

Patógenos y depredadores naturales del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov), en Castilla-La Mancha

P. BIELZA, J. C. TELLO, L. M. TORRES VILA, M. C. RODRÍGUEZ MOLINA e I. RUIZ TAPIADOR

En un estudio de dos años sobre los hongos entomopatógenos que atacan a las larvas del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov), durante el período de diapausa en el suelo, se encontró que *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin representa un factor de mortalidad importante, aunque con variaciones acusadas entre años. En los bioensayos de patogenicidad realizados se detectaron diferencias de patogenicidad entre aislados.

Se detectaron varios depredadores potenciales de larvas diapausantes, dos especies de carábidos, *Paradromius linearis* Olivier y *Microlestes* sp. y varias especies de arañas.

Sobre las espigas de trigo se encontraron larvas y adultos de *Aeolothrips*, que depredan sobre los huevos y las larvas I de *H. tritici*. Las larvas II no son presas de *Aeolothrips* ya que se defienden con éxito, llegando a invertirse los papeles, depredando *H. trititrici* sobre *Aeolothrips*.

En las espigas se recogieron larvas de *Chrysopa* y sírfidos con síntomas de haberse alimentado sobre larvas de *H. tritici*, según se pudo comprobar en laboratorio. En cambio, las mariquitas (*Coccinella septempunctata* L.) no se alimentaron de larvas de *H. tritici* en cautividad.

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).

J. C. TELLO: Departamento de Biología Vegetal, Producción Vegetal y Ecología. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería.

L. M. TORRES VILA y M. C. RODRÍGUEZ MOLINA: Unidad de Fitopatología. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca La Orden. Apdo. 22. 06080 Badajoz.

I. RUIZ TAPIADOR: E.U.T.I. Agrícola. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

Palabras clave: *Haplothrips tritici*, *Thysanoptera*, trips, plaga, trigo, *Beauveria bassiana*, patógeno. *Carabidae*, *Aeolothrips*, depredador.

INTRODUCCIÓN

Haplothrips tritici Kurdjumov es una especie monovoltina, pasando nueve meses (de julio a marzo) como larva diapausante refugiada en el suelo y en el rastrojo (BIELZA *et al.*, 1996a; BIELZA *et al.*, 1996b, BIELZA, 1997). Al tener sólo una generación anual, los factores de mortalidad en el prolongado estado de diapausa son de crucial importancia para regular las poblaciones de

adultos que emergen en la primavera y, por tanto, la intensidad del ataque.

El conocimiento de los factores abióticos y bióticos que regulan las poblaciones es de gran interés para predecir los efectivos que atacarán al trigo. Por otro lado, su conocimiento permitirá realizar las intervenciones más apropiadas para favorecer los factores de mortalidad. De esta manera se podrá manejar el cultivo con los medios disponibles para minimizar la incidencia posterior de la

plaga. Como ya se ha indicado el largo período de vida en el suelo permite un margen de maniobra amplio para tales actuaciones.

Las altas poblaciones de *H. tritici* que se registran en el trigo han sido explicadas, entre otros factores, porque esta especie se ha adaptado a una única planta nutricia en la cual sus depredadores se reproducen más lentamente que en gramíneas silvestres (LEWIS, 1973). A este respecto ha sido señalado que las poblaciones de trips son controladas por sus enemigos naturales en los trigos silvestres, mientras que no lo son en los trigos cultivados (SHUROVENKOV y MIKHAILOVA, 1985).

Aunque esta especie no tiene ningún depredador específico (KURDJUMOV, 1913), en la antigua URSS han sido citados como depredadores de *H. tritici*: *Aeolothrips fasciatus* (Thysanoptera), *Chrysopa* spp. (Neuroptera), *Adonia variegata*, *Malachius viridis*, *N. marginellus*, *Paratimus femoralis* (Coleoptera), *Nabys ferus* y *Orius niger* (Hemiptera) (LEWIS, 1973; SAVESCU *et al.*, 1982).

En España, *Rhipidothrips gratosus* y diversas especies de *Aeolothrips* se han citado como posibles depredadores (LACASA y LLORENS, 1996). DEL CAÑIZO (1929) ya se refirió a *Aeolothrips fasciatus* como posible depredador.

Las poblaciones de larvas invernantes pueden ser reducidas por varias especies de arañas (LACASA, 1993). En Alemania, se ha estudiado cómo *Dictyna arundinacea* teje su telaraña en las espigas de trigo, consumiendo preferentemente *Oscinella frit*, pulgones (*Sitobion avenae* y *Rhopalosiphum padi*, principalmente alados) y trips (HEIDGER y NENTWIG, 1989).

En el suelo las larvas diapausantes son atacadas frecuentemente por hongos, y una labor profunda de vertedera favorece la destrucción de larvas por *Beauveria bassiana* (KURDJUMOV, 1913; GRIVANOV, 1939). En Bulgaria hasta el 20% de las larvas pueden estar infectadas por este hongo (LYUBENOV, 1961).

En España se han encontrado índices de mortalidad similares (21%) en larvas inver-

nantes, producida por un hongo *Hyphomycete* (TORRES VILA *et al.*, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

Patógenos

En Santa Olalla (Toledo) durante las campañas 1994/95 y 1995/96 se muestrearon larvas de *Haplothrips tritici*, recogidas del suelo y del rastrojo (vivas y muertas), durante el período de diapausa (verano, otoño e invierno). La recogida de muestras y la extracción de las larvas es la descrita por BIELZA *et al.* (1996c).

Aislamiento de la flora fúngica

Todas las larvas recuperadas del suelo y rastrojo (vivas y muertas) se sembraron en placas de Petri con PDA (medio Patata-Dextrosa-Agar), para facilitar el desarrollo de los hongos presentes y posibilitar su aislamiento. La siembra de las larvas se efectuó sin desinfección externa previa, dado que el desinfectante puede fácilmente invadir la cavidad general del insecto debido a su pequeño tamaño, con efecto letal para cualquier entomopatógeno potencial. Las placas se incubaron a temperatura ambiente en el laboratorio (18-27 °C) y las lecturas se iniciaron a las 48 h, continuándolas durante un mes, debido al lento desarrollo de algunos hongos presentes. Tras la identificación y cuantificación de la flora fúngica, se realizó el aislamiento y purificación de algunas cepas de los hongos presentes para realizar ensayos de patogenicidad.

Bioensayos de patogenicidad

Se realizaron bioensayos de patogenicidad de tres aislados de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin obtenidos de las larvas muestreadas. También se realizaron con cuatro aislados de *Stemphylium* sp., que al con-

trario que el anterior, no se conoce como entomopatógeno, pero fue el género que apareció con mayor frecuencia sobre las larvas.

Inóculo fúngico

Cada aislado, mantenido en cultivo puro sobre PDA en tubos de ensayo bajo las condiciones de laboratorio (18-27 °C), se hizo crecer en placas Petri con PDA a razón de 17 ml/placa (TELLO *et al.*, 1991) (5-10 placas por aislado según la esporulación observada en el microscopio). A cada placa se añadieron 10 ml de agua estéril con mojan- te al 1‰ (TWEEN 20, Merck), dejándolas durante una hora en un agitador circular. La suspensión resultante del total de placas preparadas para cada cepa se recogió en un

erlenmeyer estéril. La concentración se determinó mediante una cámara de recuento Neubauer, obteniendo el número de conidias por mililitro. Las concentraciones obtenidas para cada aislado se reflejan en el cuadro 1. A partir de la concentración inicial obtenida se prepararon cinco diluciones decimales para cada aislado. Como control se utilizó agua estéril con mojan- te al 1‰ (TWEEN 20, Merck).

Técnica de inoculación

Para la realización del bioensayo se diseñó una cámara (fig. 1), consistente en un bloque de escayola de 8,5 × 3,8 × 1 cm, con un rebaje cilíndrico de 2 cm de diámetro y 2 mm de profundidad. En un reborde en la

Cuadro 1.—Concentración de conidias obtenida para los bioensayos de patogenicidad de *B. bassiana* y *Stemphylium* sobre larvas de *H. tritici*

Hongo	Aislado	Concentración 10 ⁶ conidias/ml
<i>B. bassiana</i>	3C0bM	1,76
	3A1V	2,72
	2C0V	2,23
<i>Stemphylium</i> sp.	3E0bV	8,00
	3C0bV	36,00
	2A0V	8,00
	3C0aV	100,00

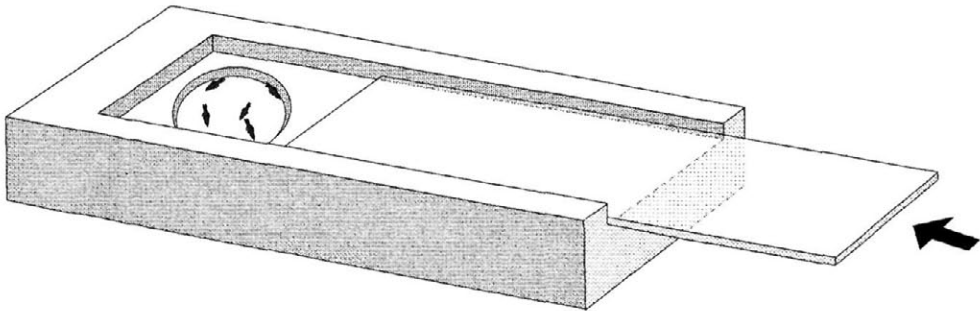


Fig. 1.—Cámara de inoculación.

parte superior, de 0,6 cm en los laterales y de 1 cm en uno de los extremos, encaja un portaobjetos estándar de 76 × 26 mm, manteniendo sellado el rebaje. Deslizándolo el portaobjetos permite abrir la cámara para introducir los insectos, cerrándola con facilidad. Las cámaras fueron confeccionadas en serie mediante un molde fabricado al efecto.

El diseño de esta cámara posibilitó:

⇒ que no se escapasen las larvas (lo que no es tan trivial como parece)

⇒ un espacio de poca profundidad y sin esquinas, que satisfaciendo el tigmotropismo positivo de las larvas, facilita su observación

⇒ una observación de las larvas inmejorable a través del cristal del portaobjetos, facilitada por entrar todo el espacio dentro del campo visual de la lupa y dentro de la profundidad de campo

⇒ transporte, manejo y almacenamiento fácil

⇒ establecimiento dentro de la cámara de la humedad relativa del ambiente donde se encuentre, gracias a las propiedades absorbentes de la escayola

⇒ coste muy bajo, reciclaje del portaobjetos y fabricación sencilla y en serie

En cada cámara se introdujeron 10 larvas diapausantes, recogidas de las espigas en primavera para evitar en lo posible que estuviesen contaminadas por hongos del suelo. Se realizaron tres repeticiones de 10 larvas para cada concentración de cada aislado (incluido el testigo).

Cada cámara se inoculó con 1 ml de cada dilución mediante una micropipeta de precisión, rellenando momentáneamente la cámara antes de ser absorbido por la escayola. Mediante este método se combinó con facilidad la inmersión momentánea de las larvas en la suspensión de conidias y el contacto con la superficie infectada. El ensayo se desarrolló a 25 ± 1 °C, 75% HR y en oscuridad. La mortalidad se evaluó cada 7 días y la experiencia se dio por finalizada al alcanzar el 100% de mortalidad en la concentra-

ción más elevada, o al mes de iniciar el ensayo en caso de no presentarse mortalidad.

En los bioensayos la mortalidad fue analizada mediante un análisis Probit (FINNEY, 1972) utilizando el programa informático POLO-PC (RUSSELL *et al.*, 1977).

Depredadores

En la extracción de larvas de las muestras de rastrojo se separaron los posibles depredadores que se encontraban, y se confinaron en cámaras de cría, exactamente iguales a las de inoculación (fig. 1), junto con larvas invernantes, observando si se alimentaban de las larvas y su eficacia depredadora.

En la campaña 1995/96 se recogieron en campo los posibles depredadores que se encontraban, y se confinaron en las cámaras de cría (fig. 1) junto con huevos, larvas I y larvas II de *H. tritici*, observando si se alimentaban sobre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flora fúngica aislada

La flora fúngica aislada del total de las larvas en las dos campañas se refleja en el cuadro 2. Debido a que no se realizó ninguna desinfección de las larvas previa a la siembra en PDA, se aislaron muchos hongos saprofitos habitantes típicos del suelo.

Sin embargo los mayores porcentajes correspondieron a *Stemphylium* spp. y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. El primero es un habitante típico del suelo, pero debido a la alta proporción en que se aisló se realizó un bioensayo de patogenicidad con cuatro aislamientos. El segundo es un entomopatógeno que ataca a muchas especies de insectos, del que se han realizado estudios sobre diferentes especies de trips (DYADECHKO, 1967; RAIZADA, 1976; GILLESPIE, 1986; KUROI *et al.*, 1993; STIRMANOVA, 1994) y de otros insectos (PRIOR *et al.*, 1988; FENG *et al.*, 1990; MCDOWELL

Cuadro 2.-Frecuencia de la flora fúngica aislada del total de larvas diapausantes de *H. tritici* analizadas en las campañas 1994/95 y 1995/96

Campaña	1994/95	1995/96	Total
Número de larvas	3.152	1.451	4.603
Género	%	%	%
<i>Stemphylium</i>	29,82	1,10	20,77
<i>Beauveria</i>	23,83	3,03	17,27
<i>Cladosporium</i>	5,52	5,65	5,56
<i>Alternaria</i>	5,68	4,65	5,34
<i>Penicillium</i>	2,03	9,92	4,52
<i>Helminthosporium</i>	0,13	10,96	3,54
<i>Acremoniula</i>	0,00	9,51	3,00
<i>Rhizopus</i>	1,52	5,93	2,91
<i>Gilmaniella</i>	0,19	7,10	2,37
<i>Fusarium</i>	1,97	0,55	1,52
<i>Nigrospora</i>	1,78	0,00	1,22
<i>Aspergillus</i>	0,51	2,34	1,09
<i>Ulocladium</i>	0,00	0,69	0,22
<i>Phoma</i>	0,29	0,07	0,22
<i>Epicoccum</i>	0,16	0,14	0,15
<i>Gliocladium</i>	0,00	0,41	0,13
<i>Cylindrocarpon</i>	0,16	0,00	0,11
<i>Botryotricum</i>	0,00	0,14	0,04
<i>Trichoderma</i>	0,03	0,00	0,02
<i>Mortierella</i>	0,03	0,00	0,02
<i>Oidiodendron</i>	0,03	0,00	0,02
<i>Monocillium</i>	0,03	0,00	0,02
No Identificado	0,35	5,38	1,93

et al., 1990; WANG y KNUDSEN, 1993) y existen preparados comerciales para su uso en el control biológico de plagas. Ya ha sido citado como patógeno de *H. tritici* en Bulgaria (LYUBENOV, 1961) y Rusia (KURDJUMOV, 1913; GRIVANOV, 1939), aunque se desconocía en España. TORRES VILA et al. (1994) denunciaron el ataque de un hongo *Hyphomycete* sobre *H. tritici* en el centro de España, siendo identificado posteriormente como *B. bassiana* (RODRÍGUEZ MOLINA det.).

Las diferencias entre las dos campañas en la presencia de *B. bassiana* fueron explicadas por unas condiciones de sequía en la primera, desfavorables para la supervivencia del trips y por tanto para su resistencia al patógeno, provocando intensos ataques del hongo durante el invierno; y de excesiva hu-

medad en la segunda, desfavorable a la supervivencia de las esporas del hongo, rebajando la densidad de inóculo, y favorable para las larvas del trips.

Bioensayos de patogenicidad

B. bassiana

La mortalidad en el aislado 3C0bM no se ajustó perfectamente al modelo Probit ($\chi^2 = 25,32$; $gl = 13$; $P < 0,05$) por lo que el programa POLO-PC (RUSSEL et al., 1977) corrigió los datos con el factor de heterogeneidad (1,95). El índice de significación de la potencia de la estimación fue de $g_{(0,95)} = 0,17$, menor que el máximo permitido (0,5). Existió una relación significativa ($t = 7,38$;

$P < 0,05$) $MP = 6,31 + 0,76 \log[C]$ (fig. 2), entre la mortalidad Probit (MP) de las larvas y el logaritmo de la concentración de conidias ($\log[C]$) en 10^6 conidias/ml (cuadro 3). Se estimó una concentración letal 50 (límites fiduciales del 95%) de

0,019 (0,006-0,068) expresada en millones de conidias por mililitro (cuadro 4).

La mortalidad en el aislado 3A1V se ajustó al modelo Probit ($\chi^2 = 12,56$; $gl = 13$; $P > 0,05$), con un factor de heterogeneidad de 0,97 y un índice de significación de la

Cuadro 3.—Parámetros, error típico y test *t* de la relación entre la mortalidad Probit y el logaritmo de la concentración de conidias (en 10^6 conidias/ml) de los tres aislados de *B. bassiana* ensayados sobre larvas de *H. tritici* y del análisis global de dos de ellos

Aislado	Parámetro		ET	<i>t</i>
3C0bM	Constante	6,31	0,22	5,89*
	Pendiente	0,76	0,10	7,38*
3A1V	Constante	6,18	0,20	5,85*
	Pendiente	0,79	0,10	7,56*
2C0V	Constante	7,31	0,34	6,74*
	Pendiente	1,19	0,16	7,38*
3C0bM + 3A1V	Constante	6,24	0,15	6,29*
	Pendiente	0,77	0,73	10,56*

* $P < 0,05$.

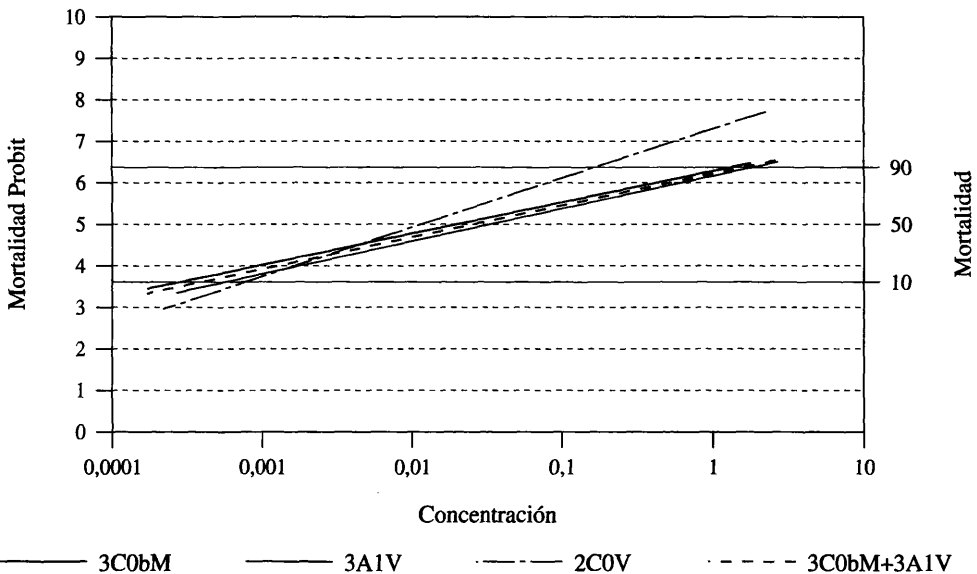


Fig. 2.—Relación entre la mortalidad Probit y el logaritmo de la concentración de conidias (10^6 conidias/ml) de los tres aislados de *B. bassiana* ensayados sobre larvas de *H. tritici*.

Cuadro 4.—Concentración letal 10, 50 y 90 con sus límites fiduciales al 95% para los tres aislados de *B. bassiana* ensayados sobre larvas de *H. tritici* y del análisis global de dos de ellos

Aislado	CL10		CL50		CL90	
	Límites Fiduciales 95%		Límites Fiduciales 95%		Límites Fiduciales 95%	
3C0bM	0,00040 0,00002 0,00170		0,01916 0,00574 0,06825		0,92861 0,20181 21,64748	
3A1V	0,00077 0,00017 0,00209		0,03205 0,01534 0,06740		1,33350 0,48481 6,31857	
2C0V	0,00095 0,00023 0,00223		0,01135 0,00555 0,02292		0,13636 0,05896 0,53931	
3C0bM + 3A1V	0,00053 0,00014 0,00132		0,02474 0,01293 0,04792		1,14681 0,44843 4,54762	

potencia de la estimación $g_{(0,95)} = 0,07$. Existió una relación significativa ($t = 7,56$; $P < 0,05$) $MP = 6,18 + 0,79 \log[C]$ (fig. 2), entre la mortalidad Probit (MP) de las larvas y el logaritmo decimal de la concentración de conidias ($\log[C]$) en 10^6 conidias/ml (cuadro 3). Se estimó una concentración letal 50 (límites fiduciales del 95%) de 0,032 (0,015-0,067) expresada en millones de conidias por mililitro (cuadro 4).

En el aislado 2C0V la mortalidad también se ajustó al modelo Probit ($\chi^2 = 15,12$; $gl = 13$; $P > 0,05$), con un factor de heterogeneidad de 1,16 y un índice de significación $g_{(0,95)} = 0,10$. Existió una relación significativa ($t = 7,37$; $P < 0,05$) $MP = 7,31 + 1,19 \log[C]$ (fig. 2), entre la mortalidad Probit (MP) de las larvas y el logaritmo deci-

mal de la concentración de conidias ($\log[C]$) en 10^6 conidias/ml (cuadro 3). Se estimó una concentración letal 50 (límites fiduciales del 95%) de 0,011 (0,006-0,023), expresada en millones de conidias por mililitro (cuadro 4).

Se compararon las tres rectas para ver si existían diferencias significativas. La hipótesis de que fueran iguales (la constante y la pendiente iguales) fue rechazada ($\chi^2 = 11,08$; $gl = 4$; $P < 0,05$), así como que las pendientes fueran iguales ($\chi^2 = 6,34$; $gl = 2$; $P < 0,05$).

Las comparaciones dos a dos de las rectas Probit se muestran en el cuadro 5. Al ser significativamente iguales las de los aislados 3C0bM y 3A1V, tanto en la pendiente como en la ordenada en el origen, se volvió a calcular la recta combinada. Los datos se

Cuadro 5.—Comparaciones dos a dos de la relación entre la mortalidad Probit y el logaritmo de la concentración de conidias (en 10^6 conidias/ml) de los tres aislados de *B. bassiana* ensayados sobre larvas de *H. tritici*

Aislados comparados	Hipótesis sobre	χ^2	gl	P
3C0bM-3A1V	Líneas	1,02	2	0,599 ns
	Pendientes	0,04	1	0,832 ns
3C0bM-2C0V	Líneas	9,71	2	0,008*
	Pendientes	5,47	1	0,019*
3A1V-2C0V	Líneas	6,68	2	0,035*
	Pendientes	4,62	1	0,031*

ns: no significativo; * significativo al 95% (P global $< 0,1$).

ajustaron al modelo Probit ($\chi^2 = 39,21$; $gl = 28$; $P > 0,05$), con un factor de heterogeneidad de 1,40 y un índice de significación $g_{(0,95)} = 0,05$. Existió una relación significativa ($t = 10,56$; $P < 0,05$) $MP = 6,24 + 0,77 \log[C]$ (fig. 2), entre la mortalidad Probit (MP) de las larvas y el logaritmo decimal de la concentración de conidias ($\log[C]$) en 10^6 conidias/ml (cuadro 3). Se estimó una concentración letal 50 (límites fiduciales del 95%) de 0,025 (0,013-0,048), expresada en millones de conidias por mililitro (cuadro 4).

Comparando esta regresión Probit con la del aislado 2C0V existieron diferencias significativas, tanto entre las líneas (la constante y la pendiente) ($\chi^2 = 10,05$; $gl = 2$; $P < 0,01$), como entre las pendientes ($\chi^2 = 6,55$; $gl = 1$; $P < 0,01$). Así el aislado 2C0V fue significativamente más patógeno que los otros dos por separado o combinados. Al tener una pendiente significativamente mayor, el aumento en una unidad de la concentración de conidias supuso un aumento significativamente mayor en la mortalidad de las larvas. Este hecho se asocia a una mayor eficiencia patogénica del aislado (ROBERTSON Y PREISLER, 1991), en posible relación con una mayor actividad de los mecanismos de la virulencia, tales como una mejor calidad de los enzimas implicados. Una mayor ordenada en el origen implicaría una diferencia de tipo cuantitativo.

Se calculó el ratio de la concentración letal 50 de los dos grupos de aislados, el 3C0bM y 3A1V por un lado, y el 2C0V por otro. El ratio calculado fue 2,18 con unos límites de confianza al 95% de 1,00-4,76, por lo que las CL50 fueron significativamente diferentes $P < 0,05$.

Por tanto el aislado 2C0V fue significativamente más patógeno que los otros dos. La selección de aislados de patógenos de trips de alta virulencia ha sido propuesta para la mejora de la eficacia en los métodos de lucha biológica (HIRTE *et al.*, 1989). Las diferencias encontradas en este ensayo permiten progresar en este aspecto para una posible utilización de aislados de *B. bassiana* al-

tamente patógenos en el control biológico de *H. tritici*.

En bioensayos anteriores de la patogenicidad de *B. bassiana* sobre larvas de *H. tritici*, TORRES VILA *et al.* (1994) obtuvieron para otro aislado una relación $MP = 1,71 + 0,48 \log[C]$, y una CL50 de $7,23 \cdot 10^6$ conidias/ml. La baja patogenicidad obtenida, frente a los resultados expuestos en el presente trabajo, es achacable fundamentalmente al método menos drástico de inoculación empleado por los citados autores, consistente en poner en contacto a las larvas con una superficie previamente infectada, sin combinarlo con la inmersión en una solución de conidias.

En estudio sobre la patogenicidad de *B. bassiana* sobre seis especies de pulgones de cereales (FENG *et al.*, 1990) se obtuvieron unas pendientes en la regresión Probit similares, con un rango de 0,57-0,97 según la especie, aunque para el aislado 2C0V la pendiente fue mayor (1,19). Las CL50 resultaron todas más elevadas ($0,082$ - $3,28 \cdot 10^6$ conidias/ml). Estas diferencias pueden ser debidas a los distintos métodos del bioensayo, el aislado utilizado o la diferencia de susceptibilidad del hospedador. Aunque la metodología utilizada por los citados autores es distinta, no presenta diferencias sustanciales y el aislado utilizado fue seleccionado por su patogenicidad sobre pulgones. Por tanto las bajas CL50 obtenidas para *H. tritici* respecto a los pulgones pueden deberse a la susceptibilidad del hospedador. Mientras que *B. bassiana* es un patógeno adaptado al ataque sobre el trips, los pulgones sólo son atacados ocasionalmente por el hongo (HUMBER Y SOPER, 1986). Las pendientes obtenidas sobre *Leptinotarsa decemlineata*, hospedador natural de *B. bassiana*, de 1,35-1,89 en otro estudio realizado (FARGUES, 1972) parecen apoyar estos planteamientos.

FENG *et al.* (1990) sugieren la utilización de *B. bassiana* en el control biológico de los pulgones de los cereales, frente a otros patógenos como *Verticillium lecanii*, debido a su mayor patogenicidad y a unas menores exigencias en humedad ambiental para la infección. Tales razonamientos son también válidos.

dos en el caso del control biológico de *H. tritici* e incluso de otras especies de trips.

Stemphylium sp.

Para ninguno de los aislados de *Stemphylium* ensayados existió una relación significativa entre la mortalidad Probit (MP) de las larvas y el logaritmo decimal de la concentración de conidias (log[C]) en 10⁶ conidias/ml (cuadro 6), dando mortalidades mínimas en todas las concentraciones. Por tanto ninguno de los aislados de *Stemphylium* resultó patógeno para las larvas de *H. tritici*.

Depredadores

Entre los depredadores potenciales de las larvas diapausantes de *H. tritici* se capturaron individuos de dos especies de coleópteros pertenecientes a la familia *Carabidae*, *Paradromius linearis* y *Microlestes* sp.

P. linearis se alimentó de larvas de *H. tritici*, tanto en estado larvario como en estado adulto. Ejemplares de esta especie fueron desarrollados en cautividad con éxito, desde el último estadio larvario hasta la madurez, alimentándolos con larvas de *H. tritici*. El modo de alimentación de larvas y adultos de *P. linearis* fue diferente. Las larvas cogían

con sus mandíbulas las larvas del trips, para morderlas repetidamente mientras absorbían el contenido de los tejidos interiores, dejando como despojo la cutícula del insecto. El consumo de las larvas de trips fue muy rápido, llegando a devorar cinco larvas en menos de diez minutos. En cambio, los adultos ingerían las larvas del trips despedazándolas con sus mandíbulas, sin dejar ningún despojo. También se observó canibalismo en larvas de *P. linearis* en cautividad.

P. linearis nunca ha sido citada como depredadora de *H. tritici*. BLUNK (1925) señala que la larva de esta especie es carnívora y polífaga, mientras que DAVIES (1959) señala como parte de su dieta restos vegetales, esporas y ácaros.

De *Microlestes* sp. sólo se encontraron adultos, que se alimentaron vorazmente de larvas de *H. tritici*. Los datos sobre la alimentación de las especies del género *Microlestes* son prácticamente inexistentes, habiendo vagas referencias en la literatura acerca de la presencia de *M. corticalis* entre las puestas de *Lisparis dispar* (THEROND, 1975), y referencias a fenómenos de canibalismo sobre individuos muertos en *M. minutulus* (LINDROTH, 1992). Por ello, su alimentación en cautividad a base de larvas de *H. tritici* resulta ser un dato de interés.

También fueron recogidas del rastrojo tres especies de arañas, *Anelosimus* sp., *Nomisia* sp. y *Xysticus* sp., consumiendo vorazmente larvas de *H. tritici* en cautividad. La depredación de arañas sobre las larvas de este trips ya había sido señalado por LACASA (1993).

Las larvas de *H. tritici* se mostraron muy agresivas en su defensa, llegando los depredadores a desistir temporalmente en el ataque, especialmente los *Carabidae* señalados. Los mecanismos de defensa utilizados fueron las fuertes y largas sedas que poseen al final del abdomen, dirigiéndolos al atacante mediante torsiones. Al igual que otros *Thysanoptera* (LACASA y LLORENS, 1996), utilizan las deyecciones para persuadir el ataque, si bien su utilización es limitada al no alimentarse en esta fase. El sistema fue

Cuadro 6.-Pendiente, error típico y test *t* de la relación entre la mortalidad Probit y el logaritmo de la concentración de conidias (en 10⁶ conidias/ml) de los cuatro aislados de *Stemphylium* sp. ensayados sobre larvas de *H. tritici*

Aislado	Pendiente	ET	<i>t</i>
3E0bV	-0,10	0,13	-0,81 ns
3C0bV	0,22	0,32	0,69 ns
2A0V	0,36	0,51	0,72 ns
3C0aV	0,44	0,35	1,26 ns

ns: no significativo *P* > 0,05.

bastante eficaz, retirándose violentamente el depredador bajo un estado de repelencia, pero al estar cautivos al rato terminaban con éxito el ataque.

Las larvas de *H. tritici* se refugian en los resquicios más inaccesibles de los restos del rastrojo debido a su fuerte tigmotropismo positivo. De esta forma sólo estarán expuestas a estos depredadores en sus migraciones de la planta al suelo y de éste a la superficie, o después de una labor que remueva el rastrojo. Únicamente las larvas de *P. linearis* podrían acceder al interior de las pajas y depredar sobre las larvas mal refugiadas.

Los depredadores se encontraron siempre en parcelas de barbecho y no-laboreo, donde el abundante rastrojo permitía su refugio. Aunque no se contabilizaron, su número fue bastante bajo, lo que unido a lo anterior hace suponer que su incidencia sobre las poblaciones sea pequeña.

Sobre espigas de trigo se encontraron larvas de *Aeolothrips* spp. con una coloración anarajanda-rojiza, síntoma de haberse alimentado de larvas de *H. tritici*. Este género ya ha sido señalado como depredador de *H. tritici* por diversos autores (DEL CAÑIZO, 1929; DYADECHKO *et al.*, 1971; LEWIS, 1973; SAVESCU *et al.*, 1982; LACASA y LLORENS, 1996). Aunque se encontraron con facilidad larvas y adultos de *Aeolothrips*, en ningún caso llegaron a ejercer un control eficaz. En cámaras de cría en el laboratorio se pudo comprobar la depredación sobre huevos y larvas I de *H. tritici*, llegando a completar su desarrollo hasta adulto. Sin

embargo no depredaron sobre las larvas II, de un tamaño similar al depredador, que se defendieron eficazmente con movimientos del abdomen exponiendo las fuertes sedas del extremo y, en ocasiones, el vertido de los contenidos intestinales. Incluso llegó a observarse la depredación por parte de larvas II de *H. tritici* de larvas pequeñas de *Aeolothrips*. Este comportamiento no es nuevo, habiéndose citado a *H. tritici* como depredador de *Anthonomus pomorum* (*Curculionidae*) y de *Brachycolus moxius* (*Aphidae*) en Rusia (LEWIS, 1973). Una especie próxima *H. aculeatus* ha sido descrito como un carnívoro facultativo (FRANSSSEN y MANTTEL, 1965).

También se encontraron algunas larvas de *Chrysopa* sp. con el intestino teñido de rojo, lo que sugiere la alimentación sobre larvas de *H. tritici*. Este depredador generalista ya ha sido citado como depredador de *H. tritici* (LEWIS, 1973).

Larvas y adultos de mariquitas (*Coccinella septempunctata*) no se alimentaron en ningún caso de larvas II de *H. tritici* en cámaras de cría, aunque sí lo hicieron sobre pulgones.

Larvas de sírfidos recogidas de espigas de trigo se alimentaron de larvas II de *H. tritici* al suministrárselas en cámaras de cría, llegando a desarrollarse hasta adultos.

Excepto *Aeolothrips* y *C. septempunctata*, que no depreda sobre *H. tritici*, todos los depredadores mencionados se encontraron muy esporádicamente, sin ejercer un control eficaz de las poblaciones del trips del trigo.

ABSTRACT

BIELZA, P.; TELLO, J. C.; TORRES VILA, L. M.; RODRÍGUEZ MOLINA, M. C. y RUIZ TAPIADOR, I., 1998: Patógenos y depredadores naturales del trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov), en Castilla-La Mancha. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(Adenda al n.º 4): 985-996.

A two year sampling of pathogens and predators of *Haplothrips tritici* was carried out in Santa Olalla (Toledo) during the years 1994-96.

Among the winter mortality factors was found the attack of the fungus *Beauveria bassiana*, there being differences of pathogenicity detected between isolates. Its incidence was higher in a dry year than in a wet year.

Several potential predators of overwintering larvae were detected, two species of *Carabidae*, *Paradromius linearis* and *Microlestes* sp., and several species of spiders.

On the spikes larvae and adults of *Aeolothrips* were found which, according to laboratory observations, prey upon eggs and larvae I of *H. tritici*. The larvae II are not *Aeolothrips* preys since they defended themselves with success, the predator-prey role being inverted, *H. tritici* depredating upon *Aeolothrips* larvae.

In the spikes larvae of *Chrysopa* and *Syrphidae* were collected showing symptoms of feeding upon larvae of *H. tritici*, according to laboratory observations. *Coccinella septempunctata* did not feed upon larvae of *H. tritici*.

Key words: *Haplothrips tritici*, *Thysanoptera*, thrips, pest, wheat, *Beauveria bassiana*, pathogen, *Carabidae*, *Aeolothrips*, predator.

REFERENCIAS

- BIELZA, P., 1997: *El trips del trigo*, *Haplothrips tritici* *Kurdjumov* (Thysanoptera: Phlaeothripidae), en *Castilla-La Mancha: biología, ecología, daños y métodos de control*. Tesis Doctoral, E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid, 484 pp.
- 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.
- BIELZA, P.; TORRES VILA, L. M.; RODRÍGUEZ MOLINA, M. C.; LACASA, A. y TELLO, J., 1996c: Overwintering ecology of *Haplothrips tritici* Kurd. in central Spain. *Folia entomologica hungarica*, 57: 19-25.
- BLUNK, H., 1925: Syllabus der Insektenbiologie. *Coleopteren*, Lief., 1: 25.
- DAVIES, M., 1959: A contribution to the ecology of species of *Notiophilus* and allied genera (Col. Carabidae). *Ent. mon. Mag.*, 95: 25-28.
- DEL CAÑIZO, J., 1929: Tisanópteros perjudiciales al trigo. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, 4: 43-48.
- DYADECHKO, N. P., 1967: Entomophagous insects and casual agents of fungus disease in phytophagous species of thrips [en ruso]. *Zashchita Rastenii Kiev*, 4: 149-151.
- DYADECHKO, N. P.; RUBAN, M. B. y SITCHENKO, N. N., 1971: Insect enemies of the wheat thrips [en ruso]. *Zashchita Rastenii*, 16: 22-23.
- FARGUES, J., 1972: Traitment mixte des larves de Doryphore *Leptinotarsa decemlineata* Say, par des spores du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. et des doses réduites d'insecticide. *Phytiatr. Phytopharm. Rev. F. Med. Pharm. Veg.*, 21: 170-183.
- FENG, M. G.; JOHNSON, J. B. y KISH, L. P., 1990: Virulence of *Verticillium lecanii* and an aphid-derived isolate of *Beauveria bassiana* (Fungi: *Hyphomycetes*) for six species of cereal-infesting aphids (*Homoptera: Aphididae*). *Environmental Entomology*, 19 (3): 815-820.
- FINNEY, D. J., 1972: *Probit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FRANSSSEN, C. J. H. y MANTEL, W. P., 1965: *Thrips in cereal crops (biology, economic importance and control)* I. *Biology*. Versl. Landbouwk. Onderz. Rijkslandb Proefstn. 662, 97 pp.
- GILLESPIE, A. T., 1986: The potential of entomogenous fungi as control agents for onion thrips, *Thrips tabaci*. *Monograph, British Crop Protection Council*, 34: 237-243.
- GRIVANOV, K. P., 1939: Deep ploughing instead of burning the stubble for the control of the wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd.). *Social. Grain Fmg.*, 6: 182-188.
- HEIDGER, C. y NENTWIG, W., 1989: Augmentation of beneficial arthropod by strip-management. 3. Artificial introduction of a spider species which preys on wheat pest insects. *Entomophaga*, 34 (4): 511-522.
- HIRTE, W. F., WALTER, C.; GRUNBERG, M.; SERMANN, H. y ADAM, H., 1989: Selection of pathotypes of *Verticillium lecanii* for various harmful insects in glasshouses and aspects of the biotechnological spore production [en alemán]. *Zentralblatt für Mikrobiologie*, 144 (6): 405-420.
- HUMBER, R. A. y SOPER, R. S., 1986: *USDA-ARS collection of entomopathogenic fungal cultures: cata-*

- log of strains*. USDA-ARS Plant Protection Research Unit, Boyce Thompson Institute at Cornell University, Tower Road, Ithaca, New York.
- KURDJUMOV, N. V., 1913: The more important insects injurious to grain crops in Middle and South Russia [en ruso]. *Studies Poltava agric. Expt. stn*, 17, Dept. agric. Ent., 6, 119 pp.
- KUROGI, S.; KUROKI, F.; KAWASAKI, Y. y NONAKA, K., 1993: Studies on a fungus, *Beauveria bassiana*, isolated from *Thrips parvi* (*T. palmi*) Karny. 1. Pathogenicity to *Thrips parvi* and *Bemisia tabaci* and effect of pesticides (including dichlorvos, fenobucarb and methidathion) on hyphal growth [en japonés]. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu*, 39: 111-113.
- LACASA, A., 1993: Importancia de los trips (*Insecta, Thysanoptera*) en la agricultura española. In B. Bhatti (ed.), *Advances in Thysanopterology, Journal of Pure and Applied Zoology*, 4: 267-285.
- LACASA, A. y LLORENS, J. M., 1996: *Trips y su control biológico (I)*. Pisa Ediciones, Alicante, 218 pp.
- LEWIS, T., 1973: *Trips, their biology, ecology and economic importance*. Academic Press, London, 349 pp.
- LINDROTH, C. H., 1992: *Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia. A zoogeographic study I-III*. Smiths. Inst. Libr., 806 pp.
- 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 búlgaro]. *Izr. bsent. nauchnoizsled. Inst. Zashit. Rast. Sof.*, 1: 205-238.
- MCDOWELL, J. M.; FUNDERBURK, J. E.; BOUCIAS, D. G.; GILREATH, M. E. y LYNCH, R. E., 1990: Biological activity of *Beauveria bassiana* against *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on leaf substrates and soil. *Environmental Entomology*, 19 (1): 137-141.
- PRIOR, C.; JOLLANDS, P. y LE PATOUREL, G., 1988: Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the coconut weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 52: 66-72.
- RAIZADA, U., 1976: A preliminary report on the fungi infesting thrips (*Thysanoptera, Thripidae*). *Entomology*, 1: 155-157.
- ROBERTSON, J. L. y PREISLER, H. K., 1991: *Pesticide bioassays with arthropods*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 125 pp.
- RUSSELL, R. N.; ROBERTSON, J. L. y SAVIN, N. E., 1977: Polo: a new computer program for probit analysis. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 23: 209-215.
- 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.
- SHUROVENKOV, Yu. V. y MIKHAILOVA, N. A., 1985: Resistance of wheat to insects [en ruso]. *Zashchita Rastenii*, 12: 18-19.
- STIRMANOVA, N. I., 1994: New commercial forms of fungal preparations [en ruso]. *Zashchita Rastenii Moskva*, 9: 7-8.
- TELLO, J.; VARÉS, F. y LACASA, A., 1991: Análisis de muestras. In Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos, MAPA, Madrid, pp. 39-48.
- THEROND, J., 1975: Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard. 1^{ère} partie. *Societe d'etude des sciences naturelles de Nimes*, 10: 15-95.
- TORRES VILA, L. M.; RODRÍGUEZ MOLINA, M. C.; TELLO, J.; LACASA, A. y BIELZA, P., 1994: An epizooty on *Haplothrips tritici* Kurdjumov (*Thys.: Phlaeothripidae*) in natural conditions caused by an *Hyphomycete* fungus. *Vith Internacional Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*, Montpellier, p. 311.
- WANG, Z. G. y KNUDSEN, G. R., 1993: Effect of *Beauveria bassiana* (*Fungi: Hyphomycetes*) on fecundity of the russian wheat aphid (*Homoptera: Aphididae*). *Environmental Entomology*, 22 (4): 874-878.

(Recepción: 8 enero 1998)

(Aceptación: 18 marzo 1998)