

Eficacia del insecticida triflumuron en el control de las moscas del champiñón

M.J. Navarro* y F.J. Gea

Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del champiñón (CIES). c/ Peñicas s/n. 16220 Quintanar del Rey, Cuenca, España

Resumen

Se ha valorado la eficacia del insecticida triflumuron para el control de las moscas del champiñón *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae) y *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae). También se ha evaluado el efecto de este insecticida sobre la producción del champiñón, midiendo el rendimiento durante tres floradas y la precocidad en la cosecha. Los ensayos de eficacia se han realizado permitiendo la infestación natural con moscas de las unidades de cultivo antes de la cobertura, registrando el descenso en el número de adultos de primera generación capturado en placas adhesivas. Este ensayo se ha repetido dos veces con diferentes presiones de infestación.

Los resultados muestran que la aplicación del insecticida triflumuron, a las dos dosis empleadas (0,5 y 1 g m⁻² de ingrediente activo (i.a.)), no produce pérdida de rendimiento ni retraso en la cosecha. En cuanto a la eficacia en el control de moscas, el descenso en el número de esciáridos capturados supera el 90% en todos los casos ensayados, lo que se traduce en una alta eficacia del triflumuron en el control de *L. auripila* a las dos dosis empleadas. Por el contrario, no se ha detectado descenso en el número de fóridos recuperados, independientemente de la dosis de insecticida, lo que demuestra la ineficacia del triflumuron en el control de *M. halterata*.

Palabras clave: *Agaricus bisporus*, Dípteros, *Megaselia halterata*, *Lycoriella auripila*, Control químico.

Abstract

Effectiveness of the insecticide triflumuron in the control of mushroom flies

The effectiveness of the insecticide triflumuron for controlling the flies *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae) and *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae), which frequently infect *Agaricus* mushroom crops, was assessed. Two assays, which involved natural infestation by flies from the cultivation blocks before casing, were carried out. The decrease in the number of first generation adults following application of the insecticide was recorded by sticky traps. The assay was repeated twice with different infestation loads.

The possible effect of triflumuron on the *Agaricus* crop was also evaluated by recording the yield in three successive flushes and the earliness of the harvest.

The results show that triflumuron, at both doses used (0.5 and 1 g m⁻² active ingredient (a.i.)), does not reduce the yield or delay harvesting. The number of sciarids trapped fell by more than 90% compared with a control, confirming the effectiveness of the insecticide for controlling *L. auripila* at both doses applied. However, the number of phorids retrieved remained unchanged, regardless of the insecticide dose, so that triflumuron cannot be considered useful for controlling *Megaselia halterata*.

Key words: *Agaricus bisporus*, Diptera, *Megaselia halterata*, *Lycoriella auripila*, Chemical control.

* Autor para correspondencia: mjnavarro.cies@dipucuenca.es

http://

Introducción

El cultivo de champiñón, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach, tiene una amplia implantación a nivel mundial. En España, la producción de champiñón durante el año 2012 ascendió a 134.676 toneladas, lo que le convierte en el cuarto país productor europeo. Esta producción se localiza principalmente en dos Comunidades Autónomas, La Rioja y Castilla-La Mancha, con 70.109 y 59.251 toneladas, respectivamente (MAGRAMA, 2013).

Entre las principales plagas de los hongos cultivados destacan algunas especies de moscas fóridas y esciáridas que ocasionan tanto daños directos como indirectos: las larvas se alimentan del micelio en desarrollo e incluso de los carpóforos ya formados, por lo que afectan al rendimiento productivo, mientras que los adultos son utilizados como vectores por otras plagas y enfermedades, como el ácaro *Brennandania lambi* y el hongo *Lecanicillium fungicola* (Binns et al., 1979; Clift y Toffolon, 1981; White, 1981; Clift y Larsson, 1987; Navarro et al., 2010). La abundancia de moscas en el interior de un local de cultivo y el nivel de daños ocasionados por los mismos están directamente relacionados con la población presente en las etapas iniciales del ciclo: momento de la siembra y días inmediatamente posteriores (Binns et al., 1979). Otro momento también propicio para la infestación por estos dípteros ocurre aproximadamente quince días después, cuando se procede a la aplicación de la mezcla de materiales de cobertura sobre el compost incubado (Scheepmaker et al., 1997a; Navarro et al., 2004). En las explotaciones castellano-manchegas de champiñón se han identificado al fórido *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae) y al esciárido *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae) como las principales plagas de moscas, con un claro predominio del fórido frente al esciárido, tanto en número de individuos (proporción 4:1), como en estacionalidad, ya que los fóridos están

presentes en las explotaciones durante todo el año, mientras que los esciáridos se encuentran principalmente en primavera (Navarro et al., 2000; 2004).

La principal recomendación para la lucha contra las moscas del champiñón es la utilización de barreras físicas en los accesos y en las aperturas de ventilación, para la exclusión de los adultos desde la entrada del sustrato de cultivo en la explotación hasta el inicio de la inducción de la fructificación (Finley et al., 1984; Navarro et al., 2004). Así, eliminando la posibilidad de desarrollo de estos dípteros en los sustratos durante las primeras etapas del ciclo, en las que las temperaturas son más elevadas, se retrasa la aparición de la primera generación desarrollada íntegramente en el interior de las explotaciones, e incluso se puede evitar la aparición de una segunda generación, que sería aún más dañina (Cantelo, 1983 y 1985). Las barreras físicas recomendadas son: la supresión de las grietas de los muros de los locales de cultivo, la instalación de tubos de luz negra sobre una superficie impermeable tratada con algún insecticida de contacto, la desinfección de las cajas de recolección y de las demás herramientas utilizadas en los cultivos, y la instalación de filtros anti-espores, o en su defecto mallas "antitrips", en las entradas y salidas de aire de los locales de cultivo (Grupo de Trabajo Fitosanitario del Champiñón y otros Hongos Cultivados, 1997; Coles, 2002). También se recomienda la instalación de trampas adhesivas para el seguimiento de las poblaciones de dípteros en las explotaciones (Cantelo, 1980).

Sin embargo, el sistema más frecuentemente utilizado en el control de las moscas del champiñón ha sido la aplicación de tratamientos insecticidas. En la segunda mitad del siglo pasado la relación de principios activos recomendados en los países productores de champiñón era muy extensa –malation, diazinon, metopreno, permetrina, diclorvos, clorpirifos, deltametrin, carbofuran, bendiocarb, ciro-

mazina, diflubenzuron, triflumuron, azadiractina— con diferente eficacia de los mismos sobre *M. halterata*, *Bradysia tritici* (Coq.) y *L. mali* (Cantelo, 1983 y 1985; Geels y Rutjens, 1992; Keil y Barlett, 1995; Baba y Sandhu, 1996; Erler et al., 2009). Sin embargo, la aplicación de insecticidas ha mostrado en muchas ocasiones un efecto negativo sobre el cultivo, como por ejemplo el descenso de rendimiento y el retraso en la cosecha de cepas sensibles al diazinón, disminución de la producción de hasta el 15% debido a la aplicación de diflubenzuron en cobertura, o descensos de rendimiento atribuidos a la aplicación de clorpirifos (Cantelo et al., 1982; Richardson y Grewal, 1991; Geels y Rutjens, 1992; Grewal et al., 1992; Scheepmaker et al., 1998a; Erler et al., 2009; Shamshad, 2010). Este efecto negativo de los principios activos, junto con la aparición de resistencia a los insecticidas en estas plagas (Bartlett y Keil, 1997; Scheepmaker et al., 1997b) y la posibilidad de acumulación de residuos en el champiñón (Navarro y Gea, 2006) provocó la retirada de muchos de ellos. Ante esta situación, la investigación en la lucha contra las plagas del champiñón buscó alternativas en los organismos de control biológico. Entre ellos destacan los trabajos desarrollados con nematodos entomopatógenos (Richardson, 1987; Richardson y Grewal, 1991), principalmente con *Steinernema* spp., resaltando la eficacia de *S. feltiae* (Filipjev) en el control de esciáridos, pero no así en el de los fóridos del champiñón (Scheepmaker et al., 1995, 1997b y 1998b). Recientemente se ha estudiado la eficacia de algunos aceites esenciales extraídos de plantas, destacando, en los bioensayos realizados, los de anís, rábano picante, ajo, comino, menta y tomillo rojo como larvicidas de esciáridos (Park et al., 2006, 2008), mientras que otros (extracto de neem y de orégano) se han mostrado eficaces en el control de *M. halterata* en cultivo (Erler et al., 2009).

El proceso de revisión de principios activos llevado a cabo por la Unión Europea ha limitado el número de insecticidas disponibles en

los países productores de champiñón (Directiva 91/414/CEE). Actualmente, de los principios activos eficaces contra las moscas del champiñón únicamente malation, clorpirifos, deltametrin, ciromazina, diflubenzuron, triflumuron y azadiractina se encuentran incluidas en el Registro Único Europeo. Por lo que respecta a España, los insecticidas autorizados en el cultivo de champiñón son: deltametrin (2,5%, [EC] P/V, 1,5% [EW] P/V), azadiractin (3,2%, [EC] P/V), diflubenzuron (25%, WP) y ciromazina (75%, [WP] P/P). Los dos primeros se han mostrado eficaces como tratamiento preventivo para las moscas adultas, mientras que los dos últimos son larvicidas eficaces en el control de los esciáridos (Gea y Navarro, 2002 y 2008; Shamshad et al., 2008; Shamshad 2010; Erler et al., 2011), pero no de fóridos (Cantelo, 1985; Grewal et al., 1993).

En este momento, los cultivadores de champiñón españoles no disponen de un medio eficaz para controlar a los fóridos (Gea y Navarro, 2008), principal mosca-plaga en sus explotaciones. El triflumuron ha demostrado ser eficaz frente a los esciáridos del champiñón (Shamshad et al., 2009; Erler et al., 2011), pero, que tengamos conocimiento, no hay publicaciones que aporten datos sobre su eficacia frente a los fóridos. En este trabajo se pretende evaluar la eficacia del triflumuron en el control de las dos especies de moscas consideradas plagas del cultivo del champiñón en España, junto con el posible efecto del insecticida sobre la producción de *A. bisporus*.

Material y métodos

Los ensayos se plantearon utilizando dos formulados de triflumuron, Alsystin 25% WP y Alsystin SC 480 (Bayer CropScience SL), y contrastándolos con un formulado de diflubenzuron, Dimilin 25% WP (UniRoyal Chemical), que es el insecticida más ampliamente utilizado en la comarca de La Mancha (nor-

este de la provincia de Albacete y sureste de la provincia de Cuenca). El ensayo de influencia sobre rendimiento se hizo con el formulado de polvo mojable, mientras que los ensayos de eficacia en el control de las moscas se realizaron con el formulado de suspensión concentrada.

Valoración del efecto del triflumuron sobre el rendimiento y la precocidad en la producción de champiñón

Se utilizaron dos dosis de triflumuron y una dosis de diflubenzuron aplicadas mediante riego a la mezcla de cobertura (suelo mineral y turba, 4:1). El ensayo se desarrolló en una sala de cultivo experimental (85 m³), siguiendo las prácticas habituales utilizadas en las explotaciones de champiñón de la comarca (Navarro *et al.*, 2004).

El ensayo consistió en el cultivo de 144 paquetes de sustrato Fase II, es decir, bloques compactos de 20 kg aprox. de compost, con unas dimensiones de 60 x 40 x 18 cm, inoculados al 1% con micelio de champiñón sobre grano de centeno de la variedad Amycel XXX. Se realizaron 4 tratamientos de 36 paquetes cada uno: C, control, tratado con agua; D, 4 g m⁻² de Dimilin 25 WP; A2, 2 g m⁻² de Alsystin 25 WP; y A4, 4 g m⁻² de Alsystin 25 WP. Los 36 paquetes se dividieron en 6 repeticiones, con 6 paquetes por repetición, para cada tratamiento, distribuidas al azar en el interior del local de cultivo (dimensiones: 15 x 3 x 2,5 m). Transcurrida la etapa de incubación (14-18 días), sobre la superficie del paquete se aplicó el material de cobertura (mezcla de suelo mineral y turba, en una proporción 4:1) con un espesor de 3-3,5 cm (8 L aproximadamente por paquete). La aplicación de los insecticidas se realizó 2 días después de la cobertura. Tras 15-20 días, se inició la cosecha diaria de los champiñones, que se prolongó durante tres floradas (aproximadamente 21 días). Para valorar el efecto de

los insecticidas sobre la producción de champiñón se consideraron los datos de rendimiento y la precocidad en la producción, es decir el tiempo que transcurre entre la cobertura y la cosecha de la primera florada, ponderando la producción media diaria de esta florada. Así mismo se constató la posible formación de manchas o anomalías atribuibles a la aplicación de los insecticidas evaluados.

Valoración de la eficacia del triflumuron en el control de las moscas del champiñón

Se realizaron dos ensayos (dos ciclos de cultivo) para valorar la eficacia de dos dosis del insecticida triflumuron 48% (Alsystin SC 480). Las dosis fueron de 1 y 2 ml por m² de superficie de cultivo. Como testigo positivo se utilizó diflubenzuron 25% (Dimilin 25 WP), a razón de 4 g m⁻². También se usó un testigo infestado de dípteros y tratado con agua. Ambos ensayos siguieron idéntica metodología, aunque el tamaño de la población de moscas utilizadas en la infestación de cada ensayo fue distinto.

Los ensayos se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación, Experimentación y Servicios (C.I.E.S.) del champiñón, en Quintanar del Rey (Cuenca). Por un lado, se utilizó un local de cultivo, llamado cultivo de infestación, de dimensiones: 13 x 2,60 x 2,60 m, y por otro, dos cabinas visitables IBERCEX, con unas dimensiones de 3,70 x 2,10 x 2,60 m. Cada uno de los ensayos se desarrolló en una de las cabinas visitables (Cabinas 1 y 2), en las que se ubicaron 24 cubetas de sustrato por cabina. Cada cubeta contenía 6 kg de sustrato (compost Fase III), con una superficie de 870 cm². Al día siguiente del inicio del ensayo I, las 24 cubetas de la Cabina 1 se trasladaron al cultivo de infestación, en el que se había permitido la proliferación de las moscas. Se hizo coincidir el traslado de las cubetas de la Cabina 1 con la cosecha de la primera florada en el cultivo

infestación, momento en que habitualmente se detecta una elevada presencia de moscas en el cultivo. Se registró la población de moscas en este local de infestación durante los dos días (48 horas) que permanecieron las cubetas en el local mediante la captura de adultos en placas adhesivas amarillas. Tras los dos días, las cubetas se reubicaron de nuevo en la Cabina 1. Al día siguiente se aplicó la mezcla de cobertura (turba Euroveen®) sobre el sustrato incubado e infestado, y cada cubeta se cubrió individualmente con una estructura cúbica con las caras fabricadas con malla antitrips (37 x 37 x 26 cm), estructura que permaneció hasta la finalización del ensayo. Del interior del cubo se colgó una trampa adhesiva amarilla para la captura de moscas. Las 24 cubetas se clasificaron en 4 tratamientos, con 6 repeticiones por tratamiento: C1, control infestado y sin tratamiento insecticida; D, control positivo: infestado y con aplicación de 4 g m⁻² de Dimilin 25 WP; A1, aplicación de 1 ml m⁻² de Alsystin SC 480 y A2, aplicación de 2 ml m⁻² de Alsystin SC 480. La aplicación de los tratamientos fitosanitarios se realizó, mediante un único riego, tres días después de aplicar la cobertura sobre el compost. El cultivo se realizó de la manera habitual y se prolongó hasta que el número de individuos capturados en las placas se hubo estabilizado, momento en que se retiraron las placas y se dio por concluido el ensayo. Posteriormente se procedió, en el laboratorio, al recuento e identificación, bajo lupa binocular, de las moscas capturadas en las placas adhesivas. Por otro lado se anotó puntualmente cualquier anomalía, mancha o malformación detectada en el champiñón recolectado.

El segundo ensayo (cabina 2) se inició una semana después del primero, con el fin de hacer coincidir el traslado de las 24 cubetas con compost Fase III con la cosecha de la segunda florada en el local de infestación, etapa en la que habitualmente se detecta menor número de moscas en los locales de cultivo. El resto del ensayo se desarrolló de igual modo que

el ensayo anterior. Con este planteamiento, se pretendía valorar la eficacia del triflumuron frente a dos poblaciones de infestación de diferente tamaño. Las poblaciones de fóridos y esciáridos (presión de infestación) registradas en el cultivo de infestación en los dos periodos en que las cubetas se expusieron a la infestación natural por moscas fueron: 584 fóridos y 139 esciáridos por día en el Ensayo I, y 388 fóridos y 29 esciáridos por día en el Ensayo II.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de los datos, utilizando el paquete informático Statgraphics Plus v.4.1 (Statistical Graphics Corp., Princeton, N.J., EE.UU.). En los valores de recuentos de moscas, con la excepción de los fóridos del Ensayo I, los datos fueron transformados utilizando la función $\log(x+1)$, con el fin de cumplir con los requisitos de normalidad y homocedasticidad requeridos para la realización del ANOVA. Para el establecimiento de diferencias significativas se utilizó el test de Tukey-HSD, al 5% de probabilidad.

Resultados

Valoración del efecto del triflumuron sobre el rendimiento y la precocidad en la producción de champiñón

No se encontraron diferencias significativas en las producciones de los distintos tratamientos (Tabla 1), ni en la primera florada ($F_{3,20} = 0,26$; $p = 0,8520$), ni en la segunda ($F_{3,20} = 0,15$; $p = 0,9266$), ni en la tercera ($F_{3,20} = 1,03$; $p = 0,3996$), ni en la producción total ($F_{3,20} = 0,11$; $p = 0,9512$), alcanzándose, en lo que respecta a esta última, valores superiores a los 20 kg m⁻² en todos los casos. En ningún caso se apreciaron manchas o anomalías atribuibles a la aplicación de los insecticidas.

Tabla 1. Rendimiento de champiñón y precocidad (valor medio y desviación estándar) en los distintos tratamientos¹
 Table 1. Yield of mushroom crop and earliness (mean and standard deviation) in the different treatments

Tratamiento	Rendimiento (kg m ⁻²)			Total	Precocidad (día)
	1ª Florada	2ª Florada	3ª Florada		
C	6,5 ± 0,5	10,8 ± 0,7	3,5 ± 0,7	20,9 ± 0,8	23,7 ± 0,1
D	6,3 ± 0,8	10,4 ± 1,3	4,2 ± 1,0	20,9 ± 1,2	23,8 ± 0,1
A2	6,4 ± 0,6	10,7 ± 1,5	4,1 ± 0,6	21,2 ± 1,9	23,7 ± 0,1
A4	6,2 ± 0,4	10,5 ± 1,4	4,1 ± 0,8	20,8 ± 1,5	23,8 ± 0,1

¹C: control, solo agua; D: aplicación de 4 g m⁻² de Dimilin 25 WP; A2: aplicación de 2 g m⁻² de Alsystin 25% WP; A4: aplicación de 4 g m⁻² de Alsystin 25% WP.

La aplicación de los insecticidas no afectó tampoco a la precocidad de la producción, con valores de 23,7-23,8 días en todos los tratamientos ($F_{3,19} = 0,76$; $p = 0,5304$) (Tabla 1).

Valoración de la eficacia del triflumuron en el control de las moscas del champiñón

Control de *Megaselia halterata*

En el Ensayo I (presión de infestación de 584 fóridos y 139 esciáridos por día), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de fóridos capturados en los distintos tratamientos ensayados ($F_{3,20} = 0,31$; $p = 0,8213$), aunque se aprecia un descenso próximo al 25% en el tratamiento A2 (2 ml m⁻² de Alsystin SC 480) con respecto a CI (control infestado) (Tabla 2). En el Ensayo II (presión de infestación de 388 fóridos y 29 esciáridos por día), tampoco se encontraron diferencias significativas entre las capturas registradas en los distintos tratamientos ($F_{3,20} =$

0,91; $p = 0,4525$), aunque en este caso el menor número de capturas corresponde al tratamiento CI (control infestado) (Tabla 2).

Control de *Lycoriella auripila*

En el Ensayo I (presión de infestación de 584 fóridos y 139 esciáridos por día), el valor medio de capturas de moscas esciáridas en el tratamiento CI (control infestado) fue significativamente superior ($F_{3,20} = 87,99$; $p = 0,0000$) al obtenido en todos los tratamientos insecticidas (A1, A2 y D), que registraron más de un 99% de reducción de emergencia de esciáridos (Tabla 2). En el Ensayo II (presión de infestación de 388 fóridos y 29 esciáridos por día), también se detectaron diferencias significativas entre el valor del control infestado y los valores de capturas de los tres tratamientos insecticidas ($F_{3,19} = 92,23$; $p = 0,0000$), registrándose en éstos reducciones similares (97%) a las del ensayo anterior (Tabla 2).

Tabla 2. Número de fóridos y esciáridos capturados en los diferentes tratamientos aplicados¹ en los dos ensayos realizados² (valor medio y desviación estándar)

Table 2. Total number of phorids and sciarids captured for each of the treatments in both assays (mean and standard deviation)

	Tratamiento	Fóridos	Esciáridos	
Ensayo I	Cl	512,7 ± 219,3	649,8 ± 137,5	b
	D	577,8 ± 437,8	4,0 ± 5,0	a
	A1	503,8 ± 476,6	5,0 ± 4,1	a
	A2	388,5 ± 143,2	2,3 ± 1,5	a
Ensayo II	Cl	666,7 ± 365,7	143,5 ± 91,0	b
	D	915,2 ± 986,3	2,4 ± 1,3	a
	A1	846,7 ± 571,5	2,3 ± 2,0	a
	A2	1.110,0 ± 439,2	2,7 ± 0,8	a

¹Cl: control infestado tratado únicamente con agua; D: aplicación de 4 g m⁻² de Dimilin 25 WP; A1: aplicación de 1ml m⁻² de Alsystin SC 480 WP; A2: aplicación de 2 ml m⁻² de Alsystin SC 480 WP.

²Ensayo I: presión de infestación de 584 fóridos y 139 esciáridos por día. Ensayo II: presión de infestación de 388 fóridos y 29 esciáridos por día.

Dentro de cada columna, y para cada ensayo, valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey (p < 0.05).

Discusión

En este trabajo se muestran los resultados de la valoración de la eficacia y el efecto sobre la producción de champiñón del triflumuron, aplicado para el control de las moscas *Megaselia halterata* (Wood) y *Lycoriella auripila* Winnertz (Diptera: Phoridae y Sciaridae), contrastándolo con el diflubenzuron, insecticida actualmente autorizado en España y ampliamente utilizado en la comarca de La Manchuela.

Los resultados muestran que el Alsystin 25% WP no produce ningún efecto tóxico sobre el cultivo de champiñón, al no detectarse ni descensos ni anomalías en la producción con ninguna de las dos dosis aplicadas. Estos resultados concuerdan con los descritos por Shamshad et al. (2009) y Erler et al. (2011),

quienes tampoco observaron descensos de producción asociados a la aplicación de triflumuron en cobertura.

Por otra parte, también se ha observado que, al igual que el diflubenzuron 25% WP, el Alsystin SC 480 se muestra altamente eficaz en el control de *L. auripila*, independientemente de la presión de infestación. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por Shamshad et al. (2009) en Australia, quienes describen un excelente control de las poblaciones del esciárido *Bradysia ocellaris* (Comstock) tras la aplicación en cobertura de triflumuron 25% WP (dosis de aplicación: 20 mg kg⁻¹). Los resultados también concuerdan con los obtenidos por Erler et al. (2011) en Turquía, que encuentran reducciones del 78% en la emergencia de adultos de *Lycoriella ingenua* (Dufour) aplicando triflumu-

ron 48% a una dosis de 1g m⁻². Considerando que ambos insecticidas tienen las mismas características toxicológicas y ecotoxicológicas, es de resaltar que los resultados obtenidos con la dosis más baja de triflumuron (0,5 g de i.a. por m²) son similares a los de los otros dos tratamientos, en los que la concentración de ingrediente activo, tanto del triflumuron como del diflubenzuron, fue del doble. La reducción de la dosis de aplicación encajaría con los principios generales de la gestión integrada de plagas recogidos en la Normativa de uso sostenible de productos fitosanitarios (R.D. 1311/2012).

En cuanto al efecto sobre los fóridos, la aplicación de Alsystin 480 SC no produjo ningún control sobre las poblaciones de *M. halterata*, independientemente de la presión de infestación y de la dosis de aplicación del triflumuron. Que tengamos conocimiento, no hay trabajos publicados que aporten información sobre la eficacia del triflumuron frente a los fóridos. Sin embargo, sí existen referencias sobre la falta de eficacia frente a estos dípteros de otros insecticidas como el diflubenzuron (Grewal *et al.*, 1993; Gea y Navarro, 2008), o sobre la eficacia del insecticida clorpirifos, con descensos de poblaciones de *M. halterata* en Turquía de hasta el 72% (Erler *et al.*, 2009). También se han mostrado ineficaces en el control de estos dípteros los nematodos entomopatógenos (Scheepmaker *et al.*, 1995, 1997b y 1998b; Navarro y Gea, 2014) y la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (BTI) (Keil, 2002). Por otra parte, más recientemente se ha descrito la utilidad de aceites esenciales extraídos de plantas en el control de los fóridos (Erler *et al.*, 2009).

Por lo tanto, a la vista de los resultados se puede concluir que el triflumuron no es eficaz en el control de *Megaselia halterata* (Wood) (Diptera: Phoridae). Por el contrario, en el caso de ser autorizado en España, sí podría ser empleado como medio de control de *Lycoriella auripila* Winnertz (Diptera: Sciaridae) en las explotaciones de champiñón.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el convenio de colaboración entre el CIES del champiñón y la empresa Bayer Crop-Science S.L.

Bibliografía

- Baba ZA, Sandhu, GS (1996). Efficacy of diflubenzuron and neem seed powder and cake for the control of *Bradysia tritici* (Coq.) Infesting button mushrooms. *Journal of Insect Science* 9 (2): 133-136.
- Bartlett GR, Keil BOC (1997). Identification and characterization of a permethrin resistance mechanism in populations of the fungus gnat *Lycoriella mali* (Fitch) (Diptera: Sciaridae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 58: 173-181.
- Binns ES, Gurney B, Wyatt IJ, White PF (1979). Populations of the phorid fly *Megaselia halterata* on an experimental mushroom unit over four years. *Ann. Appl. Biol.* 92: 159-171.
- Cantelo WW (1980). Control of mushroom flies without chemicals. *Mushroom News* 28 (3): 9-17.
- Cantelo WW (1983). Control of a mushroom-infesting fly (Diptera: Sciaridae) with insecticides applied to the casing layer. *Journal of Economic Entomology*. 76 (6): 1433-1436.
- Cantelo WW (1985). Control of *Megaselia halterata*, a phorid fly pest of commercial mushroom production, by insecticidal treatment of the compost or casing material. *Journal of Entomological Science* 20 (1): 50-54.
- Cantelo WW, Henderson D, Argauer RJ (1982). Variation in sensitivity of mushroom strains to diazinon compost treatment. *Journal of Economic Entomology* 75: 123-125.
- Clift AD, Larsson SF (1987). Phoretic dispersal of *Brennandania lambi* (Kraczal) (Acari: Tarsone mida: Pygmephoridae) by mushroom flies (Diptera: Sciaridae and Phoridae) in New South Wales, Australia. *Experimental and Applied Acarology* 3: 11-20.

- Clift AD, Toffolon RB (1981). Distribution of larvae of *Lycoriella agarici* Loudon (Diptera: Sciariidae) within mushroom beds in commercial culture of *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis* in New South Wales. *Journal of The Australian Entomological Society* 20: 229-2324.
- Coles PS (2002). Specific control techniques. Exclusion in Pennsylvania mushroom integrated pest management. State College: The Pennsylvania State University, 92 p.
- Erler F, Polat E, Demir H, Cetinc H, Erdemira T. (2009). Control of the mushroom phorid fly, *Megaselia halterata* (Wood), with plant extracts. *Pest Management Science* 65: 144-149.
- Erler F, Polat E, Demir H, Catal M, Tuna G (2011). Control of mushroom sciarid fly *Lycoriella ingenua* populations with insect growth regulators applied by soil drench. *Journal of Economic Entomology* 104 (3): 839-844.
- Finley RJ, Wuest PJ, Royse DJ, Snetsinger RJ, Te-trault R, Rinker DL (1984). Mushroom flies. *Mushroom Journal* 139: 240-247.
- Gea FJ, Navarro MJ (2002). Valoración de la fitotoxicidad y de la actividad biológica del Align® contra dípteros en el cultivo de champiñón. *Phytoma* 138: 50-52.
- Gea FJ, Navarro MJ (2008). Insecticidas químicos, biológicos y nematodos entomopatógenos aplicados para el control de dípteros en el cultivo de champiñón: efecto fitotóxico y actividad biológica. En: *Avances en la Tecnología de la Producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados* (Eds. Patronato de Desarrollo Provincial), Cuenca (España), pp. 237-246.
- Geels FP, Rutjens AJ (1992). Bendiocarb and diflubenzuron as substitute insecticides for endosulfan in commercial mushroom growing. *Annals of Applied Biology* 120: 215-224.
- Grewal PS, Richardson PN (1993). Effects of application rates of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) on control of the mushroom sciarid fly *Lycoriella auripila*. *Biocontrol Science and Technology* 3: 29-40.
- Grewal PS, Richardson PN, Collins G, Edmondson RN (1992). Comparative effects of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) and insecticides on yield and cropping of the mushroom *Agaricus bisporus*. *Annals of Applied Biology* 121: 511-520.
- Grupo de trabajo fitosanitario del champiñón y otros hongos comestibles (1997). Plagas y enfermedades del champiñón y setas cultivadas. Nuevo ácaro del champiñón *Brennandania lambi* (Krczal). Ed. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 8 p.
- Keil CBO, Bartlett GR (1995). Azatin for control of *Lycoriella mali* in *Agaricus* mushroom production. *Mushroom News* 43 (4): 10-13.
- Keil, CBO (2002). Field trials of the Gnatrol WDG formulation of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for control of mushroom flies in Pennsylvania & California. *Mushroom News* 50 (4): 12-19.
- MAGRAMA 2013. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario /2013-Avance/AE_2013_13_06_44_02.pdf
- Navarro MJ, Gea FJ (2006). Estudio de la fitotoxicidad del insecticida diflubenzuron en el cultivo de champiñón. Estudio del nivel de residuos. *Boletín de la Asociación Española de Cultivadores de Champiñón* 48: 32-34.
- Navarro MJ, Gea FJ (2014). Entomopathogenic nematodes for the control of phorid and sciarid flies in mushroom crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49 (1): 11-17.
- Navarro MJ, Escudero A, Gea FJ, López-Lorrio A, García-Morrás JA, Ferragut F (2000). Determinación y abundancia estacional de las poblaciones de dípteros (Diptera: Phoridae y Sciariidae) en los cultivos de champiñón en Castilla-La Mancha. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 26 (4): 1-11.
- Navarro MJ, Gea FJ, Escudero-Colomar LA (2010). Abundance and distribution of *Microdispus lambi* (Krczal) (Acari: Microdispidae) in Spanish mushroom crops. *Experimental and Applied Acarology* 50: 309-316.
- Navarro MJ, Gea FJ, Ferragut F (2004). Biología y control del ácaro miceliófago *Brennandania lambi* (Krczal) en los cultivos de champiñón de Castilla-La Mancha. Ed. MAPA. Madrid, 203 p.

- Park IK, Choi KS, Kim DH, Choi IH, Kim LS, Back WC, Choi JW, Shin SC (2006). Fumigant activity of plant essential oils and components from horseradish (*Armoracia rusticana*), anise (*Pimpinella anisum*) and garlic (*Allium sativum*) oils against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *Pest Management Science* 62: 723-728.
- Park IK, Kim JN, Lee YS, Lee SG, Ash YJ, Shin SC (2008). Toxicity of plant essential oils and their Components against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *Journal of Economic Entomology* 101: 139-144.
- Richardson PN (1987). Susceptibility of mushroom pests to the insect-parasitic nematode *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*. *Annals of Applied Biology* 111: 433-438.
- Richardson PN, Grewal PS (1991). Comparative assessment of biological (Nematoda: *Steinernema feltiae*) and chemical methods of control for the mushroom fly *Lycoriella mali* (Diptera: Sciaridae). *Biocontrol Science and Technology* 1: 217-228.
- Scheepmaker JWA, Geels FP, van Griensven LJLD (1995). Control of the mushroom sciarid (*Lycoriella auripila*) and the mushroom phorid (*Megaselia halterata*) by entomopathogenic nematodes. En: *Science and Cultivation of Edible Fungi*. (Ed. Elliot T). Rotterdam: Balkema. 491-498.
- Scheepmaker JWA, Geels FP, Smits PH, van Griensven LJLD (1997a). Location of immature stages of the mushroom insects pest *Megaselia halterata* in mushroom-growing medium. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83: 323-327.
- Scheepmaker JWA, Geels FP, Smits PH, van Griensven LJLD (1997b). Control of the mushroom pests, *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae) by *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) in field experiments. *Annals of Applied Biology* 131: 359-368.
- Scheepmaker JWA, Geels FP, Smits PH, van Griensven LJLD (1998a). Influence of *Steinernema feltiae* and diflubenzuron on yield and economics of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* in Dutch mushroom culture. *Biocontrol Science and Technology* 8: 269-275.
- Scheepmaker JWA, Geels FP, Rutjens AJ, Smits PH, van Griensven LJLD (1998b). Comparison of the efficacy of entomopathogenic nematodes for the biological control of the mushrooms pests *Lycoriella auripila* (Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Phoridae). *Biocontrol Science and Technology* 8: 277-288.
- Shamshad A (2010). The development of integrated pest management for the control of mushroom sciarid flies, *Lycoriella ingenua* (Dufour) and *Bradysia ocellaris* (Comstock), in cultivated mushrooms. *Pest Management Science* 66: 1063-1074.
- Shamshad A, Clift AD, Mansfield S (2008). Toxicity of six commercially formulated insecticides and biopesticides to third instar larvae of mushroom sciarid, *Lycoriella ingenua* Dufour (Diptera: Sciaridae), in New South Wales, Australia. *Australian Journal of Entomology* 47 (3): 256-260.
- Shamshad A, Clift AD, Mansfield S (2009). Effect of compost and casing treatments of insecticides against the sciarid *Bradysia ocellaris* (Diptera: Sciaridae) and on the total yield of cultivated mushrooms, *Agaricus bisporus*. *Pest. Management Science* 65 (4), 375-380.
- White PF (1981). Spread of the mushroom disease *Verticillium fungicola* by *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae). *Protection Ecology* 3: 17-24.

(Aceptado para publicación el 1 de septiembre de 2014)