

## *Diadegma fenestrale* (Hymenoptera, Ichneumonidae): la mejor herramienta para el control biológico de la polilla de la col *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Yponomeutidae)

Serena Santolamazza, Pablo Velasco, María Elena Cartea (Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Pontevedra. E-mail: [ssantolamazza@mbg.csic.es](mailto:ssantolamazza@mbg.csic.es))

Se ha evaluado en Galicia, entre junio y noviembre de 2010, la presencia de la polilla de la col *Plutella xylostella* (Yponomeutidae) y la tasa de parasitismo natural alcanzada por el conjunto de himenópteros parasitoides en cultivos de berza y repollo, libres de tratamientos fitosanitarios. El agente de control biológico más prometedor fue *Diadegma fenestrale* (Ichneumonidae), que ha alcanzado el 70% de tasa de parasitismo de las larvas de la polilla. Las berzas recibieron un ataque más intenso de *P. xylostella*, aunque la tasa de parasitismo fue siempre muy satisfactoria tanto en berzas (66%) como en repollos (76%). La abundancia máxima de la polilla se produjo en el mes de julio, aunque gracias a la actividad de los parasitoides, ésta se redujo de manera vistosa en el mes de agosto. El estudio evidencia la importancia del mantenimiento de la comunidad de insectos beneficiosos para los cultivos, ya que de ellos depende la posibilidad de controlar las plagas sin perjuicios para el ambiente.

### INTRODUCCIÓN

La familia Brassicaceae (= Cruciferae) cuenta con 350 géneros y más de 3500 especies de plantas, tanto cultivadas como silvestres. Algunos miembros de esta amplia familia, como *Brassica oleracea* (berzas, repollos, coles), *B. rapa* (nabos, nabizas, grelos, colza), y *B. napus* (rutabaga, nabicol) son empleados en muchos países para cultivos hortícolas y forrajeros y por eso revisten gran importancia económica (ORDÁS y CARTEA, 2008). La polilla de la col, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae) (Figura 1), es un lepidóptero defoliador de costumbres crepusculares o nocturnas, que representa una de las plagas más importante de los cultivos de brásicas (SARFRAZ *et al.*, 2005). Se ha estimado que, a nivel mundial, el coste anual para el control de este lepidóptero se sitúa alrededor de 1 billón de dólares, además del coste de la pérdida de los cultivos afectados (TALEKAR y SHELTON, 1993). Las larvas de la polilla se alimentan de hasta 175 especies distintas de la familia Brassicaceae. Es posible que este lepidóptero sea originario del área mediterránea, aunque la distribución de algunos de sus 14 agentes de control biológico (parasitoides) y de las plantas alimenticias (32 de ellas exóticas) hace pensar que pueda ser originario de Sudáfrica (KFIR, 1997). Sin embargo, utilizando estos mismos argumentos, otros investigadores consideran que *P. xylostella* pueda ser originaria de China (LIU y JIANG, 2003). En la actualidad, el lepidóptero está presente en todos los países en donde se cultivan brásicas y se considera la especie más abundante y frecuente del orden Lepidoptera (TALEKAR y SHELTON, 1993). *P. xylostella* tiene una gran capacidad migratoria, habiéndose registrado en Gran Bretaña desplazamientos desde el Báltico y Finlandia a lo largo de más de 3000 Km (TALEKAR y SHELTON, 1993). Además, es una especie multivoltina que puede alcanzar las 10 generaciones al año en las regiones de clima templado y hasta 20 en las áreas tropicales. La explicación de la elevada capacidad colonizadora de este lepidóptero reside en su rápido ciclo biológico, alrededor de tres semanas, en función de la temperatura (TALEKAR y SHELTON, 1993). Cada hembra puede poner aproximadamente 200 huevos, principalmente en el envés de las hojas. Los huevos eclosionan después de 5-6 días y las larvas de primer estadio consumen activamente el mesófilo de la hoja (Figura 2). Las larvas maduras (estadios 2-4) se alimentan no solo de la hoja, sino también de las yemas, brotes, flores, silicuas y semillas. Las larvas pueden desarrollarse con éxito en distintas condiciones ambientales y en un rango de temperaturas entre 4 y 38 °C (SARFRAZ *et al.*, 2005).

Los únicos dos factores bióticos que pueden regular la población de *P. xylostella* son la disponibilidad de las plantas alimenticias y la presencia de enemigos naturales. La aplicación de insecticidas, si bien en un principio puede reducir la plaga, determina también la desaparición de otros insectos beneficiosos, como los parasitoides y los depredadores, y fomenta el desarrollo de individuos resistentes a los principios activos aplicados (SARFRAZ y KEDDIE, 2005). De hecho, antes de la introducción de los insecticidas sintéticos, todavía en 1940, *P. xylostella* no aparecía en la lista de las plagas de las crucíferas. Sin embargo, ya en 1953, después del comienzo de la aplicación masiva de DDT y de la consiguiente desaparición de muchas especies de parasitoides, la polilla se convirtió en el primer artrópodo resistente a dicho compuesto (TALEKAR y SHELTON, 1993). La polilla de la col es también el único lepidóptero que ha desarrollado resistencia a numerosas cepas de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* (SARFRAZ *et al.*, 2005). Esta circunstancia ha hecho especialmente urgente el desarrollo de programas que fomenten la conservación de los enemigos naturales autóctonos. A escala mundial, han sido descritos más de 135 especies de himenópteros parasitoides capaces de atacar a *P. xylostella*, entre los cuales destacan 6 parasitoides de las puestas, 38 de las larvas y 13 de las pupas (SARFRAZ *et al.*, 2005). Los parasitoides de las larvas y en particular los que pertenecen a los géneros *Microplitis* (Braconidae), *Cotesia* (Braconidae) y *Diadegma* (Ichneumonidae) han sido sin duda los más efectivos. En realidad, en el recuento de enemigos naturales, también habría que incluir a una serie de depredadores generalistas como hormigas, moscas, hemípteros, coleópteros, arañas y pájaros (TALEKAR y SHELTON, 1993).

## Control biológico de la población de *P. xylostella* en Galicia

Galicia dedica al cultivo de berza (*B. oleracea* var. *acephala*) y repollo (*B. oleracea* var. *capitata*) más de 6.534 ha, que representan el 46% de la superficie española utilizada para la producción de estos vegetales (MARM, 2009). Las principales herramientas utilizadas para limitar la presencia de lepidópteros herbívoros en los cultivos de brásicas son: 1) los insecticidas a base de carbaril, triclorfon, etofenprox, deltametrín y permetrín, entre otros autorizados, 2) las cepas de *B. thuringiensis*, 3) el control cultural (rotación de cultivos, cambio de las fechas de siembra) y 4) el control genético (desarrollo de plantas transgénicas y/o selección de variedades resistentes o tolerantes) (CARTEA *et al.*, 2010).

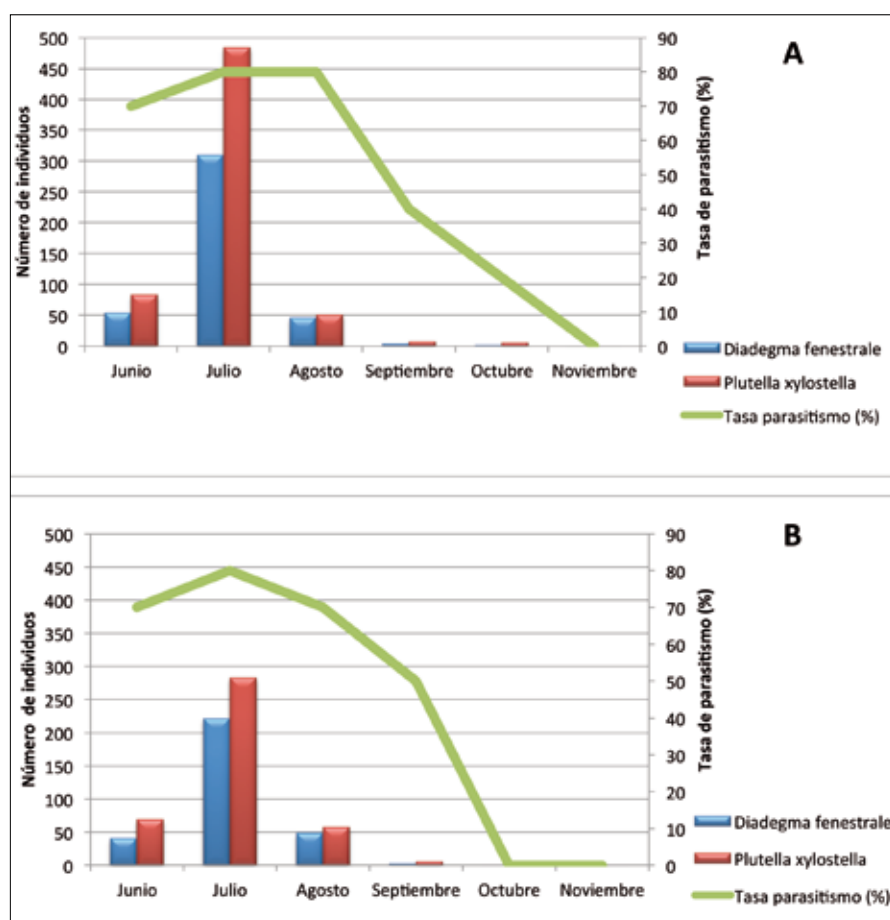
La abundancia y la dinámica de la población de *P. xylostella* y de otros lepidópteros que se alimentan de los cultivos de berza, ha sido objeto de un estudio desde 2001 hasta 2006 en la provincia de Pontevedra, por parte del grupo de Genética y Mejora de Brásicas de la Misión Biológica de Galicia. Esta investigación ha indicado a este lepidóptero, junto con *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Noctuidae), como las plagas más abundantes de los cultivos durante la primavera-verano (CARTEA *et al.*, 2009). En 2010, siguiendo con esta línea, se ha llevado a cabo un nuevo estudio en siete localidades gallegas: cuatro de ellas en la provincia de Pontevedra (Salcedo, Parada, Lalín, Soutelo), una en la provincia de Ourense (Leiro), una en la provincia de Lugo (Guitiriz) y la última cerca Santiago de Compostela (Oroso), a lo largo de un gradiente de temperatura y altitud desde la costa hacia el interior. El objetivo de la investigación era evaluar la presencia y abundancia de *P. xylostella* en cultivos de berza y repollo en



Figura 1. Adulto de *Plutella xylostella*.



Figura 2. Daños ocasionados por larvas de *Plutella xylostella* en hojas de berza. Se aprecian las características "ventanas" que producen las larvas de primeros estadios al consumir el mesófilo de la hoja.



**Figura 3.** Tasa de parasitismo natural alcanzada y dinámica de las poblaciones de *Plutella xylostella* y *Diadegma fenestrale* entre junio y noviembre en cultivos de berza (A) y repollo (B) en Galicia.

Planta	Localidades							Total
	Guitiriz	Oroso	Lalín	Soutelo	Pontevedra	Parada	Leiro	
Berza	74.3 ± 8.9 (N=241)	74 ± 3.1 (N=204)	74 ± 3.1 (N=102)	70.6 ± 7.9 (N=33)	90 ± 10 (N=10)	75 ± 7.8 (N=32)	100 ± 0.0 (N=10)	77.6 ± 1.7 (N= 632)
Repollo	86 ± 2.9 (N = 146)	77.7 ± 4 (N = 112)	90.4 ± 3.5 (N = 73)	72.7 ± 6.8 (N = 44)	50 ± 22.4 (N = 6)	75 ± 8.3 (N = 21)	85.7 ± 14.3 (N = 7)	81.9 ± 1.9 (N = 416)

**Tabla 1.** Tasa de parasitismo observada en siete localidades gallegas. N = número de larvas y pupas de *P. xylostella* recolectadas en el campo.

distintos ambientes y estimar la tasa de parasitismo natural alcanzada por el conjunto de himenópteros parasitoides. En el estudio de la relación planta-insecto se ha prestado gran atención a las características morfológicas y fisiológicas de las distintas especies vegetales, mientras que la diversidad de la respuesta intra-específica a la herbivoría ha sido dejada en un segundo plano. En realidad, distintos cultivos dentro de la misma especie y diferentes variedades de un mismo cultivo, pueden tener un impacto muy diferente sobre la actividad de los herbívoros y de sus parasitoides (Ode, 2006). Ber-

zas y repollos por ejemplo, difieren en cuanto al contenido de glucosinolatos, morfología, dureza y contenido en ceras de las hojas (ORDÁS y CARTEA, 2008). Resulta por lo tanto especialmente interesante comparar el comportamiento de herbívoros y enemigos naturales que visitan dos cultivos distintos de *B. oleracea*. En cada localidad se utilizó una parcela experimental de 400 m<sup>2</sup> aproximadamente, dividida en dos subparcelas en donde se trasplantaron respectivamente 150 plantas de berza y 150 de repollo en 6 filas de 25 plantas cada una. No se aplicó ningún tratamiento fitosanitario durante el

estudio. Los muestreos se han efectuado una vez al mes entre junio y noviembre, cubriendo todo el periodo de vuelo de las plagas. En cada fecha de muestreo se recolectaron todas las larvas y pupas de *P. xylostella* presentes en las plantas. Las muestras fueron mantenidas en laboratorio para estimar la tasa de parasitismo (número total de larvas y pupas parasitadas/número total de larvas y pupas recolectadas) e identificar los himenópteros parasitoides emergidos. Se registraron además las precipitaciones mensuales y las temperaturas alcanzadas durante el periodo de muestreo en las distintas localidades.

## Las berzas sufren un mayor ataque de la polilla

En los cultivos de berza se recolectaron un total de 94 larvas y 538 pupas de *P. xylostella*, estando el 66% de ellas parasitadas. La tasa de parasitismo osciló entre el 20% y el 80% según el momento del año, alcanzando el valor más alto en julio (Figura 3A). En las parcelas de repollo, se recolectaron 49 larvas y 367 pupas del lepidóptero. En este caso, el 76% de ellas estaban parasitadas, siendo el rango de parasitismo alcanzado entre el 50% y el 80% (Figura 3B). La tasa de parasitismo total, sumando los datos de todas las parcelas y localidades, fue del 70%. Resulta llamativa la reducción de la población de la polilla en el mes de agosto (- 89% en berza y - 79% en repollo), después de la intensa actividad de los parasitoides en julio (Figura 3 A, B). El análisis de los datos ha indicado que independientemente de la fecha de muestreo, existe un efecto significativo de la localidad y de la variedad de la planta sobre la abundancia de *P. xylostella*. De hecho la presencia del lepidóptero fue mayor en las berzas que en los repollos, probablemente debido a las distintas características morfológicas y bioquímicas de las plantas.

## El parasitoide *Diadegma fenestrale* destaca por su abundancia

El himenóptero parasitoide responsable del ataque del 71% de las larvas de *P. xylostella* fue *Diadegma fenestrale* (Holmgren, 1860) (Ichneumonidae) (Figura 4). De forma marginal también contribuyeron al control biológico del lepidóptero los parasitoides primarios *Cotesia plutellae* (Kurdjumov, 1912) (Braconidae) (0,28%), *Diadromus subtilicornis* (Gravenhorst, 1829) (8%) (Ichneumonidae) y *Pteromalus semotus* (Walker, 1834) (Pteromalidae) (0,5%). También se detectó la

presencia del parasitoide secundario o hiperparasitoide *Mesochorus* sp. (Hymenoptera, Ichneumonidae), que emergió del 7,4% de las pupas de la polilla ya previamente parasitadas. La tasa de parasitismo de *D. fenestrale* varió significativamente entre localidades y fechas de muestreo, aunque se mantuvo constante en ambos cultivos. Se detectó una relación denso-dependiente entre *P. xylostella* y *D. fenestrale* en ambos cultivos, lo cual indica una buena capacidad del parasitoide para responder a las fluctuaciones de la población del lepidóptero. Es interesante notar cómo incluso en casos de densidad muy baja de la plaga ( $\leq 10$  individuos) en algunas localidades (Tabla 1), la tasa de parasitismo osciló entre el 50% y el 100%, indicando una capacidad de búsqueda óptima por parte del parasitoide. Según la literatura, el género *Diadegma* puede atacar a un elevado número de microlepidópteros y se beneficia de la presencia de crucíferas silvestres en los bordes de los cultivos, que le proporcionan alimento, refugios y hospedadores alternativos (FITTON y WALKER, 1992). Los factores microclimáticos también pueden influenciar la presencia, abundancia y distribución de los parasitoides en los cultivos. La combinación entre el número de días por encima de 20 °C y las precipitaciones tuvieron una relación positiva con la abundancia de *D. fenestrale*, probablemente debido al hecho de que las altas temperaturas y una elevada humedad reducen el tiempo de desarrollo de *P. xylostella*, incrementando el número de generaciones (CARTEA *et al.*, 2009). La elevada eficacia del género *Diadegma* ha sido comprobada también en otros países. En México, un estudio sobre la diversidad de especies y la capacidad de control biológico obtenida por la comunidad de parasitoides de *P. xylostella* en cultivos de *B. oleracea*, ha estimado una tasa de parasitismo alrededor del 45%, obtenida fundamentalmente por *D. insulare* (MARTÍNEZ-CASTILLO *et al.*, 2002). En Polonia, la tasa de parasitismo obtenida en



Figura 4. *Diadegma fenestrale* macho (izquierda) y hembra (derecha).

nueve variedades de *B. oleracea* se situó entre el 60-90%, siendo *D. fenestrale* la especie dominante (JANKOWSKA y WIECH, 2006). Resultados parecidos obtuvo Mustata (1992) en Rumanía, en donde la tasa de parasitismo en los cultivos de repollos llegó al 80%. A pesar de estos importantes resultados, Mustata (1992) señalaba cómo muchos agricultores seguían aplicando insecticidas contra la polilla a pesar de tener una tasa de control por parte de los parasitoides de hasta el 90-95%.

El presente estudio indica claramente el elevado potencial de *D. fenestrale* para el control biológico de *P. xylostella* en cultivos de brásicas, siempre que éstos no sean tratados con insecticidas. Tal y como apunta la experiencia realizada en Filipinas (AMEND y BASEDOW, 1997) y en Japón (TAKASHI *et al.*, 2000), es posible que sueltas masivas de *D. fenestrale* a principio de la primavera puedan llevar a una tasa de parasitismo aun más elevada, evitando el pico alcanzado en julio, con evidente beneficio para las plantas y para los agricultores.

**Abstract:** We assessed in Galicia, from June to November 2010, the presence of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Yponomeutidae) and the natural parasitism rate achieved by the hymenopteran parasitoids in kale and cabbage crops, free of insecticides. The most promising biocontrol agent was *Diadegma fenestrale* (Ichneumonidae), which achieved the 70% of parasitism rate of the moth larvae. Kales were more heavily attacked by *P. xylostella*, although the parasitism rate was satisfactory in both kale (66%) and cabbage (76%) crops. The maximum abundance of the moth occurred in July, but due to the activity of the parasitoids, it dropped dramatically in August. The study highlights the importance of the maintenance of the community of insects beneficial to crops, because on them depends the possibility of controlling pests without damaging the environment.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMEND, J.; BASEDOW, TH., 1997. Combining release/establishment of *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hym., Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis* Berl. For control of *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Yponomeutidae) and other lepidopteran pests in Cordillera Region of Luzon (Philippines). J. Appl. Ent. 121: 337-342.
- CARTEA, M.E.; PADILLA, G.; VILAR, M.; VELASCO, P., 2009. Incidence of the major Brassica pests in northwestern Spain. J. Econ. Entomol. 102: 767-773.
- CARTEA, M.E.; VELASCO, P.; VILAR, M.; FRANCISCO, M.; LEMA, M., 2010. Plagas y enfermedades de los cultivos de Brásicas. Deputación de Pontevedra, Editorial.



- FITTON, M.; WALKER A.**, 1992. *Hymenopterous parasitoids associated with Diamondback Moth: the taxonomic dilemma*. Management of Diamondback Moth and other Crucifer pests: Proceedings of the Second International Workshop , 225-232.
- JANKOWSKA, B.; WIECH, K.**, 2006. *The composition and role of parasitoids in reducing population densities of Diamondback Plutella xylostella L. on different cabbage vegetables*. J. Plant Protection Res. 46: 275-284.
- KFIR, R.**, 1997. *Parasitoids of Plutella xylostella (Lep.: Plutellidae) in South Africa: an annotated list*. Entomophaga 42: 517-523.
- LIU, S.; JIANG, L.**, 2003. *Differential parasitism of Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) larvae by the parasitoid Cotesia plutellae (Hymenoptera: Braconidae) on two host planta species*. B. Entomol. Res. 93: 65-72.
- MAPA**, 2006. *Anuario de estadística agroalimentaria 2006*. Ed. P.y.A. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- MARTÍNEZ-CASTILLO, M.; LEYVA, J.L.; CIBRIÁN-TOVAR, J.; BUJANOS-MUÑOZ, R.**, 2002. *Parasitoid diversity and impact on populations of the diamondback moth Plutella xylostella (L.) on Brassica crops in central México*. Biocontrol 47: 23-31.
- MUSTATA, G.**, 1992. *Role of parasitoid complex in limiting the population of Diamondback Moth in Moldavia, Romania*. Management of Diamondback Moth and other crucifer pests: Proceedings of the Second International Workshop. Shanhua, Taiwan, 203-211.
- ODE, P.**, 2006. *Plant chemistry and natural enemy fitness: effect on herbivore and natural enemy interactions*. Annu. Rev. Entomol. 51: 163-185.
- ORDÁS, A.; CARTEA, M.E.**, 2008. *Cabbages and kales*. In: Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae (Ed. J.Prohens & F.Nuéz). Springer, New York.
- SARFRAZ, M.; KEDDIE, A.B.**, 2005. *Conserving the efficacy of insecticides against Plutella xylostella (L.) (Lep., Plutellidae)*. J. Appl. Entomol. 129: 149-157.
- SARFRAZ, M.; KEDDIE, A.B.; DOSDALL, L.M.**, 2005. *Biological control of the diamondback moth, Plutella xylostella: A review*. Biocontrol Sci. and Techn. 15: 763-789.
- TAKASHI, N.; MIYAI, S.; TAKASHINO, K.; NAKAMURA, A.**, 2000. *Density suppression of Plutella xylostella (Lepidoptera: Yponomeutidae) by multiple releases of Diadegma semiclausum (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cabbage fields in Iwate, northern Japan*. Appl. Entomol. Zool. 35: 557-563.
- TALEKAR, N.S.; SHELTON, A.M.**, 1993. *Biology, ecology and management of the Diamondback Moth*. Annu. Rev. Entomol. 38: 275-301.