

## Cálculo del umbral económico de daño del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov)

P. BIELZA y A. LACASA

Se analiza el sistema de cálculo del umbral económico de daño del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov), en función de la producción potencial, el precio de venta y el coste del tratamiento.

Se considera no sólo la disminución de la producción provocada por *H. tritici*, sino también de la calidad física del grano, en función de su repercusión en el precio de venta.

Para producciones y precios medios el umbral de daño se estima en 17 larvas/espiga. Para facilitar los cálculos se desarrolló el programa TRITICI.

P. BIELZA: Laboratorio de Fitopatología. Servicio de Investigación y Tecnología Agraria. Apdo. 190. 45080 Toledo. Dirección actual: Departamento de Ingeniería Aplicada. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad de Murcia. Paseo Alfonso XIII, 34. 30202 Cartagena (Murcia).

A. LACASA: Departamento de Protección Vegetal. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. 30150 La Alberca (Murcia).

**Palabras clave:** *Haplothrips tritici*, *Thysanoptera*, trips, plaga, trigo, umbral, daño, control integrado.

### INTRODUCCIÓN

*Haplothrips tritici* Kurdjumov es considerado una plaga característica de las zonas trigueras de clima cálido y terreno duro (TANSKY, 1958; BANITA, 1968; SUROVENKOV, 1974; BOURNIER, 1983). Su área de actuación comprende los países mediterráneos y las zonas esteparias asiáticas. Esta especie está distribuida por toda Europa, aunque los daños son más importantes en los países meridionales, siendo sustituida en Europa central por *Haplothrips aculeatus* (BOURNIER, 1983).

Se han realizado numerosos estudios sobre el impacto del trips en la producción y la calidad del trigo, la mayoría han sido realizados en Rusia, donde se considera una de las plagas principales del trigo (RUBTZOV, 1935; PAVLOV, 1937; TANSKY, 1960, 1962,

1965; LYUBENOV, 1961; SUROVENKOV, 1961; SUROVENKOV y LOPATIN, 1967; BOURNIER y BERNAUX, 1971; BANITA, 1976, 1987; YACHENYA y SEM'YANOV, 1981; SAVESCU *et al.*, 1982; BOURNIER, 1983; KRYAZHEVA *et al.*, 1987; KAMENCHENKO, 1988; DVORYANKIN y KRASNYYKH, 1991; KOROBV *et al.*, 1991; TASTENOV y SHUL'GINA, 1991).

En diversos trabajos se han realizado estimaciones de los umbrales de daño, de cara a establecer una estrategia de control integrado. En la antigua URSS se ha estimado que el umbral de daño, representado por una pérdida del 5%, se alcanza con 80 larvas por espiga (KAMENCHENKO, 1988).

En un extenso trabajo en el sur de Siberia (Rusia) y el norte de Kazajstán, se observó que la pérdida de producción debida a *H. tritici* se incrementaba a mayores cosechas.

Este incremento no estuvo asociado a un mayor número de larvas sino, aparentemente a mayores niveles de fertilización nitrogenada y déficit hídricos asociados, lento desarrollo y, por tanto, a un mayor tiempo de alimentación del trips. Así los umbrales de daño bajaron de 54 larvas/espiga para producciones de 1.000-2.000 kg/ha, hasta 12 larvas/espiga para producciones de 3.000-4.000 kg/ha. Así las pérdidas fueron calculadas en función del número de larvas y la producción esperada. Un umbral de 40 larvas/espiga fue obtenido para una producción potencial de 2.000 kg/ha, con una pérdida de cosecha no menor de 200 kg/ha (KOROBV *et al.*, 1995).

Recientes investigaciones han puesto de manifiesto tanto las elevadas densidades poblacionales que alcanza el trips del trigo en España, como las importantes pérdidas de producción y de calidad que ocasiona (BIELZA *et al.*, 1996a; BIELZA *et al.*, 1996b; BIELZA, 1997). Igualmente han sido calculadas la relación entre la densidad de larvas en la espiga y la merma de la producción, así como de la disminución del peso específico y el aumento del porcentaje de granos dañados (BIELZA, 1997). En este trabajo se aborda el análisis económico en función de estas relaciones para establecer el umbral económico de daño, y facilitar un método de cálculo.

## CÁLCULO DEL UMBRAL ECONÓMICO DE DAÑO

El incremento del rendimiento (IR, kg/ha) que compensará el tratamiento insecticida depende del valor de venta del trigo (V, Pta/kg) y del coste del tratamiento (C, Pta/ha) según  $IR=C/V$  (cuadro 1).

El coste del tratamiento varía en función del coste de la aplicación y del insecticida. El coste de la aplicación depende de la maquinaria elegida, su depreciación por el uso, el tiempo empleado y la mano de obra. Para estimar el coste de la aplicación se utilizó el precio que cuesta encargar este servicio a un tercero en la zona donde se realizaron los ensayos, siendo de 1.500 Pta/ha.

En cuanto al coste del insecticida, varía no sólo por el producto elegido, sino también con la dosis (kg o l de producto/ha) y el gasto (volumen de caldo/ha) utilizados. Hay que tener en cuenta que estos factores también pueden influir en el coste de la aplicación. En los cálculos realizados con diversos insecticidas los costes variaron enormemente, desde 778 Pta/ha con dimetoato a la dosis mínima recomendada, hasta 5.140 Pta/ha con clorpirifos a la dosis máxima. Para realizar la discusión se tomó un coste medio efectivo de 1.000 Pta/ha, que sumado

Cuadro 1.-Incremento del rendimiento del trigo (kg/ha) que compensa el coste del tratamiento según el valor de venta

Valor trigo Pta/kg	Coste tratamiento (Pta/ha)								
	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
20	50	75	100	125	150	175	200	225	250
21	48	71	95	119	143	167	190	214	238
22	45	68	91	114	136	159	182	205	227
23	43	65	87	109	130	152	174	196	217
24	42	63	82	104	125	146	167	188	208
25	40	60	80	100	120	140	160	180	200
26	38	58	77	96	115	135	154	173	192
27	37	56	74	93	111	130	148	167	185
28	36	54	71	89	107	125	143	161	179
29	34	52	69	86	103	121	138	155	172
30	33	50	67	83	100	117	133	150	167

al coste de la aplicación, hace un total de 2.500 Pta/ha.

Considerando un precio de venta del trigo de 25 Pta/ha y un coste de tratamiento de 2.500 Pta/ha, un incremento de 100 kg/ha de la cosecha compensa la inversión (cuadro 1).

El precio medio del trigo en España en el período 1985-1993 fue de 27,01 Pta/kg (MAPA, 1995). Así, considerando un precio de 27 Pta/kg, un coste del tratamiento de 2.500 Pta/kg se compensa con un incremento de la producción de 93 kg/ha. Si el grano se vende como semilla el precio puede subir, alcanzando las 30 Pta/kg, por lo que el tratamiento se compensa con 83 kg/ha.

Considerando el caso más desfavorable, que sería el precio de intervención, fijado en 20,28 Pta/kg para la campaña 1995/96, el coste indicado para el tratamiento se cubre con 123 kg/ha de aumento del rendimiento.

En estimaciones realizadas en Rumanía, el coste del tratamiento contra *H. tritici* se cubre con 105 kg/ha de trigo para consumo y con 72 kg/ha de trigo para semilla (BANITA, 1976).

Para la estimación del umbral económico de daño es necesario considerar la producción potencial esperada, dependiente de muchos factores como la meteorología, el siste-

ma de cultivo, la variedad, las características de la parcela, la fecha de siembra, etc. Esta dependencia viene dada por la relación calculada  $DP=0,29 L$  (BIELZA, 1997), entre el porcentaje de disminución de la producción (DP) y el número de larvas por espiga (L). De esta forma se obtiene el umbral de dano (U, larvas/espiga) en función de la producción potencial (P, kg/ha) y del incremento del rendimiento que compensa el tratamiento (IR, kg/ha) según  $U=IR/P/0,0029$  (cuadro 2).

Siguiendo el ejemplo de la compensación de 100 kg/ha y estimando una producción potencial de 2.000 kg/ha, el umbral de daño se alcanza con 17 larvas/espiga.

En España el rendimiento medio del trigo en secano fue de 2.408 kg/ha en 1985-1993 (MAPA, 1995). Considerando esta producción y la compensación calculada de 93 kg/ha, el umbral económico de daño se estima en 13 larvas/espiga.

Este umbral deberá ser corregido según la efectividad del tratamiento. Con una efectividad del 80%, el umbral estimado de 17 larvas/espiga se eleva a 21 larvas/espiga, y el de 13 larvas/espiga a 17 larvas/espiga.

Considerando todo lo anterior el umbral económico de dano (U, larvas/espiga) se puede calcular según la fórmula:

Cuadro 2.-Umbral económico de daño (larvas/espiga) en función de la producción potencial y del incremento del rendimiento que compensa el coste del tratamiento

Compensación Pta/kg	Producción potencial (kg/ha)								
	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500
25	17	9	6	4	3	3	2	2	2
50	34	17	11	9	7	6	5	4	4
75	52	26	17	13	10	9	7	6	6
100	69	34	23	17	14	11	10	9	8
125	86	43	29	22	17	14	12	11	10
150	103	52	34	26	21	17	15	13	11
175	121	60	40	30	24	20	17	15	13
200	138	69	46	34	28	23	20	17	15
225	155	78	52	39	31	26	22	19	17
250	172	86	57	43	34	29	25	22	19

$$U = \frac{C}{P \times V \times E \times 0,0029} = \frac{(I \times D \times G)}{P \times V \times E \times 0,0029} \quad [1]$$

donde,

- C es el coste del tratamiento (Pta/ha).
- P es la producción potencial (kg/ha).
- V es el valor de venta del trigo (Pta/kg).
- E es la efectividad del tratamiento (en tanto por uno).
- I es el precio del insecticida (Pta/kg o Pta/l).
- D es la dosis empleada (kg/hl o l/hl).
- G es el gasto utilizado (hl/ha).
- A es el coste de la aplicación (Pta/ha).

En los costes del tratamiento pueden intervenir otros factores, como los daños al cultivo o los costes de oportunidad (MUMFORD y NORTON, 1991). En el primer caso entrarían el efecto de las rodadas del tractor en aplicaciones terrestres, aunque podría ser compensado, al menos parcialmente, por la mayor producción de las plantas del borde de la rodada. También podrían considerarse daños por fitotoxicidad, pero en una aplicación correcta no tienen por qué darse. Los costes de oportunidad (realizar el tratamiento en vez de dedicar ese tiempo y dinero en otra actividad más rentable) dependerán del tipo y la estructura de la explotación, pero en el cultivo cerealista tradicional pueden ser desestimados.

Otra consideración a realizar es la presencia de otras plagas o enfermedades. Si se va a realizar el tratamiento contra alguna, que coincida en el mismo momento que *H. tritici*, se puede aprovechar la misma aplicación. Por tanto en el coste del tratamiento para *H. tritici* no se tendrá en cuenta el coste de la aplicación, excepto si es necesario realizar alguna adaptación (aumento del gasto), de la que se considerará sólo el incremento del coste. Incluso si el insecticida utilizado contra otra plaga es activo contra el trips, deberá tomarse en cuenta sólo si es necesario un aumento de la dosis o el gasto para el control de *H. tritici*.

Es necesario considerar no sólo los umbrales individuales de cada plaga y enfermedad,

sino el umbral global en cada momento. Puede ocurrir que no se sobrepasen los umbrales individualmente, pero sí el global (ALEKHIN, 1990).

Las plagas que habrá que tener en cuenta en el caso del control de *H. tritici*, por coincidencia del ciclo y momento de tratamiento, son pulgones, chinches, babosilla, tronchaespigas y otros trips. Sin embargo, por las observaciones realizadas en Castilla-La Mancha, no parece que adquieran actualmente la importancia de *H. tritici*, excepto las tres primeras dependiendo de las zonas, el año y la variedad.

El insecticida elegido modificará el coste del tratamiento y la efectividad, aunque no necesariamente un producto más caro es más efectivo. En bioensayos de laboratorio (BIELZA y TORRES VILA, 1998) se observó cómo, dentro de los fosforados, productos baratos como dimetoato o malatión, pueden ser tan efectivos o más que otros más caros como clorpirifos, acefato o fosalone.

En cambio, dentro de unos límites, una mayor dosis si aumentará la eficacia, pero habrá que estudiar si el aumento de la efectividad puede compensar el incremento del coste. Pero quizás más importante que la dosis sea el gasto utilizado. En otros ensayos se ha visto como un gasto de 200 l/ha no fue suficientemente efectivo, en cambio sí lo fue un gasto de 400 l/ha (BIELZA y LACASA, 1998), aunque dependerá del momento del tratamiento y la sincronía entre la fenología del cultivo y la emergencia y evolución de los adultos. De esta forma la combinación de dosis y gasto repercutirá en el coste y en la efectividad, variando el beneficio obtenido.

La aplicación de productos en espolvoreo puede ser una alternativa interesante, ya que reduce el coste de la aplicación, evita los problemas de recogida de agua, y se consigue una penetración muy buena.

Es necesario señalar que la utilización de los insecticidas deberá ajustarse a la legislación vigente, en cuanto a los cultivos autorizados, las dosis y la forma de aplicación.

No obstante, aun dentro de la legalidad, en la elección del insecticida deben considerarse

los riesgos para el medio ambiente, en función de la zona o región. El espectro de organismos beneficiosos, fauna silvestre, propiedades del suelo e hidrología varía en cada situación. Así deberá tomarse en cuenta la toxicidad en peces en campos cercanos a superficies de agua, la toxicidad sobre la fauna terrestre en fincas cinegéticas o con especies protegidas, los residuos en función del destino de la cosecha, la contaminación de aguas subterráneas en áreas con suelos muy permeables, etc. (DUSHOFF *et al.*, 1994). Además de considerar la incidencia del tratamiento sobre los enemigos naturales de otras plagas potenciales, que pueden verse favorecidas.

Para la comparación de los costes de tratamiento (C) entre las diferentes combinaciones de aplicación (A), dosis (D), gasto (G) y producto (I), en función de su efectividad (E), puede utilizarse el coste efectivo (CE), definido como:

$$CE = \frac{C}{E} = \frac{(I \times D \times G) + A}{E} \quad [2]$$

De esta forma se elegirá la combinación cuyo coste efectivo sea menor, siempre que la efectividad supere un mínimo aceptable, y a igualdad de CE se elegirá el de mayor efectividad. Sin embargo la elección del tratamiento en función del coste y la efectividad dependerá del nivel de la plaga, como se expone más adelante.

La estimación de la cosecha potencial no deberá implicar grandes dificultades, ya que la decisión de tratar el trips se toma en torno al espigado, cuando muchas de las incertidumbres sobre la cosecha ya se conocen, aunque no todas.

El valor de venta del trigo dependerá de su comercialización. Si el grano es vendido como semilla alcanza mayores precios, si se entrega a la intervención tendrá un precio bajo, y en este caso y en la venta a la industria harinera el precio puede variar con la calidad. Según el destino y el comprador, la calidad tendrá mayor o menor repercusión en el precio. El sector privado es más flexible en cuanto a la calidad que la intervención, jugando con los precios de cada partida. Por lo general la industria privada es más moderada en cuanto a las características físicas (RIVAS, 1985). Igualmente, si se vende el trigo para pienso las consideraciones sobre la calidad cambian totalmente.

Para estudiar la variación del precio en función de la incidencia de *H. tritici* en el peso específico del trigo, se tomó como referencia el régimen de precios y de intervención de la Organización Común del Mercado de los cereales de la Unión Europea (Reglamentos CEE 2731/75 y 689/92). El precio del grano es penalizado un 0,5% por cada kg/hl por debajo de 76 kg/hl, y el mínimo establecido para la aceptación del grano es de 72 kg/hl.

Se consideró que la incidencia PE = 80,41 – 0,03L entre el peso específico (PE, kg/hl) y el número de larvas por espiga (L) (BIELZA, 1997), calculada para la variedad Rinconada, será igual para cualquier variedad considerando su potencial. Por tanto cada 33,3 larvas/espiga reducirán en 1 kg/hl el peso específico del grano. El umbral con que se sobrepasará el peso específico mínimo aceptable (72 kg/hl) depende del peso específico potencial de cada variedad (cuadro 3), denominándolo umbral máximo:

Cuadro 3.-Larvas/espiga de *H. tritici* que reducen hasta 72 (umbral máximo) y 76 kg/hl (umbral de corte) el peso específico potencial

kg/hl	Peso específico potencial (kg/hl)								
	72	73	74	75	76	77	78	79	80
72	0	33	67	100	133	167	200	233	267
76	0	0	0	0	0	33	67	100	133

$$\text{si } PEP > PEM \rightarrow UMPE = \frac{PEP - PEM}{DPEL} = \frac{PEP - PEM}{0,03} \quad [3]$$

$$\text{si } PEP \leq PEM \rightarrow UMPE = 0$$

donde,

- PEP es el peso específico potencial de cada variedad (kg/hl)
- PEM es el peso específico mínimo aceptable (72 kg/hl)
- UMPE es el umbral máximo para el peso específico (larvas/espiga)
- DPEL es la disminución del peso específico por cada larva/espiga=0,03 kg/hl

Igualmente varía el umbral al que se alcanza el peso específico de corte (76 kg/hl) a partir del cual se empieza a penalizar el precio (cuadro 3), denominándolo umbral de corte:

$$\text{si } PEP > PEC \rightarrow UCPE = \frac{PEP - PEC}{DPEL} = \frac{PEP - PEC}{0,03} \quad [4]$$

$$\text{si } PEP \leq PEC \rightarrow UCPE = 0$$

donde,

- PEC es el peso específico de corte (76 kg/hl).
- UCPE es el umbral de corte para el peso específico (larvas/espiga).

La estimación de la pérdida económica que supone cada larva/espiga por encima del umbral de corte depende del valor del grano y de la producción potencial, según:

$$RPE = P \times V \times PPE = P \times V \times DUPE \times DPEL = P \times V \times 0,00015 \quad [5]$$

donde,

- RPE es la reducción de los ingresos por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del peso específico (Pta/ha).
- P es la producción potencial (kg/ha).
- V es el valor de venta del trigo (Pta/kg).
- PPE es el porcentaje de pérdida del valor del trigo debida a la disminución del peso específico por cada larva/espiga (en tanto por uno) =  $DUPE \times DPEL = 0,00015$ .

- DUPE es la depreciación del valor del trigo por la disminución de una unidad de peso específico (en tanto por uno) = 0,005.
- DPEL es la disminución del peso específico por cada larva/espiga = 0,03 kg/hl.

Para el cálculo del umbral de daño habrá que considerar también la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción, según:

$$RP = P \times V \times PP = P \times V \times 0,0029 \quad [6]$$

- RP es la reducción de los ingresos por cada larva/espiga (Pta/ha).
- P es la producción potencial (kg/ha).
- V es el valor de venta del trigo (Pta/kg).
- PP es el porcentaje de pérdida de producción por cada larva/espiga (en tanto por uno) = 0,0029.

Para calcular el umbral de daño considerando sólo la disminución de la producción bastará aplicar la fórmula:

$$UP = \frac{CE}{RP} \quad [7]$$

donde,

- UP es el umbral de daño considerando la disminución de la producción (larvas/espiga).
- CE es el coste efectivo del tratamiento (Pta/ha) (fórmula [2]).
- RP es la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción (Pta/ha) (fórmula [6]).

Si este umbral supera el valor de corte del peso específico (UCPE), será necesario realizar de nuevo el cálculo considerando la penalización del precio.

Para calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y del peso específico bastará aplicar la fórmula:

$$UPPE = \frac{CE + (RPE + UCPE)}{RP + RPE} \quad [8]$$

$$\text{si } UPPE < UCPE \rightarrow UPPE = UCPE$$

$$\text{si } UPPE > UMPE \rightarrow UPPE = UMPE$$

donde,

- UPPE es el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el peso específico (larvas/espiga).
- CE es el coste efectivo del tratamiento (Pta/ha) (fórmula [2]).
- RPE es la reducción de los ingresos debida a la disminución del peso específico por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del peso específico (kg/ha) (fórmula [5]).
- UCPE es el umbral de corte del peso específico (larvas/espiga) (fórmula [4]).
- RP es la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción (Pta/ha) (fórmula [6]).
- UMPE es el umbral máximo del peso específico (larvas/espiga) (fórmula [3]).

El umbral de daño (UPPE) no podrá ser inferior al umbral de corte (UCPE), ya que entonces no se produciría la depreciación. Además no podrá ser superior al umbral máximo (UMPE), ya que el grano no sería aceptado.

De esta forma, se calculará UP [7] y UPPE [8], tomando el valor mínimo para fijar el umbral económico de daño.

Otro componente de la calidad que influye en la aceptación del grano y en su precio es el porcentaje de granos dañados. Se tomó como referencia el régimen de precios y de intervención de la OCM de los cereales de la UE (Reglamentos CEE 2731/75 y 689/92). El precio del trigo blando es penalizado un 0,1% por cada 0,05% de granos dañados por encima del 5%, y el máximo establecido para la aceptación del grano es del 7%.

La relación estimada entre el porcentaje de granos dañados rechazables (GD) y el número de larvas por espiga (L) es  $GD = 0,82 L^{0,64}$  (BIELZA, 1997). De esta forma el umbral con que se sobrepasará el porcentaje máximo admitido de granos dañados (7%), denominado umbral máximo, será de 29 larvas/espiga, calculado según:

$$UMGD = \left( \frac{GDM}{0,82} \right)^{\frac{1}{0,64}} \quad [9]$$

donde,

- UMGD es el umbral máximo para los granos dañados (larvas/espiga).
- GDM es el porcentaje máximo aceptable de granos dañados (7%).

El umbral al que se alcanza el porcentaje de granos dañados de corte (5%) a partir del cual se empieza a penalizar el precio, denominándolo umbral de corte, será de 17 larvas/espiga, calculado según:

$$UCGD = \left( \frac{GDC}{0,82} \right)^{\frac{1}{0,64}} \quad [9]$$

donde,

- UCGD es el umbral de corte para los granos dañados (larvas/espiga).
- GDC es el porcentaje de corte de granos dañados (7%).

Para la estimación de la pérdida económica que supone cada larva/espiga por encima del umbral de corte, se utilizó la relación lineal  $GD = 5,1 + 0,1 L$ , ajustada a la curvilínea por encima del 5% de granos dañados, así:

$$RGD = P \times V \times PGD = P \times V \times \times DUGD \times DGDL = P \times V \times 0,002 \quad [11]$$

donde,

- RGD es la reducción de los ingresos por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del porcentaje de granos dañados (Pta/ha).
- P es la producción potencial (kg/ha).
- V es el valor de venta del trigo (Pta/kg).
- PGD es el porcentaje de pérdida del valor del trigo debida al aumento del porcentaje de granos dañados por cada larva/espiga (en tanto por uno) =  $DUGD \times DGDL = 0,002$ .
- DUGD es la depreciación del valor del trigo por el aumento de una unidad del porcentaje de granos dañados (en tanto por uno) = 0,02.

- DGD es el aumento del porcentaje de granos dañados por cada larva/espiga = 0,1%.

Para calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el aumento de los granos dañados bastará aplicar la fórmula:

$$UPGD = \frac{CE + (RGD + UCGD)}{RP + RGD} \quad [12]$$

si  $UPGD < UCGD \rightarrow UPGD = UCGD$

si  $UPGD > UMGD \rightarrow UPGD = UMGD$

donde,

- UPGD es el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el aumento del porcentaje de granos dañados (larvas/espiga).
- CE es el coste efectivo del tratamiento (Pta/ha) (fórmula [2]).
- RGD es la reducción de los ingresos debida al aumento del porcentaje de granos dañados por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del porcentaje de granos dañados (kg/ha) (fórmula [11]).
- UCGD es el umbral de corte del porcentaje de granos dañados (larvas/espiga) (fórmula [10]).
- RP es la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción (Pta/ha) (fórmula [6]).
- UMGD es el umbral máximo para el porcentaje de granos dañados (larvas/espiga) (fórmula [9]).

El umbral de daño (UPGD) no podrá ser inferior al umbral de corte (UCGD), ya que entonces no se produciría la depreciación. Además no podrá ser superior al umbral máximo (UMGD), ya que el grano no sería aceptado.

De esta forma, se calculará UP [7] y UPGD [12], tomando el valor mínimo para fijar el umbral económico de daño.

La penalización del precio por el peso específico y el porcentaje de granos dañados se puede dar conjuntamente, como en el caso de la intervención, por lo que será ne-

cesario considerar ambos junto con la disminución de la producción para calcular el umbral económico de daño.

Así, para calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el peso específico y el aumento de los granos dañados se aplicará la fórmula:

$$UPPEGD = \frac{CE + (RPE \times UCPE) + (RGD \times UCGD)}{RP + RGD} \quad [13]$$

donde,

- UPPEGD es el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el peso específico y el aumento del porcentaje de granos dañados (larvas/espiga).
- CE es el coste efectivo del tratamiento (Pta/ha) (fórmula [2]).
- RPE es la reducción de los ingresos debida a la disminución del peso específico por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del peso específico (kg/ha) (fórmula [5]).
- UCPE es el umbral de corte del peso específico (larvas/espiga) (fórmula [4]).
- RGD es la reducción de los ingresos debida al aumento del porcentaje de granos dañados por cada larva/espiga por encima del umbral de corte del porcentaje de granos dañados (kg/ha) (fórmula [11]).
- UCGD es el umbral de corte del porcentaje de granos dañados (larvas/espiga) (fórmula [10]).
- RP es la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción (Pta/ha) (fórmula [6]).

Como la penalización del peso específico y del porcentaje de granos dañados sólo existirá si se rebasan su respectivos umbrales de corte, se calculará UP [7], UPPE [8], UPGD [12] y UPPEGD [13], tomando el valor mínimo de los cuatro para fijar el umbral económico de daño.

Para otros componentes de la calidad como los restos de trips o, en los trigos duros, los granos maculados, sólo alcanzaron niveles inaceptables con densidades larvarias muy altas, por lo que no fueron toma-

dos en cuenta. Igualmente, aunque *H. tritici* parece perjudicar la calidad harino-panadera del trigo, la relación con la densidad de larvas y su influencia en el precio no pudo ser determinada, y los umbrales anteriormente estimados son lo suficientemente bajos como para poder soslayar este daño.

Considerando todo lo expuesto, para calcular el umbral económico de daño habrá que seguir los siguientes pasos:

1. Calcular a partir del coste del tratamiento (C) y su eficacia (E), el coste efectivo del tratamiento (CE) [2].

2. Estimar la producción potencial (P) y el valor de venta del trigo (V).

3. Calcular la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción por cada larva/espiga (RP) [6].

4. Calcular el umbral de daño considerando únicamente la disminución de la producción (UP) [7].

5. Si existe un peso específico mínimo para la aceptación del grano (PEM), con el peso específico potencial de la variedad (PEP) calcular el umbral máximo admitido (UMPE) [3].

6. Con el peso específico de corte (PEC) y potencial (PEP), calcular el umbral de corte para el peso específico (UCPE) [4].

7. Calcular la reducción de los ingresos debida a la disminución del peso específico por cada larva/espiga (RPE) [5].

8. Calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el peso específico (UPPE) [6], que no deberá ser menor que UCPE ni mayor que UMPE.

9. Si existe un porcentaje máximo de granos dañados para la aceptación del grano (GDM), calcular el umbral máximo admitido (UMGD) [9].

10. Con el porcentaje de granos dañados de corte (GDC), calcular el umbral de corte para los granos dañados (UCGD) [10].

11. Calcular la reducción de los ingresos debida al aumento del porcentaje de granos dañados por cada larva/espiga (RGD) [11].

12. Calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el

aumento del porcentaje de granos dañados (UPGD) [12], que no deberá ser menor que UCGD ni mayor que UMGD.

13. Calcular el umbral de daño considerando la disminución de la producción y el peso específico y el aumento del porcentaje de granos dañados (UPPEGD) [13].

14. El umbral de daño final (U), será el valor mínimo de UP, UPPE, UPGD y UPPEGD.

Obviamente los parámetros del peso específico y del porcentaje de granos dañados sólo se considerarán si se tienen en cuenta en la comercialización del grano.

Aunque, en principio, el proceso pueda parecer algo engorroso, es muy fácil de elaborar en una hoja de cálculo en un ordenador, y más sencillo de utilizar si se realiza un sencillo programa al efecto. Para ello se elaboró el programa TRITICI, utilizando Delpihi® (BORLAND), disponible para el que lo solicite a los autores del presente trabajo.

Para ver si un aumento del coste del tratamiento compensa una mayor eficacia bastará considerar la relación:

$$L \times RP \times (E1 - E2) > C1 - C2$$

donde,

- L es el número de larvas por espiga presente.
- RP es la reducción de los ingresos debida a la disminución de la producción por cada larva por espiga (Pta/ha) (fórmula [6]).
- E es la efectividad del tratamiento (en tanto por uno).
- C es el coste del tratamiento (Pta/ha).
- 1 es el tratamiento más caro y más eficaz.
- 2 es el tratamiento más barato y menos eficaz.

Así, si el aumento de los ingresos es mayor que la diferencia del coste, se elegirá el tratamiento más caro pero más eficaz. Además, en la elección del insecticida deberá tenerse en cuenta la efectividad sobre otras plagas presentes.

Cuadro 4.-Cálculo del umbral económico de daño (U) de *H. tritici* para distintos supuestos de producción y comercialización del trigo.

Variable	Supuesto*				
	1	2	3	4	5
V	20,28	20,28	27,01	30,33	21,00
P	2.000	2.000	2.408	3.500	1.000
RP	117,62	117,62	188,62	304,50	60,90
UP	27	27	17	10	51
PEP	78	82	80		
PEM	72	78			
PEC	76		80		
UMPE	200	133			
UCPE	67		0		
RPE	6,08		9,76		
UPPE	67	133	16		
GDM	7	5			
GDC	5	2	5		
UMGD	29	17			
UCGD	17	4	17		
RGD	81,12	81,12	130,08		
UPGD	23	17	17		
UPPEGD	24		16		
U	23	17	16	10	51

\* Ver texto.

Se realizaron una serie de supuestos para estimar los umbrales de daño de *H. tritici* en diferentes situaciones (cuadro 4). Para simplificar se estimó para todos un coste del tratamiento (C) de 2.500 Pta/ha y una eficacia del 80% ( $E = 0,8$ ), con lo que el coste efectivo (CE) será de 3.125 Pta/ha. Cuando se ha tenido en cuenta la depreciación del trigo por la disminución del peso específico o por el aumento del porcentaje de granos dañados, se ha considerado la señalada en la OCM de los cereales de la UE, es decir una penalización del 0,5% por cada kg/hl (DUPE = 0,005) y del 2% por cada 1% de granos dañados (DUGD=0,02).

### Supuesto 1

Cultivo en seco de una variedad de trigo blando con una producción potencial

de 2.000 kg/ha y un peso específico potencial de 78 kg/hl, que se entrega a la intervención. El umbral de daño resultante es de 23 larvas/espiga.

### Supuesto 2

El mismo caso anterior pero para un trigo duro con un peso específico potencial de 82 kg/hl. El umbral de daño resultante es de 17 larvas/espiga, ya que aunque no existen penalizaciones en el peso específico, la intervención es más exigente con el porcentaje de granos dañados.

### Supuesto 3

Un cultivo de trigo con la producción media de 1985-93 de 2.408 kg/ha y el valor medio del mismo período de 27,01 Pta/kg

(MAPA, 1995) y con un peso específico potencial de 80 kg/hl. La comercialización se realiza en el sector privado, sin valor mínimo para el peso específico, pero con la misma penalización del precio que en la intervención desde el primer kg/hl de disminución (PEC = PEP). En cuanto al porcentaje de granos dañados no existe un máximo, pero se mantiene el valor de corte del 5%.

En estas condiciones el umbral de daño es de 16 larvas/espiga.

#### Supuesto 4

Un cultivo de trigo con riegos de apoyo, consiguiendo una producción de 3.500 kg/ha, y venta para semilla a 30 Pta/kg. No existen restricciones en cuanto al peso específico ni a los granos dañados. En estas condiciones de

buena producción y alto precio de venta, el umbral de daño se sitúa en 10 larvas/espiga.

#### Supuesto 5

Un cultivo de trigo en malas condiciones de crecimiento, con una producción potencial de tan sólo 1.000 kg/ha, y venta para pienso a 21 Pta/kg, con lo que no hay restricciones de calidad. En estas condiciones el umbral de daño ascenderá a 51 larvas/espiga.

Como se desprende de los anteriores supuestos los umbrales de daño son mucho más bajos que las poblaciones registradas en las tres campanas estudiadas, incluso en el supuesto más desfavorable. Por tanto habría compensado con creces realizar el tratamiento insecticida, incluso a costes más altos o más de un tratamiento.

#### ABSTRACT

BIELZA, P. y LACASA, A., 1998: Cálculo del umbral económico de daño del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(2): 239-250.

For the wheat thrips, *Haplothrips tritici*, a calculation system was developed of the economic damage threshold in function of the potential production, the selling price and the cost of the treatment, considering the decrease of the production and the quality. For average productions and prices the economic damage threshold was 17 larvae per spike. To facilitate all the calculations the program TRITICI was developed.

**Key words:** *Haplothrips tritici*, *Thysanoptera*, thrips, pest, wheat, threshold, injuriousness, IPM.

#### REFERENCIAS

- ALEKHIN, V. A., 1990: Estimation of the overall economic threshold of injuriousness [en ruso]. *Zashchita Rastenii Moskva*, 8: 38.
- BANITA, E., 1968: Cercetari asupra biologiei si ecologiei tripsului griului (*Haplothrips tritici* Kurd.). *Analele Institutului de Cercetari pentru Protectia Plantelor*, 6: 279-291.
- BANITA, E., 1976: *Cercetari privind biologia, ecologia si combaterea tripsului griului* (*Haplothrips tritici* Kurd.) in Oltenia. Rez. Teza de doctorat, Inst. agron. «Nicolae Balcescu», Bucuresti, 25 pp.
- BANITA, E., 1987: Capacitatea de atac a principalilor daunatori ai griului. *Probleme de Protectia Plantelor*, 15(3): 201-216.
- BIELZA, P., 1997: *El trips del trigo*, *Haplothrips tritici* Kurdjumov (Thysanoptera: Phlaeothripidae), en *Cas-tilla-La Mancha: biología, ecología, daños y métodos de control*. Tesis Doctoral, E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid, 484 pp.
- BIELZA, P. y LACASA, A., 1998: Momento, gasto y número de los tratamientos insecticidas contra el trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* (en prensa).
- BIELZA, P. y TORRES VILA, L. M., 1998: Bioensayos de insecticidas con el trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* (en prensa).
- BIELZA, P.; TORRES VILA, L. M., y LACASA, A., 1996a: Incidencia cualitativa y cuantitativa de *Haplothrips tritici* Kurd. (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en la producción de trigo. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*, 22(2): 277-288.

- BIELZA, P.; TORRES VILA, L. M., y LACASA, A., 1996b: Injuriousness of *Haplothrips tritici* Kurd. on wheat in central Spain. *Folia entomologica hungarica*, **57**: 13-18.
- BOURNIER, A., 1983: *Les Thrips*. INRA, Paris, 128 pp.
- BOURNIER, A. y BERNAUX, P., 1971: *Haplothrips tritici* Kurdj. et *Limothrips cerealiium* Hal. agents de la moucheture des blés durs. *Annales de Zoologie-EcologieAnimale*, **3**(2): 247-259.
- DUSHOFF, J.; CALDWELL, B. y MOHLER, C. L., 1994: Evaluating the environmental effect of pesticides: a critique of the Environmental Impact Quotient. *American Entomologist*, Fall: 180-184.
- DVORYANKIN, E. A. y KRASNYYKH, A. A., 1991: Biochemical evaluation of protection of wheat grain from *Haplothrips tritici* with Croneton [en ruso]. *Sel'skokhozyaistvennaya-Biologiya*, **1**: 196-198.
- KAMENCHENKO, S. E., 1988: Assessment of the injuriousness of phytophages of spring wheat and prospects for using it in an intensive technology under irrigation conditions [en ruso]. *Sib. Vestn. S-skokh. Nauk.*, **1**: 33-37.
- KOROBOV, V. A.; POSKOL'NYI, N. N.; BEZKOROVAINYI, N. A. y YASINSKII, I. E., 1991: Effectiveness of aerial application of insecticides for protection of spring wheat against pests in the Novosibirsk region [en ruso]. *Nauchno Tekhnicheskii Byulleten' RASKhI, Sibirskoe Otdelenie: Sibirskii Nauchno Issledovatel'skii Institut Zemledeliya i Khimizatsii Sel'skogo Khozyaistva*, **2**: 27-33.
- KOROBOV, V. A.; SOBAKAR T. A. y POSKOL'NYI, N. N., 1995: Harmfulness of wheat thrips on spring wheat crops in Siberia [en ruso]. *Zashchita Rastenii Moskva*, **7**: 29.
- KRYAZHEVA, L. P.; FILIPPOVA, T. N.; MAKHANKOVA, T. A.; CHIKHACHEVA, Yu. N.; EROFEEVA, L. A.; KIRILENKO, E. I. y OVSYANNIKOVA, E. I., 1987: Combined harmfulness of pest organisms on winter wheat grown under intensive technology [en ruso]. In Chumakov A. E. (ed.), *Ekologicheskie aspekty vrednosnosti boleznai zernovykh kul'tur*, San Petersburgo, Vsesoyuznyi Nauchno-issledovatel'skii Institut Zashchity Rastenii, pp. 5-11.
- LYUVENOV, Y. A., 1961: A contribution to the bionomics of the wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd.) in Bulgaria and possibilities of reducing the injury done by it [en bulgaro]. *Izr. bsent. nauchnoizsled. Inst. Zashit. Rast. Sof.*, **1**: 205-238.
- MAPA (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN), 1995: *Anuario de Estadística Agraria 1993*. MAPA, Madrid, 707 pp.
- MUMFORD, J. D. y NORTON, G. A., 1991: Economics of integrated pest control. In Teng P. S. (ed.), *Crop loss assessment and pest management*, APS Press, St. Paul, Minnesota, pp. 191-200.
- PAVLOV, I. F., 1937: Noxiousness of *Haplothrips tritici* Kurd. *Rev. appl. Ent. (A)*, **25**: 143-144.
- RIVAS, C., 1985: Normas de calidad del trigo. In II Jornadas técnicas sobre cereales de invierno, Tomo II, Pamplona, 10-14 diciembre 1985, Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes de Navarra: 229-240.
- RUBTZOVA, I. A., 1935: *Haplothrips tritici* Kurd. and the coefficient of its injury [en ruso]. *Pl. Prot. Leningr. (1935)*: 41-46.
- SAVESCU, A.; BARBULESCU, AL.; POPOV, C.; MANOLACHE, F.; BOBIRNAC, B.; BANITA, E.; BOGULEANU, GH.; IONESCU, M. A.; MANOLACHE, C.; DOBREANU, E.; BALAJ, D.; KIS, B.; GUSIC, V.; MATEIAS, M. C.; ROSCA, I.; CANTOREANU, M.; VASILIU, L.; DUVLEA, IL.; IONESCU, C.; PERJU, T.; SAPUNARU, T.; NICA, F.; CONSTANTINESCU, V. y GHIZDAVU, I. 1982: *Tratat de zoologie agricola. Daunatorii plantelor cultivate. Vol. II*. Ed. Academiei R.S.R., Bucuresti.
- SUROVENKOV, B. G., 1961: Biological peculiarities of larvae of *Haplothrips tritici* Kurd. under the conditions of Siberian Trans-Ural [en ruso]. *Zool. J.*, **40**(10): 1968-1971.
- SUROVENKOV, B. G., 1974: Biologija licsinok psenicnogo tripsa (*Haplothrips tritici*) i ego hoscnikovmalasek (Melyridae) v evropejsknoj lezsozštepi. *Zool. Zs. Moskva*, **7**: 1.096-1.098.
- SUROVENKOV, I. y LOPATIN, M., 1967: Vrednost psenicinogo tripsa. *S-h. Proizvod. Urala*, **5**(1): 22-24.
- TANSKY, V. I., 1958: The biology of wheat thrips *Haplothrips tritici* Kurd. (*Thysanoptera, Phlaeothripidae*) in Northern Kazakhstan and the proposed cultural methods of its control [en ruso]. *Rev. d'ent U.R.S.S.*, **37**: 785-797.
- TANSKY, V. I., 1960: Vrednost psenicinogo tripsa. *Zasc. Rast. Vredit. Bolezni.*, **7**: 23-25.
- TANSKY, V. I., 1962: Opredelenie vresnosti licinok psenicinogo tripsa. *Zasc. Rast. Vredit. Bolezni.*, **12**: 43-44.
- TANSKY, V. I., 1965: Nekotorie faktori, reguliruiuscie vrednost seroi zernovoi sovki, psenicinogo tripsa iklopov-scitnikov na posevah pseniti v Telinnom krae. *Trudi Vsesoiuz. entomol. Obsc.*, **50**: 171.
- TASTENOV, S. A. y SHUL'GINA, G. M., 1991: Influence of insecticides on the pest complex and resistance of cereal crops [en ruso]. *Nauchno Tekhnicheskii Byulleten', RASKhI Sibirskoe Otdelenie: Sibirskii Nauchno is sledovatel'skii Institut Sel'skogo Khozyaistva*, **5**: 10-13.
- YACHENYA, S. V. y SEM'YANOV, V. P., 1981: Concidence in the development of cereal crops and cereal thrips, and diagnosis of damage caused by them [en ruso]. In Sem'yanov, V. P. (ed.), *Noveishie dostizheniya sel'skokhozyaistvennoi entomologii (po materialam USh s'ezda VEO, Vil'nyus, 9-13 oktyabrya 1979 g.)*, Vilnius, Vsesoyuznoe Entomologicheskoe Obshchestvo, pp. 214-218.

(Recepción: 8 enero 1998)

(Aceptación: 27 marzo 1998)