

## Efecto del fotoperiodo en la terminación de la diapausa de larvas de los taladros del maíz, *Sesamia nonagrioides* y *Ostrinia nubilalis*, desarrolladas en distintas variedades de maíz transgénico y sus isogénicas correspondientes

M. PÉREZ, C. LÓPEZ, M. EIZAGUIRRE

La creciente implantación de maíz transgénico en España está ocasionando cambios importantes en las poblaciones de taladros de maíz y en su ecofisiología, cambios que están por estudiar. En el evento de maíz transgénico Bt 176, hoy en día no autorizado, la concentración de proteína de *Bacillus thuringiensis* decrecía en el maíz senescente de forma que en otoño se podían encontrar en campos con este evento alguna larva de taladros. La implantación de maíz con el evento MON 810 sugirió la posibilidad de estudiar la posible supervivencia de larvas en maíz senescente y algunos aspectos de la diapausa de estas larvas. Para ello se infestaron 6 variedades de maíz, una con el evento Bt 176, dos con el evento MON 810 y las tres isogénicas correspondientes, con larvas neonatas de *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre), confiando en una infestación natural de *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Las larvas de *S. nonagrioides* recogidas en el evento Bt176 suponían el 14% del total de larvas de esta especie muestreadas, mientras que las de *O. nubilalis* recogidas en el maíz Bt suponían un 25% del total de esta especie. Sin embargo en las variedades con el evento MON 810 apenas se recogieron un 0,25% y un 1,9% de larvas de *S. nonagrioides* y *O. nubilalis* respectivamente. Las larvas recogidas en el evento Bt 176 no mostraron diferencias en su intensidad de diapausa con las recogidas en las isogénicas correspondientes. El efecto del fotoperiodo en la terminación de la diapausa fue diferente en ambas especies: mientras que el fotoperiodo largo aceleraba la terminación de diapausa en *S. nonagrioides* pero no en *O. nubilalis* pareciendo tener un efecto más pronunciado la oscuridad completa. El parasitismo por parte de *Lydella thompsoni* (Herting) fue del 5% para el total de larvas de *O. nubilalis* mientras que para el total de larvas de *S. nonagrioides* fue del 0,4% lo que indica la preferencia de esta taquinido por el pirálido.

M. PÉREZ, C. LÓPEZ, M. EIZAGUIRRE. Centro UdL-IRTA de R+D, Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España. meritxell. E-mail: perez@pvcf.udl.cat

**Palabras clave:** Maíz Bt, parasitismo.

### INTRODUCCIÓN

Los taladros del maíz *Ostrinia nubilalis* (Hübner) y *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre), son las principales plagas de este cultivo en el área mediterránea, reduciendo su rendimiento de manera importante. Estos taladros presentan comportamiento endófito, por lo

tanto completan el desarrollo larvario y pupal dentro de la caña de maíz, haciendo difícil la eficacia de los métodos de control químicos convencionales (ALFARO, 1972). El número de generaciones que presentan cada año varía según la zona geográfica en que se desarrollan ambas especies. En la zona de este estudio, noreste de la Península Ibérica, Lleida,

Cuadro 1. Variedades experimentales.

Variedades Transgénicas	Variedades Isogénicas
Bt1: Compa (Bt 176)	Test 1: Dracma
Bt2: DKC 6575 (Mon 810)	Test 2: Tietar
Bt3: PR 33P67 (Mon 810)	Test 3: PR 32 P66

presentan dos generaciones completas y una incompleta (EIZAGUIRRE *et al.* 2002). La importancia de esta tercera generación incompleta depende del porcentaje de larvas de segunda generación que entran en diapausa. Los taladros de maíz detectan en verano, mediante el fotoperiodo, la llegada del otoño, entrando en diapausa y deteniendo su desarrollo para así adaptarse a las condiciones desfavorables del invierno como son el frío y la falta de alimento durante meses (EIZAGUIRRE, 1989). Para ambas especies el factor inductor de diapausa es el fotoperiodo corto, aunque el efecto del fotoperiodo puede ser modificado por la temperatura, el termoperiodo o la fenología del maíz (EIZAGUIRRE, ALBAJES, 1992). En *S. nonagrioides* los estadios larvarios sensibles al fotoperiodo son el primero y el segundo, sin embargo, pasa el invierno como larva desarrollada en diapausa en los rastrojos del maíz, larva que sigue alimentándose, moviéndose y mudando (FANTINOU *et al.* 1995), mientras en *O. nubilalis* las larvas son sensibles a la inducción de diapausa hasta el quinto estadio larvario y pasa el invierno como larva desarrollada permaneciendo inmóvil, sin alimentarse ni mudar, en los rastrojos del maíz (HUDON AND LEROUX, 1986).

En España el maíz Bt que se cultiva, es aquel que lleva incorporado el evento MON810, pero hasta el año 2005 el maíz transgénico predominante fue el que incorporaba el evento 176, hoy en día no autorizado.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto del fotoperiodo en la terminación de la diapausa de larvas de los taladros del maíz, *S. nonagrioides* y *O. nubilalis*, desarrolladas en distintas variedades de maíz transgénico y sus isogénicas correspondien-

tes. Este objetivo se enmarca en otro más general que pretende conocer los efectos subletales de las nuevas variedades de maíz transgénico sobre los taladros del maíz.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El campo de experimentación, situado en la ETSEA de la Universidad de Lleida (Coordenadas: 41° 37' 24.78" N, 0° 34' 33.44" E), se dividió en 4 bloques con 6 parcelas en cada bloque, tres de las cuales fueron cultivadas con variedades de maíz transgénico y las restantes con las variedades isogénicas correspondientes, estas se muestran en el cuadro 1. Se infestaron las parcelas con larvas de *S. nonagrioides* neonatas en el mes de septiembre, simulando una tercera generación de la especie. Esta infestación se llevó a cabo en cuatro plantas por parcela con una cantidad de 25 larvas/planta. Se confió en una infestación natural de *O. nubilalis*. En Diciembre se realizó un muestreo de las larvas invernantes en diapausa. Así, las plantas muestreadas en cada parcela, fueron las 4 plantas infestadas más 4 plantas adyacentes sin infestar, por lo tanto 8 plantas por parcela y bloque.

Las larvas recogidas en campo se colocaron individualmente en cajas de plástico de 5cm de diámetro y 3.2cm de altura, en cámaras climatizadas en 3 diferentes condiciones de fotoperiodo, 12 horas de luz y 12 de oscuridad (12:12), 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad (16:8) y 24 horas de oscuridad (0:24). La temperatura para todas ellas fue constante de 15±1C° y se alimentaron con dieta artificial descrita por Eizaguirre (1989). Se realizaron observaciones periódicas de las larvas hasta pupación, se evaluó la mortalidad, el tiempo que tardaron en pupar,



los pesos y sexos de las pupas, el número de mudas y el parasitismo.

Se realizaron análisis ANOVA trifactoriales, y cuando convino se realizó una separación de medias (Duncan) o se estudiaron las interacciones significativas. La comparación de la proporción de larvas parasitadas desarrolladas en variedades transgénicas y variedades testigos se realizó mediante una prueba chi cuadrado.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En las variedades transgénicas 2 y 3 que contienen el evento MON810 no se encontró prácticamente ninguna larva, pudiendo deberse a que la toxina de *Bacillus thuringiensis* se mantiene en alta concentración hasta final del cultivo y la infestación se llevó a cabo con larvas recién nacidas que no pudieron soportar tales concentraciones. Ha sido diferente para el Bt1 (evento Bt176), en este evento va disminuyendo la concentración de la toxina a partir de floración (FEARING *et al.* 1997), con lo que en el momento de la infestación las pequeñas larvas pudieron sobrevivir en un número mayor a las bajas concentraciones de toxina. El número de larvas por planta encontradas en las diversas variedades isogénicas fueron similares entre ellas (Cuadro 2).

En las Figuras 1 y 2 se refleja la duración de la diapausa de larvas de *S. nonagrioides*, medida como el número de días necesarios para pupar en los distintos fotoperiodos ensayados. En ambas figuras se observa que

las larvas sometidas a un fotoperiodo inductor de diapausa 12:12 necesitaron más tiempo para pupar que las sometidas a 0:24 (oscuridad completa). A su vez, las larvas que estuvieron bajo la condición de fotoperiodo 16:8 fueron las que puparon en menos tiempo ( $x \leq 0.05$ ), hecho que se ve repetido en el estudio de FANTINO *et al.* (1998) que afirma que el fotoperiodo de día largo acelera la terminación de diapausa en *S. nonagrioides*. No hubo diferencias en el tiempo que tardaron en pupar entre las larvas desarrolladas en la variedad Bt1, bajo concentraciones subletales de la toxina, y la variedad testigo 1, lo que difiere del trabajo de EIZAGUIRRE *et al.* (2005) en el cual observaron que las larvas de *S. nonagrioides* diapausantes recogidas en campos de maíz Bt obtuvieron un desarrollo más largo de diapausa que las muestreadas en la variedad no transgénica. Además, se observó que las larvas alimentadas sobre la variedad testigo 3 necesitaron menos días para pupar que aquellas que se encontraron sobre los testigos 1 y 2 ( $x \leq 0.05$ ), resultado difícil de explicar y en estudio. Sin embargo, no hubo en ningún caso diferencias en la duración de diapausa de las larvas que dieron lugar a pupas macho o hembras ( $x \geq 0.05$ ).

El peso medio de las pupas hembra y macho de *S. nonagrioides* según el fotoperiodo ensayado y las variedades en que se han desarrollado las larvas se muestra en la figura 3. El peso de las pupas resultó distinto según el sexo de las mismas y el fotoperiodo al que se desarrollaron las larvas

Cuadro 2. Larvas por planta de *S. nonagrioides* y *O. nubilalis* recogidas en diversas variedades transgénicas y sus isogénicas correspondientes.

Variedad	Larvas/planta <i>S. nonagrioides</i>	Larvas/planta <i>O. nubilalis</i>
Bt1	2.3	1.6
Testigo1	3.1	1.7
Bt2	0.0	0.03
Testigo2	4.4	1.8
Bt3	0.1	0.1
Testigo3	4.9	1.4

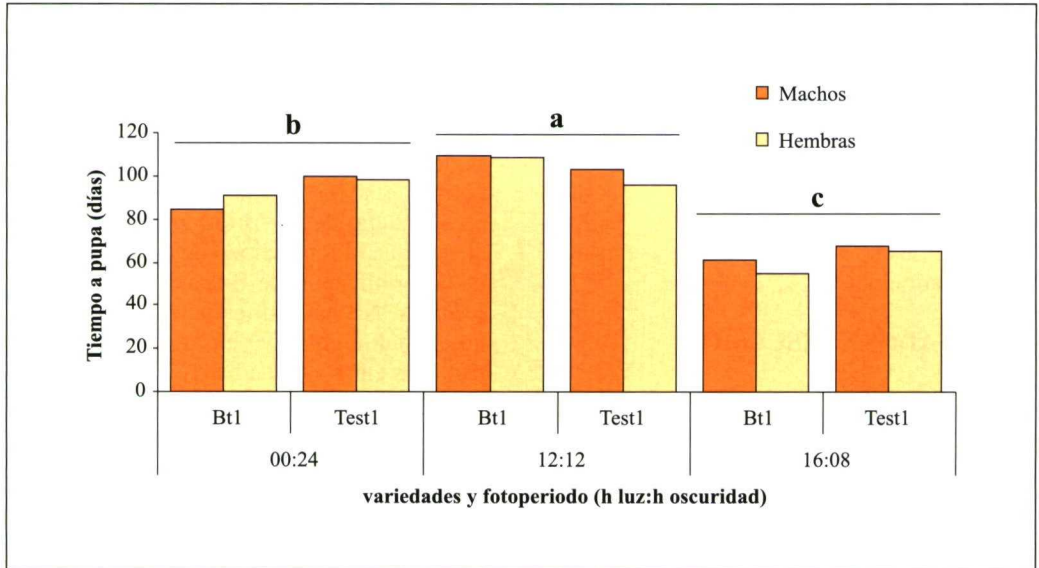


Figura 1. Duración de la diapausa de las larvas de *S. nonagrioides* desarrolladas en la variedad Bt1 (Compa con el evento 176) y testigo 1 (Dracma) en diferentes fotoperiodos. Diferentes letras sobre las columnas correspondientes de cada fotoperiodo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la duración del desarrollo para cada fotoperiodo.

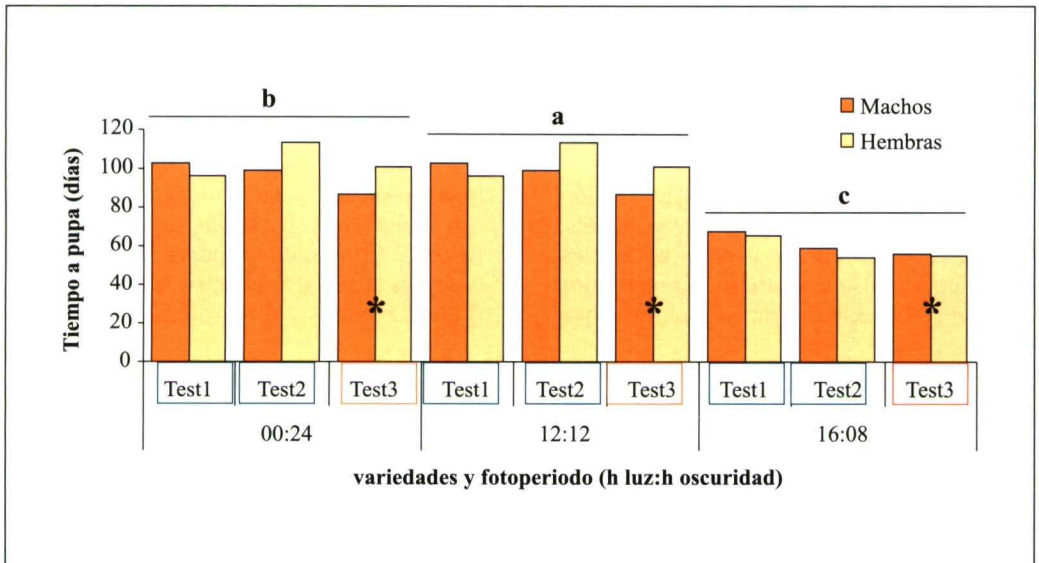


Figura 2. Duración de la diapausa de las larvas de *S. nonagrioides* desarrolladas en las variedades isogénicas (testigo 1, testigo 2 y testigo 3) en diferentes fotoperiodos. Diferentes letras sobre las columnas correspondientes a cada fotoperiodo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la duración del desarrollo para cada fotoperiodo. En cada fotoperiodo, las columnas correspondientes a cada variedad con asteriscos indican duración del desarrollo significativamente diferente ( $p \leq 0.05$ ).

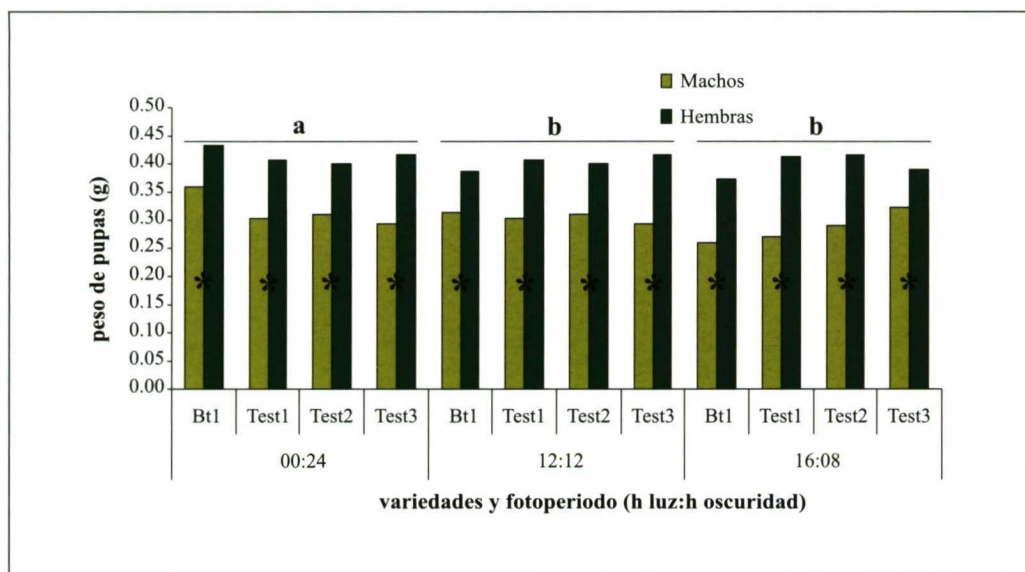


Figura 3. Peso medio de las pupas de *S. nonagrioides* desarrolladas sobre las variedades isogénicas y la variedad Bt1 en diferentes fotoperiodos. Diferentes letras sobre las columnas correspondientes a cada fotoperiodo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el peso de las pupas para cada fotoperiodo. Los asteriscos sobre las columnas indican diferencias significativas entre sexos para cada variedad y fotoperiodo.

( $\chi \leq 0.05$ ). En todos los casos las larvas sometidas a oscuridad completa alcanzaron unos pesos de pupas más elevados que aquellas sometidas a un fotoperiodo de 12:12 o de 16:8, pudiendo ser debido a que las larvas de *S. nonagrioides* en oscuridad completa se alimenten durante más tiempo que las larvas sometidas a noches cortas. Además, como se ha explicado con anterioridad las larvas de *S. nonagrioides* en diapausa siguen alimentándose y mudando, por tanto no paran su crecimiento. FANTINO *et al.* (2004) observaron una correlación positiva entre el peso de las pupas y la duración de diapausa. A su vez las hembras en todos los casos obtuvieron pesos superiores al de los machos. No hubo diferencias en el peso de las pupas entre las larvas desarrolladas en las diferentes variedades ensayadas, hecho que se ve repetido en otras especies de Noctuidos, como en *Heliothis virescens* (Fabricius) y *Helicoverpa zea* (Boddie) en las que no se encontraron diferencias entre los pesos de las pupas de ambas

especies desarrolladas en cultivo de algodón transgénico y no transgénico (HALCOMB *et al.*, 1996).

Las figuras 4 y 5 muestran la duración de diapausa de las larvas de *O. nubilalis*, medida como el número de días necesarios para pupar en los distintos fotoperiodos ensayados. En este caso ni los diferentes fotoperiodos estudiados, ni la procedencia de las larvas, ni el sexo modificaron el desarrollo de diapausa, aunque sí existe una tendencia a que las larvas sometidas a oscuridad completa se desarrollen en menos tiempo que las larvas sometidas a los otros dos fotoperiodos (12:12 y 16:8). Los resultados obtenidos difieren de los obtenidos con *S. nonagrioides* en el sentido de que en esta especie el fotoperiodo largo acelera la terminación de la diapausa mientras que en *O. nubilalis* parece acelerarla la oscuridad completa. Sin embargo, MCLEOD Y BECK (1963) mostraron que el desarrollo de diapausa en *O. nubilalis* fue acelerado por fotoperiodo de día



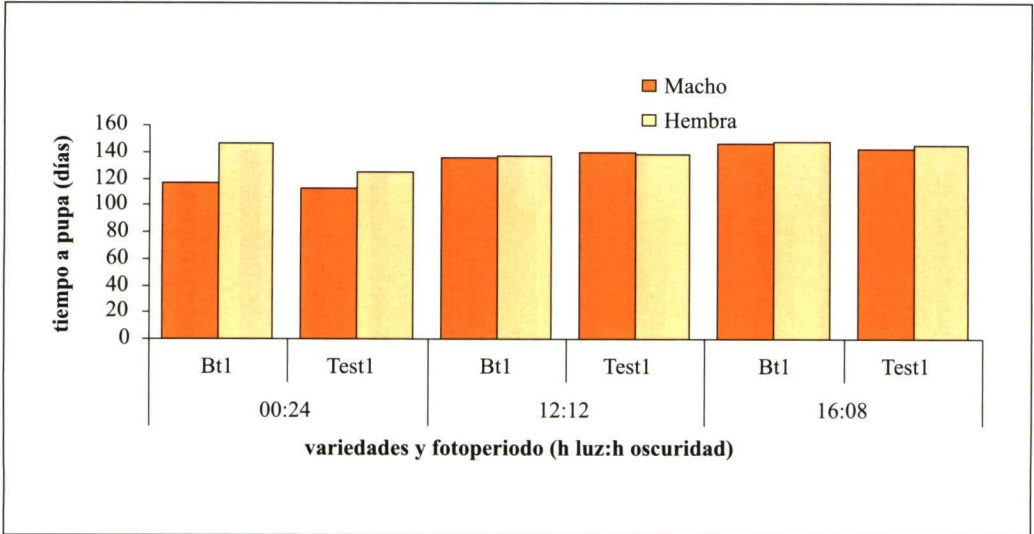


Figura 4. Duración de diapausa de las larvas de *O. nubilalis* desarrolladas en la variedad Bt1 (Compa con el evento 176) y testigo 1 (Dracma) en diferentes fotoperiodos.

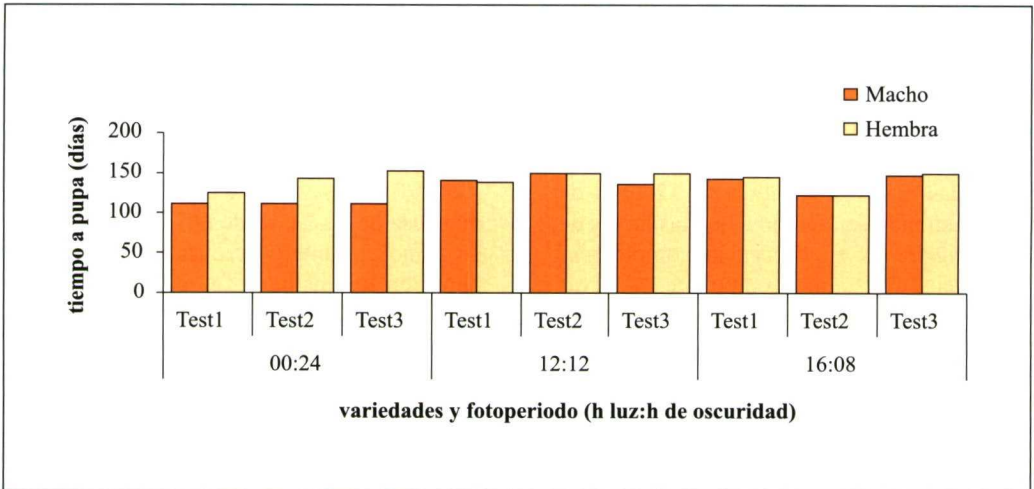


Figura 5. Duración de la diapausa de las larvas de *O. nubilalis* desarrolladas en las variedades isogénicas (testigo 1, testigo 2 y testigo 3) en diferentes fotoperiodos.

largo, de forma similar a lo que ocurre con *S. nonagrioides*.

Como se observa en la figura 6, tanto el fotoperiodo como el sexo y las variedades tuvieron influencia sobre el peso de las pupas resultantes ( $\chi \leq 0.05$ ). Las larvas que se

desarrollaron en oscuridad completa dieron lugar a las pupas de mayor peso como en el caso de *S. nonagrioides*, aunque las larvas diapausantes de *O. nubilalis* a diferencia de las de *S. nonagrioides* no se alimentan, y por lo tanto no van aumentando de peso. El

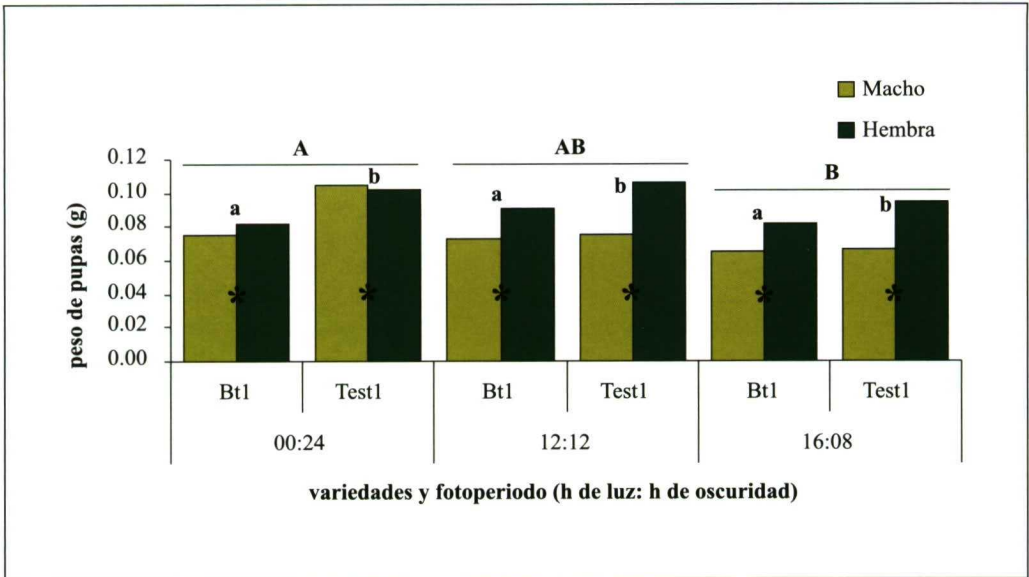


Figura 6. Peso medio de las pupas de *O. nubilalis* desarrolladas sobre la variedad Bt1 y testigo 1 en diferentes fotoperiodos. Diferentes letras mayúsculas sobre las columnas correspondientes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el peso de las pupas entre fotoperiodos. Diferentes letras minúsculas sobre las columnas en cada fotoperiodo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre variedades. Los asteriscos indican las diferencias significativas entre sexos.

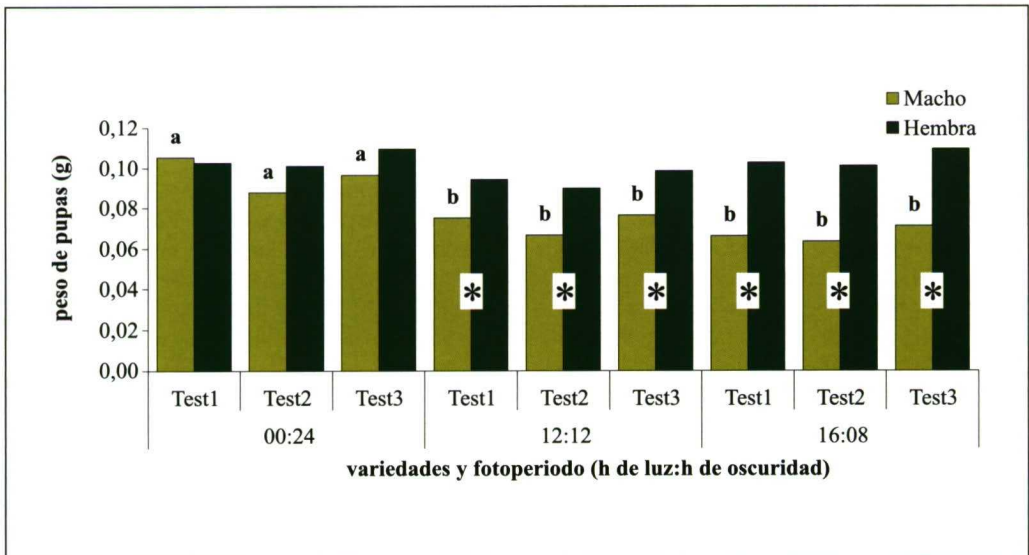


Figura 7. Peso medio de las pupas de *O. nubilalis* desarrolladas sobre las variedades isogénicas (testigo 1, testigo 2 y testigo 3) en diferentes fotoperiodos. Letras distintas sobre las columnas del peso de los machos indican diferencias significativas en el fotoperiodo correspondiente. Dentro de cada variedad y fotoperiodo, los asteriscos sobre las columnas indican pesos distintos entre machos y hembras.

Cuadro 3. Porcentaje de parasitismos de *S. nonagrioides* y *O. nubilalis*.

	% Parasitismo	Larvas totales
<i>S. nonagrioides</i>	0.4	494
<i>O. nubilalis</i>	5.41	185

hecho de que las larvas de *O. nubilalis* completen su diapausa más rápidamente en oscuridad completa que en los otros fotoperiodos (figura 4 y 5) puede conllevar que las larvas, que no se alimentan, pierdan menos peso por deshidratación y las pupas resultantes pesen más, resultado por contrastar. Como se va repitiendo en todos los análisis las hembras alcanzaron pesos superiores a los machos. Además, en el presente análisis se observó que las larvas que se recogieron de las parcelas testigo 1 (*Dracma*) alcanzaron pesos más elevados que aquellas que se encontraron en las parcelas con la variedad Bt1 (*Compa*) manifestando así cierto efecto la variedad transgénica en la que se alimentaron. Este efecto se debe ratificar, ya que en otros estudios realizados no se detectaron diferencias en el peso de las pupas de *O. nubilalis* cuyas larvas fueron o no expuestas a dosis subletales de la toxina (SIEGFRIED *et al.* 2001), pero sí que las larvas de *Helicoverpa Zea* que crecieron sobre maíz Bt alcanzaron un menor peso de las pupas de aquellas que se desarrollaron sobre plantas isogénicas (STORER *et al.* 2001).

En la figura 7 se refleja el peso medio de las pupas de hembras y de machos de *O. nubilalis* según el fotoperiodo ensayado y las variedades isogénicas en las que se desarrollaron las larvas. El fotoperiodo, el sexo y las variedades tuvieron influencia sobre el peso de las pupas resultantes ( $\chi \leq 0.05$ ). La diferencia de peso de las pupas según el fotoperiodo se dio sólo en los macho (interacción

fotoperiodo\*sexo significativa), así las pupas machos resultantes de larvas desarrolladas en oscuridad completa alcanzaron un peso mayor que las restantes. No hubo diferencias de peso en las pupas hembras resultantes de larvas desarrolladas en distintos fotoperiodos o en distintas variedades. Las pupas hembras alcanzaron pesos superiores a los machos, excepto en las larvas desarrolladas en oscuridad completa en las que no hubo diferencias entre sexos.

El único parásito encontrado en las larvas de ambas especies muestreadas en campo fue *Lydella thompsoni* (Herting), el porcentaje de parasitismo por el taquírido se muestra en el cuadro 3. Como ya indican Monetti *et al.* (2003) este díptero muestra una preferencia de huésped para parasitar las larvas invernantes de *O. nubilalis* a las de *S. nonagrioides*. Sin embargo, cuando se realizó una prueba chi-cuadrado (cuadro 4) para comparar la proporción de larvas de *O. nubilalis* parasitadas entre las plantas transgénicas y sus isogénicas correspondientes (testigos) no se observaron diferencias entre tratamientos (Bt vs noBT) ( $\chi \geq 0.05$ ), observación diferente a los datos obtenidos por Siegfried *et al.* (2001) o BOURGUET *et al.* (2002), quienes observaron que las larvas de *O. nubilalis* que se habían desarrollado sobre maíz Bt tenían un menor índice de parasitismo que aquellas larvas que habían completado su desarrollo sobre maíz convencional.

En resumen se puede decir que el número de larvas neonatas por planta recogido en las

Cuadro 4. Número de larvas observadas en las diferentes condiciones de *O. nubilalis*.

	Parasitada	No Parasitada	Total
<b>Bt</b>	2	46	48
<b>No Bt</b>	8	129	137
<b>Total</b>	10	175	185





Figura 8. Cadáver de larva de *S. nonagrioides* parasitada. Exuvio de pupa y adulto recién emergido de *L. thompsoni*

variedades de maíz transgénico con el evento MON810 ha sido prácticamente nulo, por lo que los estudios posteriores deberán realizarse con larvas de mayor edad. El evento Bt 176 ha permitido la supervivencia de larvas neonatas tanto de *S. nonagrioides* como de *O. nubilalis*, lo que indica un bajo contenido en Bt en otoño.

No ha habido diferencias ni en la duración de la diapausa de *S. nonagrioides* ni en el peso de las pupas resultantes entre las larvas desarrolladas en variedades transgénicas o sus isogénicas correspondientes. La duración de la diapausa de las larvas desarrolladas en las tres variedades isogénicas y en la

variedad que contiene el evento 176 fue más corta a fotoperiodo de 16:8 y el peso de las pupas más elevado se dió en un fotoperiodo de 0:24.

La duración de diapausa de las larvas de *O. nubilalis* desarrolladas en las variedades Bt1 y Test1 fue igual en los tres fotoperiodos ensayados, aunque se observó una tendencia repetida a que la duración de la diapausa en larvas sometidas a oscuridad completa fuera menor. Las pupas resultantes de larvas de *O. nubilalis* sometidas a oscuridad completa presentaron, en general, pesos más elevados. Las pupas de *O. nubilalis* de las larvas desarrolladas en la variedad testigo 1 (Dracma) resultaron tener más peso que las pupas de las larvas desarrolladas en la variedad transgénica (Compa).

El parásito *L. thompsoni* prefirió como huésped las larvas de *O. nubilalis* a las de *S. nonagrioides*. La proporción de larvas de *O. nubilalis* parasitadas fue la misma entre plantas transgénicas y sus isogénicas correspondientes.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a Joan Safont por su ayuda en las labores de campo. Los resultados incluidos en el presente artículo fueron financiados por el proyecto AGL2005-06485.

## ABSTRACT

PÉREZ, M., C. LÓPEZ, M. EIZAGUIRRE. 2008. Effect of the photoperiod in the diapause termination in larvae of *Sesamia nonagrioides* and *Ostrinia nubilalis* developed in different varieties of transgenic maize and the corresponding isogenics. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 257-266.

The increasing introduction of transgenic maize in Spain is causing important changes in the populations of corn borers and its ecophysiology, changes still remain to be studied. In the event Bt 176 of transgenic maize nowadays not authorized, the concentration of protein of *Bacillus thuringiensis* was decreasing in old corn, so that in autumn some larvae could be found in the fields. The implementation of maize with the event MON810 suggested the possibility of studying the survival of larvae in old corn and some aspects of their diapause. To accomplish this, 6 varieties of corn, one with the event Bt 176, two with the event MON 810 and the corresponding three isogenics with neonate larvae of *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre) and hopping for a natural infestation of *Ostrinia nubi-*

*lalis* (Hübner). The larvae of *S. nonagrioides* withdrawals from the event Bt176 supposed 14% of the total of larvae sampled for this of this species, whereas 25% was the total sampled for *O. nubilalis*. Nevertheless, in the varieties with the event MON 810 only 0,25% and a 1,9% of *S. nonagrioides* and *O. nubilalis* larvae were found, respectively. Larvae gathered in the event Bt 176 did not show differences in the diapause intensity. The effect of the photoperiod in the completion of the diapause was different for both species, the long photoperiod was accelerating the completion of diapause in *S. nonagrioides* whereas darkness seemed to have a more pronounced effect in *O. nubilalis*. Parasitism of *Lydella thompsoni* was of 5% for the total of *O. nubilalis* larvae and 0,4% for *S. nonagrioides*. This indicates the preference of this taquinid to the European corn borer.

**Key words:** Corn borers, parasitism.

#### REFERENCIAS

- ALFARO, A. 1972. Notas sobre *Ostrinia nubilalis* (Hüb.) *Sesamia nonagrioides* (Lef.). *An. INIA Ser. Prot.* **2**: 145-170.
- BOURGUET, D., CHAUFAX, J., MICOUD, A., DELOS, M., NAIBO, B., BOMBARDE, F., MARQUE, G., EYCHENNE, N., PAGLIARI, C. 2002. *Ostrinia nubilalis* parasitism and the field abundance of non-target insects in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn (*Zea mays*). *Environ. Biosaf. Res.* **1**: 49-60.
- EIZAGUIRRE, M. 1989. Inducción de la diapausa en *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae) y su papel en el ciclo biológico en la comarcas de Lérida. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Lleida.
- EIZAGUIRRE, M., ALBAJES, R. 1992. Diapausa induction in the stem corn borer, *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomol. Gen.* **17**: 277-283.
- EIZAGUIRRE, M., LÓPEZ, C., SANS, A. 2002. Maize phenology influences field diapause induction of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera:Noctuidae). *Bull. Entomol. Res.* **92**: 439-443.
- EIZAGUIRRE, M., TORT, S., LÓPEZ, C., ALBAJES, R. 2005. Effects of sublethal concentrations of *Bacillus thuringiensis* on larval development of *Sesamia nonagrioides*. *J. Econ. Entomol.* **98**: 464-470.
- FANTINOU, A. A., KARANDINOS, M. G., TSITSIPIS, J. A. 1995. Diapause induction in the *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera:Noctuidae) effect of photoperiod and temperature. *Environ. Entomol.* **24**: 1458-1466.
- FANTINOU, A. A., TSITSIPIS, J. A., KARANDINOS, M. G. 1998. Diapause terminacion in *Sesamia* under laboratory and field condition. *Environ. Entomol.* **27**: 53-57.
- FANTINOU, A. A., PERDIKIS, D. C. H., ZOTA, K. F. 2004. Reproductive responses to photoperiod and temperature by diapausing and nondiapausing populations of *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera-Noctuidae). *Physiol. Entomol.* **29**: 169-175.
- FEARING, P. L., BROWN, D., VLACHOS, D., MEGHJI, M., PRIVALLE, L. 1997. Quantitative analysis of CryIA (b) expression in Bt maize plants, tissues and silage and establiity of expression over successive generation. *Mol. Breed.* **3**: 169-176.
- HALCOMB, J. L., BENEDICT, J. H., COOK, B., RING, D. R. 1996. Survival and growth of bollworm and tobacco budworm on nontransgenic and transgenic cotton expressing a CryIA insecticidal protein (Lepidoptera:Noctuidae). *Environ. Entomol.* **25**: 250-255.
- HUDON, M., LEROUX, E. J. 1986. Biology and populations dynamics of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* whit special reference to sweet corn in Québec. Systematics, morphology, geographical distribution, host range economic importance. *Phytoprotect.* **67**: 39-54.
- MCLEOD, D. G. R., BECK, S. D. 1963. Photoperiodic termination of diapausa in an insect. *Bio. Bull.* **124**: 84-96.
- MONETTI, L., MALVAR, R. A., ORDAS, A., CORDERO-RIVERA, A. 2003. Parasitoids incidents and diversity on maize stem borers *Sesamia nonagrioides* Lefebvre and *Ostrinia nubilalis* Hübner in NW Spain. *Maydica* **48**: 133-139.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT user's guide, version 8.2, CARY, NC.
- SIEGFRIED, B. D., ZOERB, A. C., SPENCER, T. 2001. Development of European corn borer larvae on event 176 Bt corn: influence on survival and fitness. *Entomol. Exp. Appl.* **100**: 15-20.
- STORER, N. P., VAN DUYN, J. W., KENNEDY, G. G. 2001. Life history traits of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:Noctuidae) on non-Bt and Bt transgenic corn hybrids in North Carolina. *J. Econ. Entomol.* **94**: 1268-1279.

(Recepción: 6 febrero 2008)

(Aceptación: 28 mayo 2008)