

CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE ÁREA FOLIAR EN SOJA BT Y SU EFECTO SOBRE LA BIOLOGÍA DE *SPODOPTERA COSMIOIDES*.

Domizi, Lucas^A

^ACientibecario, Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Litoral

Área: Ingeniería
Sub-Área: Agronomía
Grupo: X

Palabras clave: área foliar, proteína Cry1Ac, lepidópteros plaga.

INTRODUCCIÓN

Los insectos defoliadores son una de las plagas de mayor importancia del cultivo de soja, ocasionando una disminución del área foliar que repercute negativamente en el rendimiento. Desde el año 2012 se encuentra disponible en el mercado el cultivar de soja genéticamente modificada (RR2 Bt) que, además de presentar resistencia al herbicida glifosato, expresa el gen de una bacteria, *Bacillus thuringiensis* Berliner, que codifica la proteína Cry1Ac de actividad insecticida sobre lepidópteros (Bortolotto *et al.*, 2014). El género *Spodoptera* pertenece al orden Lepidoptera y comprende individuos polívoros que causan daño considerable en numerosas plantas ornamentales y cultivos agrícolas (Perotti, 2016), incluido el cultivo de soja. En los últimos años, la población de *Spodoptera cosmioides* ha aumentado en el cultivo de soja Bt en la provincia de Santa Fe a densidades elevadas (Massoni *et al.*, 2015). Esta especie tolera mucho más que otras las concentraciones de la proteína que expresan estos cultivares (Bernardi *et al.*, 2014) y, además, se caracteriza por su elevado potencial herbívoro comparado con otras orugas que atacan al cultivo de soja, consumiendo tanto estructuras vegetativas como reproductivas (Perotti, 2016). Por otro lado, condiciones ambientales de elevada humedad y alta temperatura, que se presentan en nuestra región en época estival, favorecen los brotes poblacionales de esta especie, por lo que se espera que su presencia sea cada vez más importante (Igarzábal *et al.*, 2014).

Si bien existen antecedentes de los efectos que ocasiona la proteína Cry1Ac en especies de lepidópteros plaga, aún no existen datos del impacto que tiene la soja Bt sobre la capacidad de consumo, el ciclo biológico y reproducción de *S. cosmioides* en Argentina.

OBJETIVOS

- Determinar el efecto de la soja Bt sobre parámetros del ciclo biológico y capacidad reproductiva de *S. cosmioides*.
- Cuantificar el consumo foliar de larvas de *S. cosmioides* en soja Bt.

METODOLOGÍA

Cría de insectos y producción del material vegetal

Se recolectaron larvas de *S. cosmioides* en lotes de soja (de la ciudad de Esperanza, Santa Fe) y se mantuvieron por dos generaciones bajo condiciones controladas:

Proyecto: Efecto de la soja Bt sobre las plagas clave, secundarias y sus enemigos naturales, en la zona central de la provincia de Santa Fe. (PI: 50120150100131LI).

Director del proyecto: (Dr.) Scotta, Roberto Ricardo.

Directora del becario: (M. Sc.) Lutz, Alejandra. Co-directora del becario: (Dr.) Curis, Ma. Cecilia.

temperatura (24 ± 2 °C), HR (60 %) y fotoperiodo (14:10 hs luz:oscuridad). Se alimentaron con dieta artificial, en cajas de PVC, provistas con tapa de muselina para la cría masiva. Los adultos se colocaron en jaulas de oviposición, diariamente se alimentaron con dieta artificial para adultos ofrecida en un algodón embebido y se recolectaron las posturas. Las mismas se colocaron en cajas de Petri con dieta artificial. Luego de tres días de su nacimiento, las larvas se trasladaron a cajas de PVC para la cría masiva. Este procedimiento se continuó hasta lograr la cantidad de larvas suficiente para realizar de ensayo.

Para la obtención de las hojas utilizadas como alimento de las larvas durante el ensayo, se realizaron siembras periódicas de soja Bt (MON 87701 x MON 89788) del cultivar DM 6262 RSF IPRO, que expresa la proteína Cry1Ac, y no Bt (cultivar A 6126 RG). En este ensayo se utilizaron hojas de soja en estadios vegetativos.

Cuantificación del consumo de soja y su efecto sobre la biología y reproducción

Larvas del segundo estadio fueron colocadas en cajas de Petri cubiertas de papel absorbente y alimentadas con hojas de soja (Bt y no Bt). Diariamente se ofrecieron hojas nuevas hasta llegar al estado de pupa. Se armaron parejas, usando una clave de diferenciación taxonómica (Butt y Cantu, 1962), las cuales se colocaron en los recipientes de oviposición.

Se registró la duración del estado larval, pupal y adulto (días), el peso de pupas (g), la fertilidad (N° de huevos puestos por hembra) y fecundidad (N° de huevos eclosionados). Para la cuantificación del consumo de área foliar se escanearon diariamente las hojas ofrecidas antes de ser colocadas en las cajas de Petri y al retirar el remante no consumido. El consumo por larva (cm^2) se midió con el software ImageJ 1.51j8.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el test de Shapiro-Wilks para corroborar su normalidad. Para el análisis de la duración del ciclo biológico y los parámetros reproductivos se utilizó ANOVA y las medias fueron comparadas con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis ($p \geq 0,05$); mientras que para el análisis del peso de pupa y del consumo las medias se compararon con el test de Tukey ($p \geq 0,05$), utilizando el programa estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alimentación de larvas de *S. cosmioides* con hojas de soja Bt no afectó significativamente la duración del estado larval (Tabla 1). Resultados similares fueron obtenidos por Vieira Silva *et al.*, (2016).

Con respecto a la duración del estado pupal, los individuos alimentados con soja Bt registraron valores significativamente menores que aquellos que se alimentaron con soja no Bt. La duración del estado pupal registrada en soja Bt en este trabajo coincide con el registrado por Habib *et al.* (1983) para *S. cosmioides* alimentada con soja no Bt. Cuando se analizó el peso de las pupas (g), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Resultados similares fueron mencionados por Muchut (2012). Vieira Silva *et al.*, (2016) registraron pesos de pupas de *S. cosmioides* alimentadas con soja Bt y no Bt (0,23 y 0,26 g, respectivamente) inferiores a los obtenidas en este trabajo, sin encontrar diferencias significativas.

En cuanto a la longevidad de los adultos, no se registraron diferencias significativas entre los individuos que provenían de larvas alimentadas con soja Bt y no Bt.

El ciclo de vida total (días) fue ligeramente inferior en aquellos individuos alimentados con soja Bt que en los alimentados con soja no Bt, aunque sin presentar diferencias

significativas (Tabla 1). Estos valores coinciden con los registrados por Habib *et al.*, (1983) en *S. cosmioides* alimentada con soja convencional.

Tabla 1: Efecto de la soja Bt sobre parámetros biológicos de *S. cosmioides*. *Medias con letras iguales en la misma columna no tienen diferencia significativa entre sí (Test: Kruskal Wallis $\alpha=0.05$). Peso de pupa (Test: Tukey $\alpha=0.05$).

Tratamiento	n	Período larval (días)	Período de pupa (días)	Peso de pupa (g)	Período adulto (días)	Ciclo total (días)
Bt	26	20,46±3,37 a	10,65±3,57 a	0,33±0,08 a	13,19±4,92 a	44,31±9,1 a
No Bt	23	19,48±2,0 a	13,96±3,93 b	0,36±0,10 a	13,26±5,14 a	46,7±7,7 a

La fertilidad de los adultos de *S. cosmioides* no se diferenció cuando las larvas se alimentaron con soja Bt y no Bt (Tabla 2). Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que la soja Bt no tiene efecto adverso sobre la fertilidad de *S. cosmioides*. Resultados similares registraron Muchut (2012) en *S. cosmioides* alimentada con algodón Bt y Vieira Silva *et al.*, (2016) con soja Bt aunque fueron menores (892 huevos). En cuanto a la fecundidad de los huevos, no se registraron diferencias significativas (Tabla 2). Vieira Silva *et al.*, (2016) tampoco registraron diferencias en la fecundidad de *S. cosmioides* cuando se alimentó con soja Bt y no Bt.

Tabla 2: Efecto de la soja Bt sobre parámetros reproductivos de *S. cosmioides* *Medias con letras iguales en la misma columna no tienen diferencia significativa entre sí (Test: Kruskal Wallis $\alpha=0.05$).

Tratamiento	n	Fertilidad (N° de huevos)	Fecundidad (N° de larvas)
Bt	11	3291,82 ± 2089,99 a	1489,64 ± 1670,34 a
No Bt	10	3057,1 ± 1903,67 a	1413,7 ± 1289,75 a

No hubo diferencias significativas en el consumo total de área foliar por larva cuando fueron alimentadas con hojas de soja Bt o no Bt (Tabla 3), lo que demuestra que la proteína Cry1Ac que expresa la soja Bt, no afecta significativamente el consumo de área foliar de *S. cosmioides* y concuerdan con los obtenidos por otros autores (Vieira Silva *et al.*, 2016).

Tabla 3: Efecto de la soja Bt sobre el consumo de área foliar (cm²) de *S. cosmioides*. *Medias con letras iguales no tienen diferencia significativa entre sí (Test: Tukey $\alpha=0.05$).

Tratamiento	n	Consumo (cm ²)
Bt	26	343,11 ± 19,79 a
No Bt	23	398,93 ± 21,04 a

Si bien existen antecedentes del efecto de las proteínas que expresan los cultivares modificados genéticamente sobre el consumo en lepidópteros, la soja Bt DM 6262 RSF IPRO no interfirió con la capacidad de consumo de área foliar de *S. cosmioides*. Esto podría deberse a que se produce una inactivación de la proteína Cry1Ac por las proteasas en el intestino medio de este lepidóptero (Rahman *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que la proteína Cry1Ac de la soja Bt, no altera el normal desarrollo del *S. cosmioides*. La fertilidad y fecundidad no fueron

afectadas por el consumo de soja Bt. Las larvas registraron un elevado consumo foliar, siendo superior en soja no Bt, aunque sin evidenciar diferencias significativas.

Se comprueba que la soja Bt no ejerce control sobre *S. cosmioides* ni afecta su biología, confirmando a estos cultivares como una óptima fuente alimenticia para la especie. Además, por el alto nivel de consumo foliar, se demuestra que esta especie tiene un gran potencial para convertirse en una plaga importante en cultivos de soja Bt en Argentina.

Este trabajo aporta conocimientos sobre la biología y capacidad de consumo de *S. cosmioides* en el cultivo soja Bt, brindando información útil para la implementación de un manejo integrado de plagas que permita reducir la cantidad de aplicaciones de insecticidas en pos del cuidado del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bernardi O.; Sorgatto R. J.; Barbosa A. D.; Domínguez F. A.; Dourado P. M.; Carvalho R. A.; Martinelli S.; Head G. P. y Omoto C. 2014. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. *Crop Protection* 58: 33-40.

Bortolotto O.C.; Vieira Silva G.V.; de Freitas Bueno A. F.; Pomari A. F.; Martinelli S.; Head G. P.; Carvalho R. A. y Barbosa G.C. 2014. Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701xMON 89788. *Bulletin of Entomological Research* 104 (6): 724-730.

Butt B. y Cantu E. 1962. Sex determination of lepidopterous pupae. United States Department of Agriculture. Estados Unidos. Pp 33.

Habib M. E. M.; Paleari L. M. y Amaral M. E. C. 1983. Effects of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walker, 1856 (Noctuidae: Lepidoptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 1 (3): 177-182.

Igarzábal D. A.; Galvez M. C.; Aldrey M. C.; Peralta C. R.; Cacciavillani J. I. y Gassen D. N. 2014. Orugas y chinches en soja. Edición Dupont y Summit Agro. 261 pp.

Massoni F. A.; Trossero M. y Frana J. 2015. Cultivos de soja Bt y convencional expuestos a poblaciones naturales de organismos plaga y benéficos. INTA. 6 p.

Muchut S. E. 2012. Crecimiento y desarrollo de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada con algodón convencional y genéticamente modificado. Tesina de grado. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.

Perotti E.; Boero L.; Tamagnone M.; Maccari G.; Escude B., Gamundi J. 2016. Evaluación de tres estrategias de manejo del complejo de plagas del cultivo de soja. Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros. Para mejorar la producción 54: 177-183.

Rahman K.; Abdullah M. A. F.; Ambati S.; Taylor M. D.; Adang M. J. 2012. Differential protection of Cry1Fa toxin against *Spodoptera frugiperda* larval gut proteases by cadherin orthologs correlates with increased synergism. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 354–362.

Vieira Silva G.; de Freitas Bueno A.; Bortolotto O. C.; dos Santos A. C. y Pomari-Fernandes P. 2016. Biological characteristics of black armyworm *Spodoptera cosmioides* on genetically modified soybean and corn crops that express insecticide Cry proteins. *Revista Brasileira de Entomologia* 60: 255-259.