años.

Sin embargo, en lo que a los índices de picada total se refiere, se observa que tanto el mínimo valor histórico, 4,1% de picada, como el máximo, 30,0%, se produjeron en años en que el dimensionamiento de la RED era prácticamente idéntico: 94 y 95 observadores y 1627 y 1710 estaciones de control, respectivamente (ver Cuadro nº1).

El hecho de que las mayores variaciones de picada se produzcan con dimensionamiento semejante hace pensar que la diferencia de

recursos entre las distintas campañas no tiene una influencia importante respecto a otros factores (poblaciones iniciales, clima, niveles de cosecha y momento y tipo de medidas de mitigación empleadas). Esta afirmación se ve reforzada si se observa la enorme variación en los niveles de picada existentes, de unas campañas a otras, en aquellas provincias en las cuales se ha mantenido la ubicación y número de sus estaciones de control durante toda la historia de la RED, como es el caso de las provincias de Cádiz o Madrid. Los niveles de picada mínimos en estas provincias fueron, respectivamente de 2,4% (2002) y 1,4% (2005), mientras que los valores máximos fueron del 50% (2007) y 97,8% (1997).

1.1. Relación porcentaje de picada y calidad de los aceites obtenidos

Los datos expuestos indican que un elevado daño de mosca en las aceitunas no es condición necesaria ni suficiente para originar una subida significativa de la acidez del aceite. Mientras que las campañas 1996 y 2009 obtuvieron un porcentaje de picada inferior al 10% y proporción de aceite lampante superior al 30%, las campañas 2007 (20,8% de picada) y 2008 (30,0%) produjeron proporción de lampantes inferior al 12%.

- Otras variables estarían tras estas anomalías:
- el tiempo transcurrido entre la emergencia larvaria de los frutos y la molturación, pues si la apertura del agujero larvario de salida es reciente, no hay tiempo suficiente para que la proliferación microbiana en aerobiosis hasta la molturación ocasione un incremento significativo de la acidez. En 2008 se prensaron apenas 1.045.000 toneladas de aceite, sin necesidad de almacenar aceituna
 - las precipitaciones registradas en el último tramo de la campaña (año 1996), que favorecen la flora microbiana y retrasan las labores de recolección
 - las intensas heladas previas a la recolección que deterioran el fruto (año 2009)

1.2. Relación porcentaje de picada y caída de la aceituna

En el estudio se consideró como aceituna caída como consecuencia de la mosca a toda aquella aceituna que presentaba picada, aunque existiera otra causa incluso más probable, por lo cual el dato se podría considerar mayorado. Al mismo tiempo se debe tener en cuenta que el estudio finaliza cuando los observadores cesan sus actividades (en torno al 30 de noviembre), por lo que en aquellas zonas donde se retrasa la recolección de la aceituna, la cantidad de aceituna caída podría incrementarse (por picada de la mosca, maduración o causas climáticas).

1.3. Relación del rendimiento en kilos de aceituna por árbol con el porcentaje de picada

La tendencia a descender del porcentaje de picada registrado según se incrementa la producción en kilos por árbol, presenta algunas alteraciones, principalmente en el olivar menos productivo (<5 kg árbol, 4% de la superficie con seguimiento de la RED DACUS).

Esto puede deberse a varios factores:

- La dificultad inherente al muestreo semanal con poca cosecha, que limita a un número reducido los frutos accesibles. En algunos casos es necesario reducir la cantidad de frutos a muestrear contemplada en el “Protocolo de Trabajo”, lo que produce desviaciones importantes en el dato proporcionado.
- La menor producción en estos olivares suele deberse a que están situados en zonas marginales, con poca profundidad de suelo y por consiguiente menores reservas hídricas y nutrientes. Estos factores se traducen en una producción con menor calibre del fruto y por lo tanto menos apetecibles para la oviposición de la mosca del olivo.
- La habitual presencia de cabras, ovejas, cerdos o vacas en estos olivares marginales puede destruir pupas invernantes en los frutos caídos, normalmente no recolectados, al ser consumida la aceituna por el ganado.

- Estos olivares ocupan una superficie de condiciones climáticas más extremas para el cultivo y por tanto para el díptero.

2. Índices de capturas (I_{CTD})

La Figura 17: “Comparación del Índice Medio de Capturas en Trampa Mac-Phail de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)” parece recomendar que, al inicio de la campaña incluso antes de la receptividad del fruto, los índices en mosquero Mac-Phail se mantengan por debajo de la media (1 mosca por mosquero y día) para evitar explosiones demográficas difíciles de controlar *a posteriori* pese a una correcta aplicación de los tratamientos. Véase el ejemplo de 2008 y 2011 donde el valor de picada final supera el 20,0%. Este control sobre el índice de capturas en Mac-Phail repercute directamente aminorando el Índice de Riesgo.

Análogamente (Figura 18: “Comparación del Índice Medio de Capturas en Trampa Cromotrópica/Sexual de las Campañas 2008, 2009, 2010, 2011 y Curva de Tendencia (1993-2011)”)), parece conveniente evitar picos de capturas en trampa cromotrópica superiores a 3 mosca por placa y día para eludir las susodichas explosiones demográficas.

Sería interesante llevar la vigilancia de la población más allá del periodo de campaña; considerando también la población de *B. oleae* existente como adulto o pupa invernante cuando el olivo no tiene fruto, en el denominado “periodo blanco” (TORRES-VILA *et al.* 2003), lo que daría una idea de la población de partida y de los recursos mínimos de los que hay que aprovisionarse para su lucha en campaña. Del conocimiento de esta población latente, heredada de la campaña previa, y los registros meteorológicos invernales en cada zona, se podrían extrapolar nuevos datos sobre la evolución de la plaga en campo y sus estrategias de supervivencia.

También sería conveniente iniciar un estudio en profundidad de cómo afectan los fenómenos meteorológicos y su intensidad

(vientos, lluvias...) al vuelo de la mosca, y por tanto a las capturas registradas por ambos tipos de trampas. Comprobar:

- Si a consecuencia de estos fenómenos, se desprenden capturas en las placas
- Si tras el incremento de capturas general producido desde el inicio del periodo de lluvias se oculta además una elevadísima población enmascarada por las pausas de vuelo y menores capturas producidas por los fenómenos meteorológicos
- Si estos fenómenos meteorológicos precipitan la avidez por el alimento y la reproducción y por ello la atracción de las trampas

3. Índice de riesgo (I_R)

Las campañas que registraron el riesgo máximo fuera del periodo habitual (mes de octubre), se agrupan en dos tipos:

- Campañas que alcanzaron el máximo en la primera quincena de noviembre (1995, 2002 y 2005). Presentan porcentaje de picada final dispar (8,0%; 25,0% y 6,2% respectivamente). Si bien en 1995 y 2002 los datos de noviembre se corresponden al seguimiento de menos de la mitad de provincias de la RED DACUS, en 2005 las 26 provincias de la RED finalizaron el seguimiento a partir del 15 de noviembre, por lo que estos riesgos máximos no constituyen una desviación estadística.
- Campañas que alcanzaron el máximo en agosto (1993 y 1998). Sí tuvieron un porcentaje de picada final parejo (7,1% y 9,0%) y menor a la media de la historia de la RED DACUS (12,7%). Pero esto parece deberse a que los valores máximos alcanzados ($IR \gg 8$) también son inferiores al valor máximo alcanzado por la Curva de Tendencia ($IR \gg 9$) de la Figura 19.

Los datos para establecer las relaciones lineales de la Figura 22: "Relación del N° Medio de Hembras Fértiles por Estación de Control y el % de Picada Final (2003-2011)" y Figura 23: "Relación del N° Medio de Huevos por Estación de Control y el % de Picada Final (2004-2011)" se han obtenido para pocos

años, 8 y 7 respectivamente. Por otra parte, no hay que olvidar que se trata de relaciones establecidas sin incluir datos de aceituna picada desprendida. En cuanto al número de huevos contados en la hembra capturada, no constan las puestas previas a la caída en el mosquero o la reabsorción de folículos ováricos ante condiciones adversas (NEUENSCHWANDER *et al.* 1958), imposibles de cuantificar.

En todo caso, que la razón de cambio en el % Picada Final respecto al cambio en el N° Medio de Huevos decuplique la relativa al cambio en el N° Medio de Hembras parece sugerir que los tratamientos reductores de fertilidad serían más eficaces que los reductores de población.

El hecho de que antes de capturar Hembras Fértiles se esté produciendo picada, puede deberse a que dichas hembras se estén alimentando en sus áreas de origen y se vean obligadas a desplazarse para realizar la puesta, previa a una nueva alimentación.

Que cuando se detecta picada ($y^3 0$) ya haya un mínimo de 4,1 Huevos por Estación de Control podría deberse a que, como media, las hembras fértiles muestran más de 5 huevos en su disección.

4. Temperaturas limitantes

Es probable una adaptación de las poblaciones de mosca del olivo a las temperaturas limitantes si éstas no se mantienen durante un periodo prolongado.

Sería conveniente realizar un estudio sobre el efecto larvicida de las temperaturas limitantes, puesto que la movilidad de los adultos les permite evitar puntas de calor al cambiar de zona.

AGRADECIMIENTOS

Al medio de millar de técnicos de campo de la RED DACUS los cuales, además de realizar las funciones encomendadas, han participado activamente en la formación de los compañeros nuevos, minimizando las perturbaciones del muestreo debidas al individuo que lo realiza. Por el aporte de numerosas y excelentes fotografías y observaciones en

campo, de las que nos han hecho partícipes a través de sus informes.

A los propietarios de las fincas en las que se realiza el muestreo y en las que se localizan las estaciones agrometeorológicas, por las facilidades prestadas.

A los antecesores en el Ministerio, por sus primeros pasos y apoyo a los nuestros.

A Tragsatec, por la gestión y coordinación de los múltiples aspectos del seguimiento, que en algunos casos ha debido ceñirse a plazos muy breves.

ABSTRACT

S. G. DE SANIDAD E HIGIENE VEGETAL Y FORESTAL, S. G. DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA. 2012. Monitoring Network for Control, Alert and Evaluation of the Olive Fruit Fly (DACUS NETWORK); 22 years of history (1990-2011). *Bol. San. Veg. Plagas*, **38**: 169-201.

The monitoring network for alert and evaluation of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Gmel.) population levels, "DACUS NETWORK", has as its main goal to provide the heads of the main Spanish olive producing provinces with all the relevant information regarding pest situation, phenology and expected olive harvest; as well as the weather conditions existing in control areas, in order to decide on the convenience of carrying out treatments against this insect, to choose the best moment to do so, and, once applied, to assess the resulting efficiency, depending on the plant health product and methodology used.

In its 22 years long validity, apart from the greater technical qualification provided to the Spanish olive sector's material and human resources, the utilization of plant health products has been significantly reduced, being kept on the strictly necessary minimum, reducing the environmental impact and aiming to the production of high quality oil from healthy olives. Simultaneously, software applications have been developed for the management of the data generated during these 22 years monitoring of over one million Ha of olive groves per campaign, regarding both pest biology, recorded agro climatic conditions and treatments used against the olive fruit fly. Currently, it is managing the publication of such data on the M-GRAMA website.

Data analysis sets the national average of the 22 campaigns at a final 12,7% of total dimpled fruit. Obtained results lead to deduce that annual values of dimpled fruit above 15% limit the campaign's percentage of Extra Virgin oil to a 50% of the processed total.

Additionally, fall causes study indicate that, in the 10 completed campaigns (2001-2010), losses due to early fruit fall directly attributable to egg laying by the olive fruit fly amount to an average 1,4% of the total olive harvest. As an average, only 10% of dimpled olives fall.

Key words: *Bactrocera oleae*, pests, monitoring, databases.

REFERENCIAS

- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET). 2010. Guía resumida del clima en España 1971-2000. Resumen de extremos climatológicos en España. <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datos-climatologicos> (acceso, febrero 2013)
- ALVARADO, M., CIVANTOS, M., DURÁN, J.M. 2001. Plagas en: El cultivo del olivo (D. Barranco, R. Fernández Escobar y L. Rallo) Eds. Mundi Prensa-Junta de Andalucía. Madrid. pp., 433-493.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). 2002. Norma UNE 500520:2002. Redes de estaciones meteorológicas automáticas: criterios de localización de emplazamientos e instalación de sensores: características de adquisición y muestreo.
- AVIDOV, Z. 1954. *Further Investigations on the Ecology of the Olive Fly (Dacus oleae Gmel.) in Israel*. Ktav, Rehovot, pp. 105-116
- BALLATORI, E., PUCCI, C., RICCI, C. 1980. Relation entre l'infestation des olives et les captures d'adultes de *Dacus oleae* (Gmel.) par pieges chromatropiques. Rapport présenté à la II Session FAO. Tunis. Redia, **63**: 417-439.
- BIURRUN, R., SÁNCHEZ, L., GARNICA, I., LEZAUN, J.A. 2009. La Mosca de la Oliva. Navarra Agraria. julio-agosto 2009. INSTITUTO NAVARRO DE TECNOLO-

- GÍAS E INFRAESTRUCTURAS AGROALIMENTARIAS (Área Agrícola).
<http://www.itga.com/docs/Publicaciones/Plagas/Bactrocera.pdf> (acceso, febrero 2013)
- CIRIO, U., VITA, G. 1978. L'impiego di repellenti ed attrattivi chimici nel controllo delle mosche di lia frutta *Ceratitis Capitata* Wied; *Dacus oleae* Gmel, e *Rhagoletis cerasi* L. Atti Riun. Gruppi Lav. *Ceratitis*, etc. Sassari 15-20 maggio, pp., 91-95.
- CHAPELLE, J. 1912. Bulletin Mensuel de l'Office de Rensegnements Agricoles. Enero, diciembre 1910 y enero y diciembre 1912
- COI. 2013. Consejo Oleícola Internacional. Áreas de Actividad. Economía. Cifras Aceite de Oliva.
<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures> (acceso, febrero 2013)
- 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. 1985. Biotechnical methods for olive pest control. In: *Integrated Pest Control in Olive-Groves*. R. Cavalloro and A. Croveti (Eds.). Proceedings of the CEC/FAO/IOBC. International Joint Meeting, Pisa, 3-6 april 1984, pp. 394-410.
http://www.cimdol.com/FichaAmpliada.asp?id_documento=570&MarcaClave=&IdUsuario=9475465 (acceso, febrero 2013)
- DELRIO, G., CAVALLORO, R. 1977. Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del *Dacus oleae* Gmelin in Liguria. *Redia* 1977, **60**: 221-253
- MAGRAMA. 1913. Dirección General de Agricultura, Minas y Montes del Ministerio de Fomento. La lucha contra la mosca del olivo ("*Dacus oleae*"). Hojas divulgadoras, Año VII, nº5.
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1913_05.pdf (acceso, febrero 2013)
- MAGRAMA. 1914. Dirección General de Agricultura, Minas y Montes del Ministerio de Fomento: Nuevo tratamiento de la mosca de la oliva. Hojas divulgadoras, Año VIII, nº3.
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1914_03.pdf (acceso, febrero 2013)
- MAGRAMA. 1915. Dirección General de Agricultura, Minas y Montes del Ministerio de Fomento. El sistema Berlesse contra "la mosca del olivo". Hojas divulgadoras, Año IX, nº24.
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1915_24.pdf (acceso, febrero 2013)
- MAGRAMA. 1923. Conferencia Internacional de la Lucha contra la Mosca de la Aceituna: Actas de la Conferencia Internacional, Madrid 18-21 de junio de 1923. Organiza, Ministerio de Fomento.
<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/49190.htm> (acceso, febrero 2013)
- MAGRAMA. 2011. Anuario de Estadística. Subdirección General de Estadística. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente.
<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estad-publicaciones/anuario-de-estadistica/default.aspx#para2> (acceso, febrero 2013)
- GONZÁLEZ, N., TRAPERO CASAS, A., VARGAS-OSUNA, E. 2006. El escudete de la aceituna I: Biología y daños en olivares de la provincia de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32** (4.2):709-722
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Plagas/BSVP_32_04_2_709_722.pdf (acceso, febrero 2013)
- GONZÁLEZ, N., TRAPERO CASAS, A. 2006. El escudete de la aceituna II: Caracterización Morfológica, Fisiológica y Patogénica del agente causal. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32** (4.2):723-737
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Plagas/BSVP_32_04_2_723_737.pdf (acceso, febrero 2013)
- HANIOTAKIS, G. E., 2005. Olive pest control: Present status and prospects. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs*. **28** (9):19-27.
http://www.iobc-wprs.org/expert_groups/15_wg_olive_crops.html (acceso, febrero 2013)
- JIMENEZ, A., CASTILLO, E., Y LORITE, P. 1990. Supervivencia del himenóptero braconído *Opius concolor* Szep. parásito de *Dacus oleae* Gmelin. en Olivares de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 97-103
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-16-01-097-103.pdf (acceso, febrero 2013)
- JONES, O. T., LISK, J. C., LONGHURST, C., HOWSE, P. E.; RAMOS, P., CAMPOS, M. 1983. Development of a monitoring trap for the olive fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) using a component of its sex pheromone as lure. *Bull. Ent. Res.*, **73**.
<http://journals.cambridge.org/action/display-Abstract;jsessionid=BACEDCE5FBC9899D-C29D2CE6D1D1F9D7.journals?fromPage=online&aid=2379816> (acceso, febrero 2013)
- LOTTRIONTE, G. 1905. Sui possibili mezzi di lotta contro la mosca delle olive. — Tivoli, Tip. Majella.

- LOTRIENTE, G., 1912. Metodi per combattere la mosca delle olive (Da CMS oleae). Tivoli, Tip. Majella.
- MONTIEL, A. 1987. The use of sex pheromone for monitoring and control of olive fruit fly. Proc. IOBC/IAEA. Int. Symp. Colymbary. Crete, Greece, 16-21 sept. 1986, pp. 483-497.
- MONTIEL, A., MADUEÑO, C. 1995. Cálculo práctico del umbral de tratamiento para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel., *Diptera: Tephritidae*) en olivar de producción de aceite en Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 589-596, http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-21-04-589-596.pdf (acceso, febrero 2013)
- MONTIEL, A., MORENO, R. 1982. El Plan Nacional Mosca del Olivo: Metodología utilizada en España para la realización de estudios bioecológicos sobre el *Dacus oleae* (Gmel.) III Sesión of the European Cooperativa network of F.A.O. (subnetwork on olive protection). 29 March to 3rd April 1982, Jaén, Spain. *Bol. San. Veg. Plagas*, **8**: 43-53. http://www.magrama.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-08-01-043-053.pdf (acceso, febrero 2013)
- MONTIEL, A., RAMOS, P., JONES, O.T., LISK, J.C., HOWSE, P. E. Y BAKER, R. 1982. Interferencias en el apareamiento de la mosca del olivo (*Dacus oleae* Gmel.) con el principal componente de su feromona sexual. Internacional Symposium on Fruit-Flies of Economic Importance. Atenas. Noviembre 1982. *Bol. Serv. Plagas*, **8**: 193-200. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-08-02-193-200.pdf (acceso, febrero 2013)
- MÜLLER, G. 1981. Microbiología de los Alimentos Vegetales. Acribia. Zaragoza.
- NEUENSCHWANDER, P; MICHELAKIS, S; KAPATOS, E. 1958. Les insectes ravageurs de l'olivier en Tunisie. Y. Arambourg: TEPHRITIDAE. *Fédération Internationale d'Oliviculture*. 115-159
- SÁNCHEZ, J., GUZMÁN, 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: La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Editores SEAE y SERIDA. Gijón, Asturias (España), 16-21 de septiembre de 2002, tomo II, pp.791-800. <http://www.expoliva.com/expoliva2003/simposium/comunicaciones/OLI-12-TEXTO.PDF> (acceso, febrero 2013)
- TORRES-VILA, L. M., SÁNCHEZ, A., PONCE, F., DELGADO, E. M., AZA, C., BARRENA, F., FERRERO, J. J., 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 http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Plagas/BSVP_32_01_57_70.pdf (acceso, febrero 2013)
- TORRES-VILA, L. M.; RODRÍGUEZ-MOLINA, 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 <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewArticle/244> (acceso, febrero 2013)

(Recepción: 19 julio 2011)

(Aceptación: 23 abril 2012)