

## Cálculo práctico del umbral de tratamiento para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel., Diptera: Tephritidae) en olivar de producción de aceite en Jaén

A. MONTIEL y C. MADUEÑO

En este trabajo se describe el cálculo de umbrales económicos de intervención contra los estadios preimaginales de *Bactrocera oleae* Gmel. en diferentes olivares destinados a la producción de aceite en la provincia de Jaén.

Se procede al cálculo de este umbral con datos de la campaña 93-94 en olivar de las Sierras de Segura y Cazorla, donde el olivar predominante es para obtención de aceite y cuya variedad principal es la Picual. Este trabajo supone un ejercicio práctico para la determinación y uso del umbral de tratamiento definido por los autores.

El dato final obtenido corresponde al número mínimo de estadios preimaginales vivos por árbol que hacen aconsejable un determinado tratamiento contra *Bactrocera oleae* Gmel. en diferentes zonas de olivar.

A. MONTIEL y C. MADUEÑO. Delegación Provincial de Agricultura y Pesca de Jaén. Junta de Andalucía. Avda. de Madrid, 25. 23008 Jaén.

**Palabras clave:** Umbral económico, aceite de oliva, *Bactrocera*.

### INTRODUCCION

Como aplicación a lo expuesto en el trabajo de MONTIEL y MADUEÑO (1995), desarrollado en el ámbito del proyecto ECLAIR 209, cuyo objetivo global fue el desarrollo de sistemas de control integrado de plagas de olivar, se calcula el umbral económico de tratamiento en la campaña 93-94, para una zona de la provincia de Jaén con olivar destinado a la producción de aceite y donde se relacionarán los daños causados por la plaga con los métodos de control de la misma para obtener un sistema fiable y sencillo utilizable por agricultores y técnicos de cooperativas. Este trabajo tiene un sentido eminentemente didáctico, para explicar el manejo de la metodología descrita en el trabajo citado y obtener valores de umbrales que puedan ser validados en campo.

### MATERIAL Y METODOS

El método de trabajo es el definido en MONTIEL y MADUEÑO (1995); según este, para determinar el umbral económico de tratamiento hay que partir de la inequación inicial:

Daños a la producción > Coste del tratamiento

que en pasos sucesivos llega a la expresión final:

$$D = (N / Y) \cdot X \cdot VU > Cft \cdot E \cdot CMA$$

donde: D, son los daños a la producción mínimos para justificar un tratamiento fitosanitario, en función de N, número de estados larvarios de la mosca del olivo; Y, n.º larvas de mosca del olivo por fruto; X, proporción entre el valor del fruto dañado y el valor del

fruto sano; y VU del fruto sano. Cft es el coste financiero del tratamiento, que debe incrementarse en función de E, índice de eficacia del sistema de control utilizado y del coste medioambiental del tipo de tratamiento utilizado, CMA.

Para el cálculo del umbral hemos elegido un area olivarera de la provincia de Jaén con olivar destinado a la producción de aceite y con parte de su superficie incluída en el Parque Natural de las Sierras de Segura y Cazorla y para la campaña 93-94. Según las características de cada zona, consideraremos los siguientes casos:

**Caso 1) Zona ecológica**, de alta sensibilidad medioambiental donde se aplican tratamientos aéreos adulticidas con productos ecológicos.

**Caso 2) Zona incluida en el parque natural**, de alta sensibilidad medioambiental y donde se aplican tratamientos aéreos con insecticidas convencionales.

**Caso 3) Zona no incluida en el parque natural**, de baja sensibilidad medioambiental y donde consideraremos:

**Caso 3.1)** Tratamiento aéreo convencional.

**Caso 3.2)** Tratamiento total terrestre.

## RESULTADOS

### Coste del tratamiento

Como se ha indicado en la inecuación anterior, el coste total del tratamiento es:

$$\text{Coste del tratamiento} = \text{Cft} \cdot \text{E} \cdot \text{CMA}$$

en donde Cft se calcula con un incremento del 6% sobre el precio real de los tratamientos para la campaña 93-94.

En los Cuadros 1 y 2 se recoge, respectivamente, el cálculo desglosado del precio de cada tipo de tratamiento, y el coste total de los mismos, todo ello basado en el trabajo de MONTIEL y MADUEÑO.

### Daños a la producción

Los daños causados por *Bactrocera oleae* (D) están en relación directa con la densidad de población larvaria en fruto, y con la época en que se produce el ataque. Se resuelve el correspondiente término de la desigualdad, haciendo:

$$D = (N / Y) \cdot X \cdot \text{VU}$$

Es necesario determinar el Valor Unitario del fruto que se establece de acuerdo con el tipo medio de los aceites producidos en la zona y los precios de los mismos, recogidos en el Cuadro 3. Este dato es variable para cada campaña, aunque no la composición media de la producción en la zona.

Composición de la producción en la zona: 50% aceite extra, 25% aceite fino y 25% aceite corriente; con un rendimiento medio en aceite del 22%. De acuerdo con esto, el Valor Unitario del fruto sano es:

$$\begin{aligned} \text{Valor Unitario} &= \text{Valor aceite extraído} + \\ &+ \text{Ayuda a la producción} = (\text{Rendimiento} \\ &\text{aceite} \cdot \text{Precio aceite}) + \text{Ayuda a} \\ &\text{producción} = (0,22 \cdot (0,5 \cdot 416,556 + 0,25 \cdot \\ &\cdot 395,652 + 0,25 \cdot 384,267)) + 100 \text{ ptas./kg} \\ \text{fruto} &= 188,718 \text{ ptas./kg} = 0,566 \text{ ptas./fruto} \end{aligned}$$

Hemos de distinguir según la época en que se produce el ataque en:

#### *Daños a la producción por ataques precoces*

Todo fruto atacado por *Bactrocera* en los meses de Julio/Agosto y hasta mediados de Septiembre, se pierde, luego los daños a la producción son:

$$X = 1 - (\text{Valor del fruto dañado} / \text{Valor del fruto sano}) = 1$$

$$Y = \text{N.º medio estadios larvarios} / \text{fruto} = 1$$

$$\text{Daños a la producción} = (N/Y) \cdot X \cdot \text{Valor unitario} = N \cdot 0,566 \text{ ptas.}$$

Cuadro 1.-Coste en equipo y productos de los diferentes tratamientos utilizados contra *Bactrocera oleae*. Campaña 1993/94

Tratamiento	Equipos y productos/ha	N.º trat.	Total (ptas./árbol)
Pulverización total terrestre	Tractor (1 hora)	1	33,62
	Pulverizador (1 hora)		
	Mano de obra (1 hora)		
	Dimetoato (1 litro)		
Cebo adulticida terrestre	Tractor (0,4 horas)	3	42,03
	Pulverizador y aplic. (0,4 horas)		
	Mano de obra (0,4 horas)		
	Dimetoato (0,09 litros)		
	Proteína hidrolizada (0,15 litros)		
Adulticida aéreo (en bandas)	Avión (20 litros/4)	3	7,5
	Dimetoato (0,5 litros/4)		
	Proteína hidrolizada (0,5 litros/4)		
Adulticida biotecnológico terrestre	Tractor (1 hora)	1	54,56
	Pulverizador (1 hora)		
	Mano de obra (1 hora)		
	Sectrol (0,25 litros)		
	Feromona (0,1 litros)		
	Proteína hidrolizada (0,15 litros)		
Adulticida biotecnológico aéreo (en bandas)	Avión (20 litros/4)	3	34,59
	Biophytopz (0,5 litros/4)		
	Feromona (0,1 litros/4)		
	Proteína hidrolizada (0,5 litros/4)		

Cuadro 2.-Coste de los tratamientos contra *Bactrocera oleae* en la Campaña 1993-94

Zona	Tratamiento	Cft	E	CMA	Coste total
1	Aéreo adulticida con productos ecológicos	36,66	1,43	1,2	62,90
2	Aéreo adulticida con insecticidas convencionales	7,95	1,25	3	29,81
3.1	Aéreo adulticida con insecticidas convencionales	7,95	1,25	1,5	14,91
3.2	Terrestre total	35,64	1,05	2	74,84

Cuadro 3.-Clasificación de los aceites vírgenes de oliva. Precios Campaña 1993/94

Calidad	Características	Precio (*) ptas./kg
Extra	Puntuación organoléptica $> 6,5$ (tol. $-0,5$ al 1-11-93), Acidez $\leq 1^\circ$ ; y cuyas otras características son conforme a las establecidas para esta categoría.	416,55
Virgen (fino)	Puntuación organoléptica $> 5,5$ (tol. $-0,5$ al 1-11-93), Acidez $\leq 2^\circ$ ; y cuyas otras características son conforme a las establecidas para esta categoría.	395,65
Corriente	Puntuación organoléptica $> 3,5$ , Acidez $\leq 3^\circ$ ; y cuyas otras características son conforme a las establecidas para esta categoría.	384,27
Lampante	Puntuación organoléptica $\leq 3,5$ y/o Acidez $\leq 3,3^\circ$ ; y cuyas otras características son conforme a las establecidas para esta categoría.	365,28

(\*) ECU Verde 190,382 ptas. al 9/8/93.

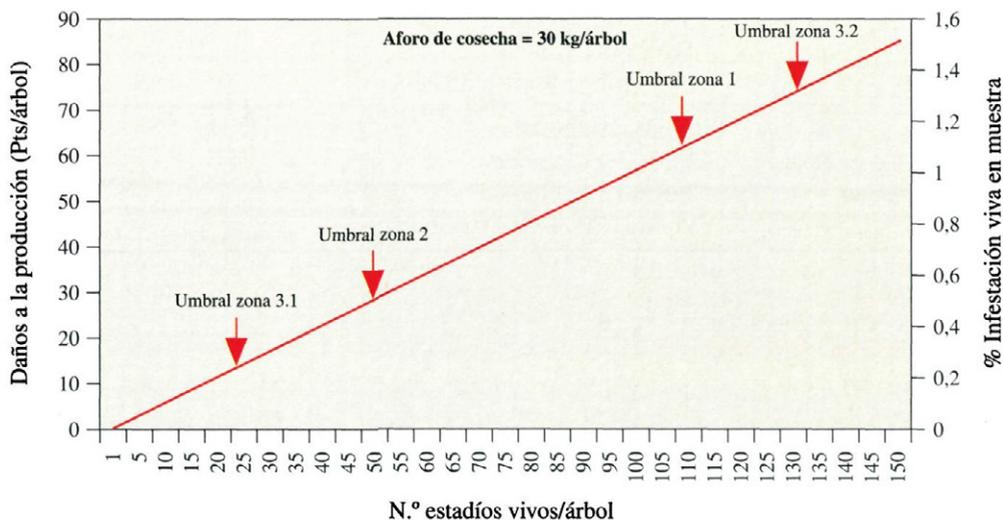


Fig. 1.-Daños a la producción causados por las generaciones precoces de *Bactrocera oleae*. Sierras de Segura y Cazorla, Campaña 1993/94.

En la Figura 1 se representa la relación entre n.º de estadíos vivos/árbol encontrados en las generaciones precoces de *Bactrocera oleae* y los Daños a la producción que causa esta infestación.

#### *Daños a la producción por generaciones otoñales*

En estas generaciones, cabe distinguir dos tipos de daño: directo (pérdida de peso y

pérdida de frutos atacados por mosca que cayeron prematuramente y no son recolectados) e indirecto (la caída prematura provoca una pérdida de calidad de los aceites obtenidos y un encarecimiento de la recolección por el aumento de frutos en el suelo). Así, en el cálculo de daños habremos de tener en cuenta:

1) *Pérdida en peso.* Las galerías de alimentación larvaria en los frutos atacados producen una pérdida de pulpa que se ha establecido del 4,48% del peso del fruto según KAPATOS y FLETCHER (1980), que es el valor utilizado por nosotros por ser el que más se asemeja a los valores obtenidos en experiencias similares realizadas en Jaén.

Peso medio del fruto dañado = 3 g/fruto sano  $\cdot 0,9552 = 2,86$  g.

2) *Pérdida en frutos atacados caídos prematuramente y no recolectados.* Según los datos procedentes de la Delegación de Agricultura de Jaén que se recogen en el trabajo de MONTIEL y MADUEÑO (1995), el 58,3% de los frutos atacados por mosca caen precozmente, siendo la caída natural de frutos sanos del 32,1%. Si el número total de frutos atacados por árbol es  $N/Y$ , los frutos caídos por esta causa serán  $N/Y \cdot 0,583 \cdot (1-0,321)$ , que expresado en kg y para  $Y = 1$ , es  $N \cdot 1,132 \cdot 10^{-3}$  kg de frutos atacados caídos prematuramente. Según la expresión definida por BENAVIDES y CIVANTOS (1988) y considerando un suelo no compactado y sin cubierta vegetal, la pérdida en kg de frutos se estima en:

$$p = -0,002020 + 0,045924 \cdot d = -0,002020 + 0,045924 \cdot N \cdot 0,001667 = -0,00202 + 5,19929 \cdot 10^{-5} \cdot N$$

3) *Pérdida en calidad de aceite.* El fruto atacado contiene un 100% de aceite que será lampante por sus características organolépticas. El incremento de acidez debido al ataque de mosca, dado que en la zona de estudio no existe atrojamiento, se ha estimado en 1° (SENA, CARRILLO y MATEO-SAGASTA,

1982). Según los datos recogidos en el Cuadro 3, el precio del fruto atacado será:

$$\text{Valor frutos atacados} = \text{Rendimiento graso} \cdot \text{Precio aceite lampante } 1^\circ = 0,22 \cdot 365,286 = 80,369 \text{ ptas./kg o también } 0,2298 \text{ ptas./fruto.}$$

4) *Encarecimiento de recolección.* La mayor parte del fruto dañado en las generaciones otoñales cae al suelo antes de la recolección siendo necesaria su recogida manual. Esto implica un gasto adicional que depende del número de frutos en el suelo. Según observaciones realizadas por la Delegación de Agricultura y Pesca de Jaén desde 1981 hasta 1994, y como ya se ha citado, la fracción de aceituna atacada que cae prematuramente es del 58,3%. También se observaron caídas naturales por madurez del fruto del 32,1% de la producción; luego, la caída debida exclusivamente a mosca es el 39,6% de los frutos atacados.

$$\begin{aligned} \text{Producción total estimada} &= P = 30 \text{ kg/árbol} \\ \text{Caída total de frutos debida exclusivamente a mosca (Ca)} &= [\text{si } Y = 1] = N \cdot 0,396 \text{ frutos} = N \cdot 1,132 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \end{aligned}$$

El tiempo adicional empleado en la recolección por la porción de frutos atacados que caen al suelo sería el resultado de aplicar la ecuación definida en MONTIEL y MADUEÑO (1995):

$$\text{Tiempo} = T(\text{Ca}) = [0,0902 \cdot (\text{Ca}) - 0,0062 \cdot (\text{Ca})^2] = 1,021 \cdot 10^{-4} \cdot N - 7,945 \cdot 10^{-9} \cdot N^2 \text{ horas}$$

Puesto que el coste horario de recolección es de 668,76 ptas. la hora (en la Campaña 93/94), el encarecimiento de la recolección (I) será:

$$I = \text{Tiempo (horas)} \cdot \text{Coste horario (ptas./hora)} = 0,068 \cdot N - 5,313 \cdot 10^{-6} \cdot N^2 \text{ ptas.}$$

Luego, los daños a la producción en generaciones otoñales son, por una parte, los debidos a la depreciación del valor del fruto dañado y recogido (D) (pérdida de

peso de los frutos atacados, pérdida de calidad del aceite extraído de estos frutos e incremento de los costes de recolección), y por otra, la pérdida total de frutos atacados que caen prematuramente y que no serán recogidos (A):

$D = \text{Valor de los frutos atacados si estuviesen sanos} - \text{Valor de los frutos atacados} = N \cdot 0,566 - N \cdot [0,2298 - I(N \cdot 0,396)] \text{ ptas}$   
 $A = +0,2298 \cdot (-0,002 + 5,199 \cdot 10^{-5} \cdot N) \text{ ptas}$

$\text{Daños a la producción} = D + A = (0,508 \cdot N - 1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2) + (-4,642 \cdot 10^{-4} + 1,195 \cdot 10^{-5} \cdot N) = 0,508 \cdot N - 1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 \text{ ptas.}$

En la Figura 2 se recoge la representación gráfica de los daños a la producción causados por las generaciones otoñales de *Bactrocera oleae* para el caso estudiado aquí.

### Cálculo del umbral

En el Cuadro 4 se recogen los umbrales calculados resolviendo las desigualdades

que se plantean en cada uno de los casos considerados. El umbral viene definido como n.º de estadíos larvarios vivos/árbol y como % de infestación en muestra y se representa en las Figuras 1 y 2.

Puesto que los daños causados por las generaciones otoñales de *Bactrocera oleae* son menores a los causados por las generaciones precoces, el umbral calculado en n.º de estadíos vivos por árbol es mayor.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos muestran la utilidad del manejo de umbrales en el control de las poblaciones naturales de *Bactrocera oleae*, puesto que son valores de cómodo manejo por agricultores y técnicos de cooperativas para determinar la necesidad de realización de tratamientos contra la plaga. Aunque los cálculos descritos en este trabajo puedan resultar laboriosos, una gran parte de los datos necesarios están definidos como valores fijos para la zona que se estudie, los demás son variables para cada campaña (precios de jornales y productos, pre-

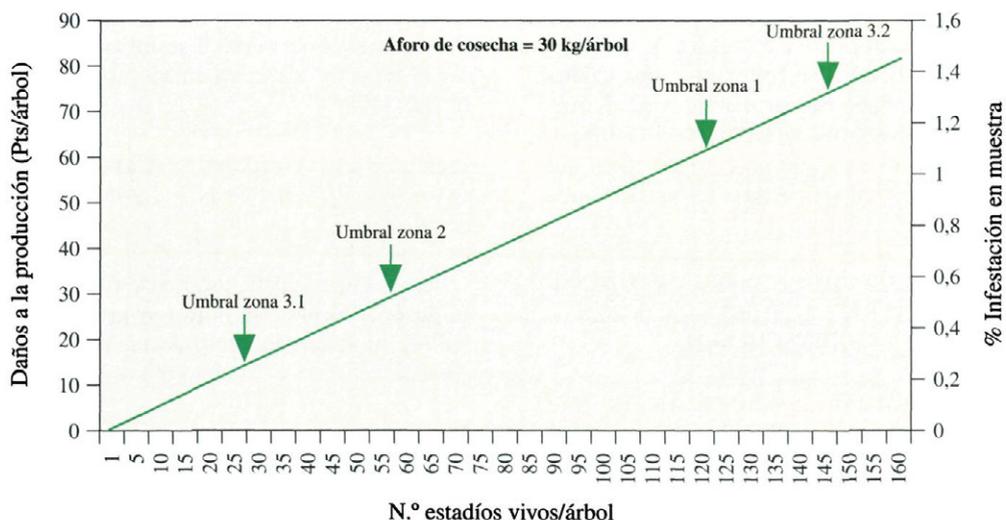


Fig. 2.—Daños a la producción causados por las generaciones otoñales de *Bactrocera oleae*. Sierras de Segura y Cazorla, Campaña 1993/94.

Cuadro 4.—Umbrales calculados para las generaciones consideradas de *Bactrocera oleae* en función del n.º de estadíos larvarios vivos/árbol. Sierras de Segura y Cazorla, Campaña 1993/94

Zona	Tratamiento	Coste del tratamiento (ptas./árbol)	Generaciones precoces		Generaciones otoñales	
			Daños	Umbral	Daños	Umbral
1	Aéreo adulticida con productos ecológicos	62,90	$0,566 \cdot N$	111	$0,508 \cdot N + -1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2$	135
2	Aéreos con insecticidas convencionales	29,81	$0,566 \cdot N$	53	$0,508 \cdot N + -1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2$	64
3.1	Aéreos con insecticidas convencionales	14,91	$0,566 \cdot N$	27	$0,508 \cdot N + -1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2$	32
3.2	Terrestre total	74,84	$0,566 \cdot N$	133	$0,508 \cdot N + -1,342 \cdot 10^{-5} \cdot N^2$	160

cio de intervención del aceite, subvenciones, estimación de cosecha) pero pueden establecerse al comienzo de la misma. En los gráficos aquí incluidos que son los obtenidos para la zona estudiada, se puede tener información del número mínimo de estadíos vivos/árbol que hacen económicamente ventajosa la realización del tratamiento para la cosecha previamente definida, con las condiciones descritas (utilizables para varias campañas) y los precios correspondientes a la Campaña 93/94.

Para el uso práctico del umbral en una parcela es aconsejable tener el valor del umbral como % de infestación viva en una muestra, con objeto de facilitar su uso por los agricultores y técnicos de campo. Es de resaltar que los umbrales de tratamiento obtenidos en las zonas analizadas, con un aforo de cosecha de

30 kg/árbol (cosecha media-buena) son inferiores a los habitualmente utilizados en campañas de tratamiento, por lo que se propone profundizar y continuar este tipo de trabajos con objeto de modificar y establecer adecuadamente los umbrales de tratamiento para las campañas oficiales de tratamiento contra *Bactrocera oleae*.

No obstante, y puesto que no se conoce la capacidad de recuperación productiva del árbol para las variedades y condiciones españolas, se hace necesario tomar con precaución los valores de umbrales calculados, hasta tanto no se resuelva este problema. En el caso de comprobarse la capacidad de recuperación del árbol, los umbrales de intervención quedarían modificados sustancialmente, y fundamentalmente, en lo que se refiere a ataques precoces de *Bactrocera oleae*.

## ABSTRACT

MONTIEL, A. y 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**(4): 589-596.

The calculation of economic thresholds of treatment against *Bactrocera oleae* Gmel. larval stages in several olive groves destined to oil production in Jaén is shown in this paper.

Data from the 1993-94 harvest season in Sierra de Cazorla y Segura olive groves are used. Predominant olive grove in this place is destined to oil production and main variety is the «Picual». This work is a practical example for the determination and use of the threshold defined by the authors.

The final datum obtained means the minimum number of alive larval stages per tree that would make advisable to do a particular treatment against *Bactrocera oleae* Gmel. in each olive grove.

**Key words:** Economic threshold, olive oil, *Bactrocera*.

## REFERENCIAS

BENAVIDES, J. M. y CIVANTOS, M., 1988: Influencia de los sistemas de mantenimiento del suelo en los costes de recolección de aceitunas. Explotaciones olivares colaboradoras. MAPA, Dirección General de la Producción Agraria. Madrid 1988: 181-190.

KAPATOS, E. T. y FLETCHER, B. S., 1980: An assessment of components of Crop Loss due to infestation by *Dacus oleae*, in Corfu. *Entomologia Hellenica*, **1** (1983): 7-16.

MONTIEL, A. y MADUEÑO, C., 1995: Determinación del umbral de tratamiento para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel. Diptera: Tephritidae) en olivar destinado a la producción de aceite. (En prensa).

SENA, A.; CARRILLO, R. y MATEO-SAGASTA, E., 1982: Serie de estudios y experiencias. Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica.

(Aceptado para su publicación: 7 julio 1995)