

Heterogeneidad de los daños y de la distribución espacial de *Oscinella frit* L. (Diptera: Chloropidae) en cereales de invierno

L.M. TORRES-VILA, J. DEL MORAL, F. PÉREZ-ROJAS, M. SENERO, A. AYUSO, P. BIELZA LINO

La mosca *Oscinella frit* se asocia a gramíneas silvestres y cultivadas y puede ocasionar importantes pérdidas en los cereales. En la campaña 2001-2002 se produjo un ataque de cierta gravedad en Extremadura, por lo que se efectuó una valoración de los daños y un estudio de su distribución espacial en un ensayo de variedades de cereales de invierno en Olivenza (Badajoz). En mayo de 2002, coincidiendo con el estado fenológico de grano semi-vitroso, se muestrearon 40-80 espigas al azar de 2 cebadas de ciclo corto (Grafic, Scarlet), 4 cebadas de ciclo largo (Ordalie, Sunrise, FD 93060-507, Hispanic), 2 trigos blandos de primavera (Yécora, Cartaya), 2 trigos blandos de otoño (Soissons, Marius), 2 trigos duros (Vitrón, D. Pedro), 2 triticales (Villuercas, Tentudía) y una avena (Saia).

Las pérdidas fueron muy variables entre especies/variedades. Los daños fueron inapreciables en avena, triticales y trigo blando de otoño, muy bajos en trigo duro (0,1-0,2%) y trigo blando de primavera (0,4-1,7%), bajos en cebada de ciclo corto (2,5-2,8%) y moderados en cebada de ciclo largo (5,0-6,6%), excepto en la variedad Ordalie, en la que fueron intolerables, casi del 50%.

La distribución espacial de los daños difirió entre cereales. En los trigos blandos, el ajuste de la variable "granos dañados por espiga" a la distribución de Poisson, indicó que los daños se repartieron al azar. En las cebadas, la variable se ajustó a la distribución Binomial Negativa, indicando una repartición agregativa o contagiosa de los daños. La única excepción se observó de nuevo en Ordalie, en la que la variable se ajustó a la distribución Normal, sugiriendo una mayor uniformidad y un retorno a la distribución al azar con el incremento del nivel de daño. Además, en Ordalie, la variable "puparios por grano" no se distribuyó al azar, sugiriendo una distribución repulsiva a esta escala de muestreo.

Finalmente se discuten algunos factores biológicos y ecológicos potencialmente implicados en la heterogeneidad, tanto del daño, como de la distribución espacial de *O. frit* en las espigas de los cereales de invierno.

L.M. TORRES-VILA. Servicio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Avda. de Portugal s/n, 06800 Mérida, Badajoz. ltorresv@aym.juntaex.es

J. DEL MORAL, F. PÉREZ-ROJAS, M. SENERO y A. AYUSO. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIA). Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Avda. de Portugal s/n, 06800 Mérida, Badajoz.

P. BIELZA LINO. Departamento de Producción Agraria, ETS de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo de Alfonso XIII, 52. 30203 Cartagena, Murcia.

Palabras Clave: *Oscinella frit*, cereal, cebada, trigo, triticales, avena, Ordalie, daños, distribución espacial, Poisson, Binomial Negativa.

INTRODUCCIÓN

La mosca *Oscinella frit* L. (Diptera: Chloropidae) (Fig. 1) es una especie casi cosmo-

polita que se asocia a gramíneas silvestres y cultivadas y puede ocasionar importantes pérdidas en los cereales. En España se conoce su presencia como plaga desde hace déca-

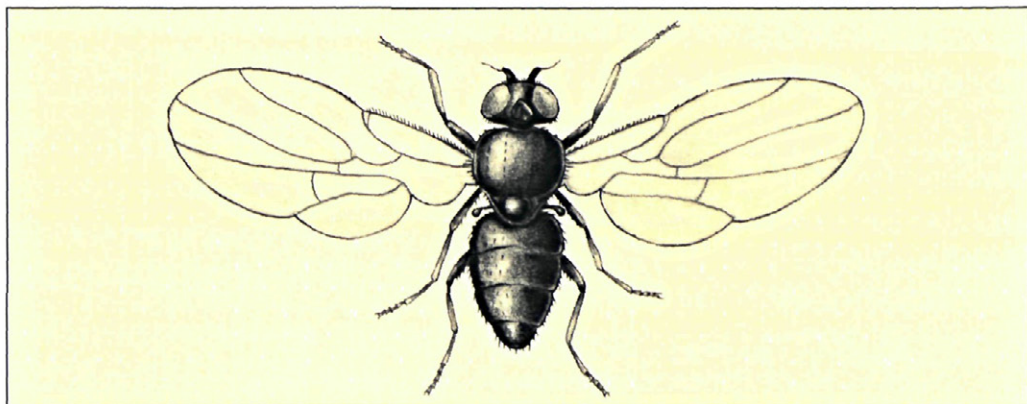


Figura 1: Adulto de *Oscinella frit*. Dibujo original de J. Del Moral Martínez.

das (BENLLOCH, 1949). Es una especie polivoltina que normalmente desarrolla entre dos y cuatro generaciones por año dependiendo de la integral térmica disponible (latitud, altitud y meteorología anual), aunque lo más usual en España es que complete tres generaciones. Las dos primeras dañan respectivamente las macollas (primavera) y espigas (primavera-verano) de los cereales; la última (otoño-invierno) suele asociarse a gramíneas adventicias o pratenses sobre las que el insecto hiberna. En la primera generación, las larvas pueden llegar a matar las plantas al dañar directamente los meristemas, con aparición de rodales, si bien los daños pueden compensarse por un aumento

del ahijado. Las pérdidas suelen ser mucho más importantes en la segunda generación, ya que las larvas dañan directamente a las espigas (Fig. 2): los granos se muestran vanos y con restos de la actividad larvaria (Figs. 3-4). Los adultos poseen una acusada capacidad dispersiva ayudada por el viento, exhibiendo vuelos verticales de cadencia diaria (SOUTHWOOD *et al.*, 1961; SOUTHWOOD y JEPSON, 1961; OSCHMANN, 1974; JOHN-SON, 1969; CABI, 2000).



Figura 2: Ensayo de cereales. Fotografía de J. Del Moral de la Vega.



Figura 3: Daños de *Oscinella frit* en una espiga de cebada de la variedad Ordalie, en estado pastoso del grano. Fotografía de J. Del Moral de la Vega.

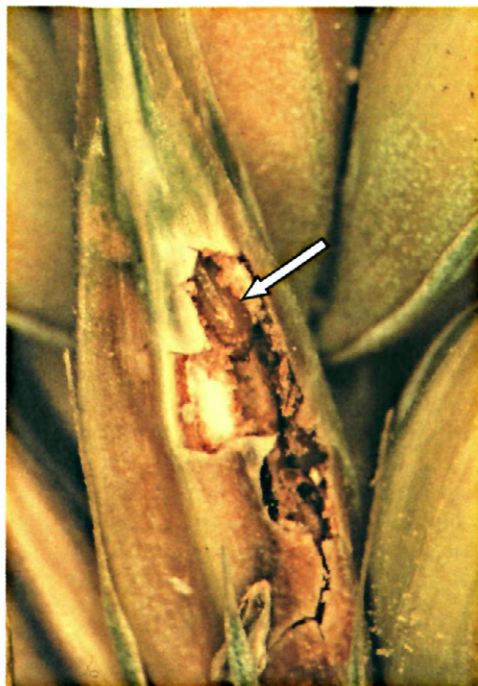


Figura 4: Daños de *Oscinella frit* en un grano abierto de cebada (variedad Ordalie). La flecha señala un pupario. Fotografía de J. Del Moral de la Vega.

En la campaña 2001-2002 se observó un ataque de *O. frit* de cierta gravedad sobre las espigas en un ensayo de variedades de cereales de invierno ubicado en Olivenza (Badajoz), por lo que se efectuó una valoración de los daños y un estudio de su distribución espacial. Los resultados obtenidos se presentan en este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En mayo de 2002, coincidiendo con el estado fenológico del grano pastoso a semivivoso, se recogieron 40-80 espigas al azar (10-20 espigas por parcela elemental de 1,2 x 1,5 m en cada uno de los cuatro bloques del ensayo) de 15 especies/variedades de cereales de invierno. Se muestrearon 4 cebadas de ciclo largo (Ordalie, Sunrise, FD 93060-507, Hispanic), 2 cebadas de ciclo corto (Grafic, Scarlet), 2 trigos blandos de

primavera (Yécora, Cartaya), 2 trigos duros (Vitrón, D. Pedro), 2 trigos blandos de otoño (Soissons, Marius), 2 triticales (Villuercas, Tentudía) y una avena (Saia). En cada espiga se contaron los granos dañados y sanos para estimar el porcentaje de daño. En una muestra adicional de la cebada Ordalie, la más atacada (ver resultados), se examinaron bajo lupa binocular 437 granos, contándose el número de individuos (puparios o sus exuvias) presentes en cada grano (Fig. 4). Los datos obtenidos (granos dañados/espiga o puparios/grano) se compararon con las distribuciones teóricas de Poisson, Normal y Binomial Negativa, para estimar el modelo de repartición espacial de los estados preimaginales de *O. frit* a nivel de espigas y granos (al azar, agregativo o repulsivo). Para las distribuciones discretas se empleó el programa PADIS (1997) utilizando el método de cálculo de los momentos y de máxima verosimilitud para las leyes de Poisson y Binomial Negativa, respectivamente.

RESULTADOS

Las pérdidas de producción, estimadas como el porcentaje de granos dañados, fueron muy variables y difirieron significativamente entre especies y variedades (Fig. 5). Los daños fueron inapreciables en avena, triticale y trigo blando de otoño, muy bajos en trigo duro (0,1-0,2%) y trigo blando de primavera (0,4-1,7%), bajos en cebada de ciclo corto (2,5-2,8%) y moderados en cebada de ciclo largo (5,0-6,6%), excepto en la variedad Ordalie, en la que fueron intolerables, casi del 50%.

La distribución espacial de los daños en trigo blando de otoño, triticale y avena no pudo estudiarse ya que los daños fueron nulos. En trigo duro los daños fueron tan bajos que no fue posible ajustar los datos a las distribuciones teóricas. En las restantes variedades, los resultados indican que la distribución espacial de los daños en las espigas difirió marcadamente entre cereales, en particular entre cebadas y trigos (Cuadro 1). En los trigos, el ajuste de la variable "granos

daños/espiga” a la distribución de Poisson y los valores del Coeficiente de Dispersión ($CD \sim 1$) indicaron que los daños se repartieron al azar. En las cebadas, la variable se ajustó a la distribución Binomial Negativa, evidenciando una repartición agregativa o contagiosa de los daños. La excepción fue la cebada Ordalie, la más atacada con diferencia, en la que la variable se ajustó a la distribución Normal, sugiriendo una mayor uniformidad y un retorno a la distribución al azar con el incremento del nivel de daño. En esta misma variedad el porcentaje de daño no estuvo correlacionado con el número de granos por espiga ($n=80$; $R^2=0,003$; $P=0,63$ ns) por lo que pequeñas variaciones en el tamaño de la espiga tomada como unidad muestral no afectaron al ataque de *O. frit*.

En la variedad Ordalie, la variable “puparios/grano” no se ajustó a la distribución de

Poisson por lo que los individuos no se repartieron al azar ($n=437$; $\chi^2=44,03$; $gl=1$; $P<0,001$), siendo además $CD<1$ (Media=0,49; Varianza=0,31; $CD=0,63$), lo que sugirió una distribución altamente repulsiva de las larvas de *O. frit* a nivel de los granos.

DISCUSIÓN

La gran variación observada en el porcentaje de granos dañados por *O. frit* dependiendo de la especie/variedad de cereal considerada, aunque significativa, es de difícil explicación a partir de nuestro estudio de campo. Varias causas no mutuamente excluyentes, de base bioquímica, morfológica o ecológica, podrían estar implicadas, incluyendo entre otras diferencias en 1) la tolerancia/resistencia varietal al daño, regulando

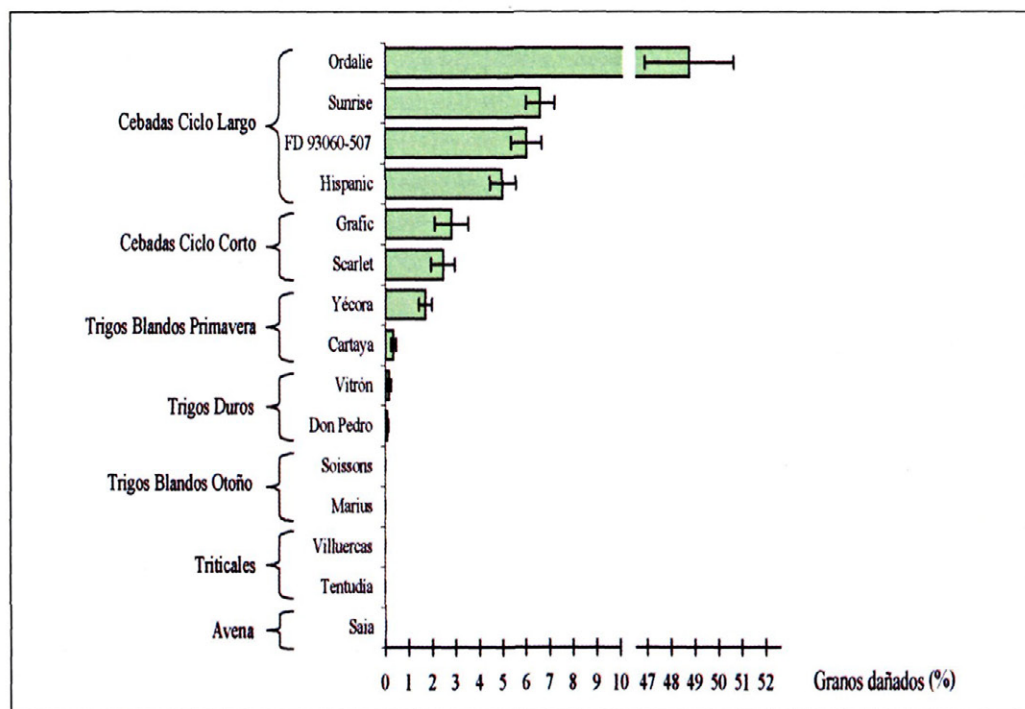


Figura 5: Daños de *Oscinella frit* en las espigas de las especies y variedades de cereales de invierno estudiadas. El porcentaje de granos dañados difirió significativamente entre variedades (Test de Kruskal-Wallis, $H=328,71$; $gl=9$; $P<0,001$). Las líneas horizontales en cada barra del histograma representan el error estándar de la media.

Cuadro 1.- Distribución espacial de *Oscinella frit* en las espigas de los cereales de invierno estudiados

Cereal	Variedad	Distribución teórica y ajuste			n	Media ⁽¹⁾ (Varianza)	CD ⁽²⁾	Distribución
		Chi ²	g.l.	P				
Cebada (Ciclo Largo)								
Ordalie	Normal	8,82	8	0,36 ns	80	30,49 (129,47)	4,25***	al azar ⁽³⁾
	Sunrise	Poisson	2,19	3				
	Binomial	3,06	3	0,38 ns	80	1,98 (2,63)	1,33*	agregativa ⁽⁴⁾
	Negativa							
FD93060	Poisson	12,35	3	0,006**	80	1,65 (2,56)	1,55***	agregativa
	-507	Binomial	2,25	2				
Hispanic	Poisson	8,11	2	0,017*	80	1,34 (1,77)	1,32*	agregativa
	Binomial	4,42	2	0,11 ns				
	Negativa							
Cebada (Ciclo Corto)								
Grafic	Poisson	4,25	1	0,039*	40	1,00 (2,72)	2,72***	agregativa
	Binomial	0,93	1	0,34 ns				
	Negativa							
Scarlet	Poisson	4,46	1	0,035*	40	0,80 (1,14)	1,42*	agregativa
	Binomial	1,89	1	0,17 ns				
	Negativa							
Trigo Blando (Primavera)								
Yécora	Poisson	2,36	1	0,13 ns	40	1,08 (1,15)	1,07 ns	al azar ⁽⁴⁾
	Binomial	2,03	1	0,15 ns				
	Negativa							
Cartaya	Poisson	0,07	1	0,80 ns	40	0,33 (0,33)	1,00 ns	al azar
	Binomial		no g.l.					
	Negativa							
Trigo Duro								
Vitrón	Poisson		no g.l.		40	0,13 (0,16)	1,31 ns	al azar ⁽⁴⁾
	Binomial		no g.l.					
	Negativa							
D. Pedro	Poisson		no g.l.		40	0,08 (0,07)	0,95 ns	al azar ⁽⁴⁾
	Binomial		no g.l.					
	Negativa							

(1) Granos dañados por espiga.

(2) CD: Coeficiente de Dispersión (varianza/media) y probabilidad de que sea significativamente distinto de uno (media=varianza). CD~1: distribución al azar, CD>1 distribución agregativa o contagiosa.

(3) Ver texto.

(4) En los casos de doble ajuste o falta de grados de libertad (g.l.) la distribución se infiere en función de la significación del CD. ***: P<0,001; **: P<0,01; *: P<0,05; ns: no significativo.

entre otras la mortalidad temprana de las larvas, 2) el reflejo de puesta y la selectividad ovipositora de las hembras y 3) la pseudo-resistencia derivada de la concordancia tem-

poral entre el máximo de vuelo de los adultos y el estado fenológico óptimo de receptividad de las espigas, que ocurre de floración a grano lechoso (LUTZE y VOLKMAR, 1977;

VOLKMAR y WETZEL, 1984), el cual es función a su vez de la especie y la variedad (p.e., los trigos son en general más precoces que las cebadas). Es de interés señalar que la cebada más dañada en nuestro estudio fue la única de seis carreras (Ordalie). BENLLOCH (1949) ya señalaba que los ataques más fuertes en nuestro país se suelen producir sobre cebada. En el otro extremo, los daños sobre avena fueron nulos a pesar de que este cereal está en general considerado como muy susceptible al ataque de *O. frit* al menos en Europa Central y Septentrional (BALACHOWSKY, 1951; LUTZE y VOLKMAR, 1977; CABI, 2000).

El bajo ataque observado en trigo (<2%) estuvo ligado a una distribución al azar de los estados preimaginales de *O. frit* en las espigas, mientras que en las cebadas, con un nivel de daño sensiblemente mayor (2-7%), la distribución se tornó agregativa. Este cambio sustancial en la distribución espacial podría ser consecuencia de la distinta precocidad de trigos y cebadas y de la preferencia de las hembras para depositar los huevos. Si el máximo de vuelo coincide con el espigado de la cebada (o si la cebada es sencillamente más seleccionada en detrimento de los demás cereales, al poder elegir las hembras en el ensayo) y si además las hembras en este periodo seleccionan las espigas de cebada mejores o más atractivas, entonces una concentración de puesta en ese subconjunto de espigas modificaría las expectativas de una distribución al azar. Al ocurrir un exceso de observaciones en las colas de la distribución de frecuencias (en particular en las clases de espigas muy dañadas), y por ello un déficit en el centro, la distribución pasaría de ser al azar a ser agregativa. La excepción se encontró en la variedad Ordalie, en la que la distribución dejó de ser discreta y se ajustó a la ley Normal: éste es un evento raro que sugiere una mayor uniformidad de la población y un retorno a la repartición al azar, atribuible al elevado nivel de daño (SOUTHWOOD, 1966; SCHERRER, 1984). Nuestros resultados con la segunda generación de *O. frit* afectando a las espigas son un buen ejemplo de como la densidad poblacional de un insecto y el nivel de

ataque (además de la especie o variedad del hospedador *per se*) es susceptible de afectar a la distribución espacial de los daños en el cultivo. Con ataques reducidos la probabilidad de encontrar varios granos dañados en la unidad de muestreo (la espiga) es tan baja que la distribución es al azar (trigos). Al aumentar el nivel de ataque la distribución se vuelve agregativa (cebadas); pero si el ataque aumenta todavía más, la repartición de los daños tiende a uniformizarse y pasa a ser otra vez al azar (cebada Ordalie).

En los granos, la distribución repulsiva de la variable "puparios/grano" indicó que se contabilizaron muchos más granos con sólo un pupario de lo esperado para una distribución al azar. Dicho de otro modo, existieron más observaciones en el centro de la distribución de frecuencias (1 pupario) que en las colas (0 ó >1 pupario) de lo que predice la ley de Poisson. Esto pone de manifiesto que la probabilidad de ocupación de un grano por un segundo individuo de *O. frit* depende de si el grano está ya ocupado o no. Existen por tanto mecanismos que se oponen a la ocupación múltiple de los granos por *O. frit*, entre los que podrían estar implicados 1) la presencia de feromonas marcadoras de oviposición, disuadiendo la puesta de nuevas hembras sobre granos ya ocupados, y/o 2) una intensa competición larvaria intraespecífica dentro de los granos por los recursos alimenticios o espacio vital, de manera que en la mayor parte de los casos sólo un individuo llegaría a término y sería contabilizado. Las diferentes distribuciones espaciales obtenidas en la variedad Ordalie según la unidad de muestreo considerada (espiga vs. grano) inciden además en que el método de muestreo elegido es crucial ya que puede afectar a la distribución espacial aparente (SOUTHWOOD, 1966).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. John Deeming la confirmación taxonómica de *Oscinella frit*, al Dr. Alfredo Lacasa Plasencia la revisión del manuscrito y a Diana González su ayuda en los muestreos.

ABSTRACT

TORRES-VILA L.M., J. DEL MORAL, F. PÉREZ-ROJAS, M. SENERO, A. AYUSO, P. BIELZA LINO. 2004. Damage and spatial distribution heterogeneity of the frit fly, *Oscinella frit* L. (Diptera: Chloropidae), in winter cereals. *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 355-361.

The *Oscinella frit* fly develops on wild and cultivated gramineous plants and larvae can cause important losses in cereal crops. In the 2001-2002 growth season an outbreak of this pest took place in southwestern Spain, so that a damage evaluation and a study of its spatial distribution were carried out in a trial of winter cereals at Olivenza (Badajoz). In May 2002, at the early hard dough phenological stage, random samples of 40-80 spikes per cultivar were collected from 2 short-cycle barleys (Grafic, Scarlet), 4 long-cycle barleys (Ordalie, Sunrise, FD 93060-507, Hispanic), 2 spring soft wheats (Yécora, Cartaya), 2 autumn soft wheats (Soissons, Marius), 2 hard wheats (Vitrón, D. Pedro), 2 triticales (Villuercas, Tentudía) and an oat (Saia).

Crop losses were very variable among the species/cultivars studied. Crop damage was invaluable in oat, triticale and autumn soft wheat, very low in hard wheat (0.1-0.2%) and spring soft wheat (0.4-1.7%), low in short cycle barley of (2.5-2.8%) and moderate in long-cycle barley (5.0-6.6%), exception found in Ordalie, in which damage was intolerable, almost of 50%.

Spatial distribution of fly damage differed among cereals. In soft wheats, the variable "damaged grains per spike" fitted to the Poisson distribution, indicating that fly damage was distributed at random. In barleys, this variable fitted to the Negative Binomial distribution, which indicated a clumped or contagious distribution of fly damage. The only exception was again in Ordalie, in which the variable fitted to the Normal distribution, showing a higher uniformity and a return to the random distribution with the increase of damage level. In Ordalie, the variable "puparia per grain" was not random-distributed which suggested a repulsive distribution of *O. frit* fly at this sampling level.

Some biological and ecological factors potentially accounting for the observed heterogeneity both in damage and spatial distribution of *O. frit* in cereal spikes are discussed.

Key Words: *Oscinella frit*, cereal, barley, wheat, triticale, oat, Ordalie, damage, spatial distribution, Poisson, Negative Binomial.

REFERENCIAS

- BALACHOWSKY A.S., 1951. *La lutte contre les insectes, principes, méthodes, applications*. Payot, Paris.
- BENLLOCH M., 1949. Observaciones fitopatológicas en el año 1948. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, 16: 203-242.
- CABI, 2000. *Oscinella frit* L. En: Crop Protection Compendium, 2nd ed. (CD-ROM). CAB-International, Wallingford-Oxon, UK.
- JOHNSON C.G., 1969. *The migration and dispersal of insects by flight*. Methuen, London.
- LUTZE G., VOLKMAR C., 1977. Investigations on the occurrence of the frit fly (*Oscinella frit* L.) on the inflorescences of important cereal species. *Archiv fur Phytopathologie und Pflanzenschutz*, 13: 419-424.
- OSCHMANN M., 1974. On the biology, ecology and ethology of the frit fly (*Oscinella frit* L., Dipt., Chloropidae). *Archiv fur Phytopathologie und Pflanzenschutz*, 10: 103-116.
- PADIS, 1997. PADIS v. 1.01, Programa de Ajuste a Distribuciones d/Scretas. J. López-Collado y H. K. Osada-Velázquez.
- URL: <http://autum.isis.vt.edu/~jlopezco/research/padis.htm>.
- SCHERRER B., 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin, Québec.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Methuen, London.
- SOUTHWOOD T.R.E., JEPSON W.F., 1961. The frit fly - a denizen of grassland and a pest of oats. *Annals of Applied Biology*, 49: 556-557.
- SOUTHWOOD T.R.E., JEPSON W.F., VAN EMDEN H.F., 1961. Studies on the behaviour of *Oscinella frit* L. (Diptera) adults of the panicle generation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 4: 196-210.
- VOLKMAR C., WETZEL T., 1984. The occurrence and monitoring of the frit fly (*Oscinella frit* (L.)) on inflorescences of cereal crops. *Nachrichtenblatt fur den Pflanzenschutz in der DDR*, 38: 4-6.

(Recepción: 11 diciembre 2003)

(Aceptación: 9 febrero 2004)