



Evaluación de la eficacia de insecticidas para el control de la “oruga cogollera” *Spodoptera frugiperda* en maíz.

Fava, F. D.

Spodoptera frugiperda, conocida popularmente como “oruga del cogollo o cogollera”, es una de las plagas más importantes del cultivo de maíz. Las larvas de este insecto pueden actuar como defoliadoras, cortadoras, barrenadoras y también pueden dañar la flor y la espiga (Wilink *et al.*, 1993). Además del maíz, este insecto afecta a numerosos cultivos de importancia económica (soja, algodón, sorgo, etc.) y también se alimenta de varias malezas (principalmente gramíneas). En Argentina, hasta la aparición de los maíces Bt, el manejo de esta plaga fue realizado mediante control químico. Los maíces Bt son organismos genéticamente modificados (OGM) a los que se les inserta, mediante ingeniería genética, un gen que codifica la síntesis de una sustancia tóxica contra una o más especies de insectos plaga. El resultado de estos procesos de transformación genética se denomina evento Bt y pueden implicar uno o más genes.

Los primeros maíces Bt, disponibles comercialmente desde 1998, involucraron un solo gen con propiedades insecticidas. En 2010 se aprobó la comercialización de los primeros maíces con dos o más genes Bt acumulados. En el mercado local, los híbridos de maíz Bt que se ofrecen como herramienta para hacer frente a *S. frugiperda*, incluyendo o no a otras especies de lepidópteros, son conocidos comercialmente como Herculex (Dow AgroSciences y Pioneer), AgrisureViptera (Syngenta), VT Triple pro (Monsanto) y Power Core (Dow AgroSciences y Monsanto Argentina). Si bien la eficacia inicial de control de estos eventos fue muy alta, en las últimas campañas agrícolas se han detectado crecientes niveles de daños provocados por la oruga cogollera en lotes de maíz Bt, especialmente aquellos que tienen incorporada la tecnología Herculex. En una elevada proporción de esos lotes se intervino con control químico como manejo adicional de la plaga. Teniendo en cuenta los indicios de evolución de resistencia de *S. frugiperda* a algunos eventos Bt, y que una fracción del área de maíz sembrada es convencional o tiene incorporada la tecnología conocida como MG/TD, que no tiene como plaga blanco a la “oruga cogollera”, cabe la posibilidad de que el control químico vuelva a tomar relevancia en el manejo de esta plaga.

El manejo químico de la “oruga cogollera” se ha realizado tradicionalmente con insecticidas de las familias químicas de los organofosforados (clorpirifos), piretroides (cipermetrina, lambdacialotrina, etc.) y en menor medida de las benzoilureas (lufenuron, novaluron, diflubenzuron, etc.). Los insecticidas de las primeras dos familias son de amplio espectro de acción y generalmente provocan importantes disturbios en las poblaciones de insectos benéficos y el ambiente. Sin embargo, los insecticidas de la tercera familia son menos agresivos con la fauna benéfica y el ambiente, y generalmente son de clase toxicológica IV. Dentro de esta última familia, el lufenuron es uno de los más utilizados. Su modo de acción es específico para artrópodos, inhibiendo el crecimiento de larvas, especialmente de lepidópteros y de coleópteros. Es un regulador del crecimiento de los insectos interfiriendo con la síntesis de la quitina (CASAFA, 2013).

En los últimos años se han incorporado al mercado insecticidas aptos para el control de la oruga cogollera, que presentan menor toxicidad (clase toxicológica IV), con un menor impacto potencial en el ambiente. Al tener sitios de acción diferentes a los insecticidas tradicionalmente utilizados, permiten la rotación de ingredientes activos en el marco de una misma campaña agrícola. Entre estos insecticidas se encuentran clorantraniliprole y spinetoram. El primero, perteneciente a la familia química denominada “diamidas antranílicas”, posee un nuevo modo de acción actuando como agonista (activador) de los receptores de rianodina de los insectos, afectando el proceso de contracción muscular. Actúa por contacto e ingestión y se le atribuyen acción ovicida, larvicida y adulticida (CASAFA, 2013). El segundo, es un insecticida derivado de la fermentación bacteriana seguido de una modificación química. Actúa alterando la función nicotínica y GABA. Su modo de acción es por contacto e ingestión (CASAFA, 2013; FAO, 2017; EPA, 2011).

Teniendo en cuenta que, ante la perspectiva de que los híbridos de maíz Bt continúen perdiendo su efectividad para el manejo de la oruga cogollera, podría aumentar la implementación de control químico, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de diferentes insecticidas para el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en un lote de maíz de la E.E.A. del INTA Manfredi. Se siguió un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Las parcelas experimentales, de 11 m de ancho por 70 m de largo, se sembraron con el híbrido de maíz Pioneer 1780 HX. Los tratamientos consistieron de la aplicación de tres insecticidas y un testigo sin aplicación. Los principios activos y sus dosis fueron: lufenuron 5% ME (Lucifer, Red Surcos S.A.) a una dosis de 300 cm³/ha, spinetoram 12% SC (Exalt, Dow AgroSciences Argentina S.A.) a una dosis de 80 cm³/ha, clorantraniliprole 20% SC (Coragen, DuPont Argentina S.R.L.) a una dosis de 75 cm³/ha. Los

insecticidas se aplicaron, el 2 de febrero de 2015, mediante una máquina pulverizadora de arrastre equipada con pastillas de cono hueco TXA8001VK, a una presión de 3 bares y con un caudal de 90 l/ha. Al momento de la aplicación las plantas presentaban un estado fenológico V6-V7 (Ritchie *et al.*, 1986), y las condiciones de humedad relativa, temperatura y velocidad del viento eran de 93,2%, 18,9 °C y 1,27 m/s, respectivamente. Los datos meteorológicos registrados durante el resto del ensayo se presentan la Tabla 1. En cada unidad experimental, el muestreo consistió de 5 unidades muestrales de 6 plantas consecutivas cada una. En cada planta se registró el daño según la escala visual de Davis (Davis *et al.*, 1992), el número y el tamaño de las larvas de *S. frugiperda*. Éstas últimas se

Tabla 1. Datos meteorológicos registrados durante el ensayo (Lovera *et al.*, 2015).

Día	T. Mín – Máx. (°C)	T. Media (°C)	HR. Mín - Max (%)	Lluvia (mm)
1	13,7 – 31,2	22,7	62 -100	
2	18,6 – 30,1	23,2	78 - 100	88
3	20,4 – 23,2	21,7	99 - 100	13
4	18,3 – 28,5	23,3	80 - 100	
5	19,2 – 33,0	26,0	68 - 100	
6	20,7 – 32,8	26,8	66 - 100	
7	22,2 – 33,8	26,7	61 - 100	
8	17,5 – 27,4	23,0	66 - 100	22
9	16,0 – 28,9	21,3	74 - 100	27
10	16,3 – 28,0	20,3	71	

categorizaron según la longitud de su cuerpo en larvas chicas (≤ 1 cm), larvas medianas (entre 1-1,5 cm) y grandes ($>1,5$ cm). Se realizó un muestreo previo y 3 posteriores (2, 5 y 10 días) a la fecha de aplicación. La variable “escala de daño de Davis” se describió mediante una tabla de frecuencias. El efecto de los tratamientos en términos de la mortalidad de larvas fue evaluado mediante Análisis de la Varianza (ANOVA), y las diferencias significativas entre tratamientos con test de Duncan. Los datos que no cumplieron con el supuesto de normalidad fueron analizados mediante ANOVA no paramétrico de Friedman, mientras que las comparaciones se realizaron según se describe en Conover (1999). La eficacia de los

insecticidas se estimó mediante el Índice de Abbott. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Resultados

En el muestreo previo a la aplicación química el cultivo se encontraba en el estado fenológico V6-V7 y presentaba un 90% de plantas con daño. De estas plantas, 28% presentaba daño leve (Grado 1-3 de la Escala de Davis), 35% daño medio (Grado 4-6 de la Escala de Davis) y 27% daño grave (Grado 7-9 de la Escala de Davis) (Tabla 2). La densidad de larvas por planta varió entre 1,46 y 2,22 (Tabla 3), con 57% de larvas chicas, 36% medianas y 0,7% grandes (Tabla 3). El porcentaje de plantas infestadas inicial varió entre 72% y 87% (Tabla 4). A los dos días de la aplicación de los insecticidas se observó que las parcelas tratadas presentaron densidades de larvas y porcentajes de plantas infectadas significativamente más bajas ($p < 0,05$) a las observadas en el testigo (Tabla 3 y 4). Entre los insecticidas, el spinetoram generó reducciones de larvas significativamente más altas que el

Tabla 2. Frecuencia relativa (FR) y relativa acumulada (FRA) de plantas sanas y plantas con diferentes grados de daño (Escala de Davis) en el muestreo previo a la aplicación de los insecticidas.

Grados de Daño	FR	FRA
Sin daños	0,10	0,10
1	0,03	0,13
2	0,10	0,23
3	0,15	0,38
4	0,06	0,44
5	0,13	0,56
6	0,16	0,73
7	0,11	0,84
8	0,13	0,97
9	0,03	1,00

clorantianiliprole. Por otra parte, el lufenuron no se diferenció significativamente ($p > 0,05$) de los otros dos tratamientos químicos. En el muestreo siguiente (5 días), no se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las densidades de larvas observadas en el parcelas

tratadas con insecticidas y el testigo, a pesar de que existen diferencias de al menos 50% entre éstos. Sin embargo, al analizar el porcentaje de plantas infestadas se observa que las parcelas con tratamientos químicos presentan valores significativamente menores a los observados en el testigo. En el último muestreo, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables analizadas. La eficacia de los insecticidas se estimó sólo para el muestreo realizado a los dos días, ya que sólo en éste hubo diferencias significativas con respecto al testigo y varió entre 51% y 68% (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad de larvas de *S. frugiperda* por planta de maíz (EF: V7-V10), en parcelas con y sin aplicación de insecticidas y eficacia según Abbott.

Tratamiento	Dosis (cm ³ /ha)	Muestreo preaplicación* (- 2 días)	Muestreo postaplicación*			Eficacia (2 días)
			2 días	5 días**	10 días	
Clorantraniliprole 20% SC	75	1,64 ± 0,11 a	0,96 ± 0,16 b	0,61 ± 0,1 a	0,38 ± 0,13 a	50,90 ± 4,69 a
Spinetoram 12% SC	85	2,22 ± 0,33 a	0,61 ± 0,04 a	0,63 ± 0,22 a	0,36 ± 0,18 a	67,88 ± 3,08 a
Lufenuron 5% ME	300	1,57 ± 0,37 a	0,77 ± 0,05 ab	0,64 ± 0,19 a	0,41 ± 0,06 a	59,93 ± 2,25 a
Testigo	-----	1,46 ± 0,4 a	1,92 ± 0,14 c	1,34 ± 0,28 a	0,61 ± 0,01 a	-----

* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según Duncan (P<0,05); o ** según Conover (1999) (P<0,05).

Tabla 4. Porcentaje de plantas de maíz con larvas vivas de *S. frugiperda*.

Tratamiento	Dosis (cm ³ /ha)	Muestreo preaplicación* (- 2 días)	Muestreo postaplicación*		
			2 días	5 días	10 días
Clorantraniliprole 20% SC	75	73,33 ± 3,33 a	58,89 ± 7,29 b	53,33 ± 8,39 b	34,44 ± 9,49 a
Spinetoram 12% SC	85	86,67 ± 3,33 a	48,89 ± 2,94 b	36,67 ± 6,94 b	24,44 ± 12,52 a
Lufenuron 5% ME	300	83,33 ± 1,92 a	56,67 ± 3,33 b	36,67 ± 3,33 b	35,56 ± 6,19 a
Testigo	----	72,22 ± 12,81 a	85,56 ± 2,22 a	73,33 ± 6,67 a	44,44 ± 2,94 a

* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según Duncan (P<0,05).

Discusión

Los insecticidas evaluados presentaron bajas eficacias y persistencias (<70% a los dos días). Estas no fueron suficientes para provocar una disminución de la población de *Spodoptera frugiperda* por debajo del umbral económico, lo que implicaría la necesidad de una nueva aplicación de insecticidas para su control. Entre las causas que podrían explicar la baja eficacia de control de los insecticidas podría señalarse los 101 mm de lluvia registrados durante las 24 - 48 horas después de su aplicación, lo cual podría haber generado el lavado de los ingredientes activos. Esto coincide con lo señalado por Viana y Costa (1998) y Wangen *et al*, (2015) que señalan que las precipitaciones o riegos posteriores a la aplicación de los insecticidas pueden reducir su eficacia de control. Por otra parte, el hecho de que al momento de la aplicación aproximadamente el 40% de la población de larvas presentaba tamaños mayores a 1 cm posiblemente también haya contribuido a la baja eficacia de los insecticidas. Esto se apoya en el hecho de que la

bibliografía señala que, independientemente del insecticida utilizado, el momento óptimo para la aplicación de los insecticidas es con larvas pequeñas (<1 cm). Otro aspecto importante a tener en cuenta es que las poblaciones de larvas en el testigo fueron disminuyendo gradualmente quizá debido a la mortalidad generada por hongos entomopatógenos que se vieron favorecidos por las condiciones de alta humedad registradas durante este ensayo, enmascarando el efecto de los insecticidas.

Si bien no existieron diferencias significativas de control entre los diferentes insecticidas evaluados, el hecho de que el spinetoram haya presentado una eficacia más alta posiblemente se debe a que tiene mayor acción de volteo con respecto a los otros dos ingredientes activos evaluados. En este sentido, Cruz *et al* (2010) evaluaron varios insecticidas y señalan que spinosad (mismo grupo químico que spinetoram) provoca una rápida disminución del porcentaje de plantas afectadas por *S. frugiperda* y presenta una persistencia de 13 días. Por otra parte, en ese mismo trabajo se observa que lufenuron también ofrece un buen nivel de control de la plaga, aunque con una acción más lenta inicialmente, y con una persistencias similar a la del spinosad. Guerreiro *et al* (2013) señalan que utilizando clorantraniliprole a una dosis de 25 gr. i.a/ha y 300 l/ha de agua registraron una eficacia de 63% de control a los 3 días de aplicado, un valor máximo de 85% a los diez días y de aproximadamente 70% a los 21 días. Además, evaluaron triflumuron, que pertenece al mismo grupo químico del lufenuron, registrando un 70% de control a los 3 días de la aplicación, un máximo de control de aproximadamente 80% a los 15 días y de 60% a los 21 días. Estos mayores valores de eficacia y persistencia con respecto al presente estudio pueden deberse a los mayores caudales y dosis de insecticidas utilizados (clorantraniliprole específicamente), a condiciones meteorológicas más favorables y a tamaño de larvas más pequeñas al momento de la aplicación. Por otra parte, Wangen *et al* (2015) evaluaron, entre otros insecticidas, la mezcla de clorantraniliprole y lambdacialotrina señalando que este insecticida alcanzó un máximo de 78% de control a los 7 días. Estos investigadores resaltan que ninguno de los insecticidas alcanzó la eficacia mínima recomendada de control del 80%, necesaria para poder considerarlos exitosos y señalan que esto puede deberse a los riegos realizados luego de las aplicaciones.

Los resultados del presente ensayo y la bibliografía estarían indicando que no siempre es posible controlar *S. frugiperda* en maíz con una sola aplicación, especialmente cuando existe una alta presión de plaga y estos se aplican pasado el momento óptimo con respecto al tamaño de las larvas. Esto resalta la importancia del monitoreo continuo de esta plaga, para la cual no sólo es importante la estimación de la densidad de larvas antes de la aplicación sino también después de la intervención, de modo tal que, en caso de ser necesario, se puedan tomar nuevas decisiones de manejo en base a la densidad de larvas sobrevivientes y la evolución natural de las poblaciones de este insecto.

Bibliografía

CASAFE, 2013. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina 2013/2015. Ed: Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Bs As (Arg.). Decimosexta edición. 1185 p.

Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Cruz, I; Corrêa Figueiredo M. de L., Braga Da Silva, R.; Foster J. E. 2010. Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. *Rivista Brasileira de Milho e Sorgo*. Versão on line ISSN 1980-6477. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p107-122> (Acceso: 25-7-2017).

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

EPA, 2011. Spinosad and spinetoram summary document registration review: Initial docket September 2011. Disponible en: <https://www.regulations.gov/document?D=EPA-HQ-OPP-2011-0666-0002> (Acceso: 3/7/2017).

FAO, 2017. Spinetoram. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation08/Spinetoram.pdf (Acceso: 3-7-2017).

Guerreiro J. C.; Camolese P. H.; Busoli A. C. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional (*Descarga disponible PDF*). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285028305_Eficiencia_de_Inseticidas_Associados_a_Enxofre_no_Controle_de_Spodoptera_frugiperda_em_Milho_Convencional (Acceso: 25-7-2017).

Lovera, E. F., Alvarez, C., Severina I. Información meteorológica mensual de la E. E. A. Manfredi. Boletín meteorológico de Febrero de 2015. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/informacion-meteorologica-mensual-de-la-e.e.a.-manfredi>. (Acceso: 27-4-2015)

Ritchie S. W.; Hanway J. J.; Benson G. O. 1986. How a corn plant develops. Special Report Nº 48. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service Ames, Iowa. 21 p.

Viana, P. A.; Costa, Ê. F. 1998. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina*, v. 27, n. 3, p. 451-458.

Wangen, D. R. B.; Pereira Júnior, P. H. S.; Santana, W. S. 2015. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 801-808. Disponible en: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/Controle%20de%20spodoptera.pdf>. (Acceso: 25-7-2017).

Willink, E.; Osoreo, V. M.; Costilla, M. A. 1993. Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Revista industrial y agrícola de Tucumán. Estación experimental agroindustrial "Obispo Colombes", Tucumán, (AR)*. Tomo 70 (1-2) 49-52.

Agradecimientos

A los Sres. Gustavo Aguilera y Gustavo Rojo, personal de apoyo y técnico de la sección de Entomología, por su importante colaboración en este ensayo. A la asociación cooperadora de INTA Manfredi por suministrar parte de los insumos utilizados en este ensayo.

Este ensayo se llevó a cabo con fondos de los siguientes proyectos: PNCyO 1127034; PRET Zona III, Centro Este; y PRET Agrícola Ganadero Central de Córdoba.

Para más Información:

Biól. (M. Sc.) Fernando D. Fava
Entomología – Protección Vegetal
fava.fernando@inta.gob.ar

ISSN on line: En trámite

*Este boletín es editado en INTA - EEA Manfredi
Ruta Nacional N° 9 Km. 636
(5988) - MANFREDI, Provincia de Córdoba
República Argentina.
Tel. Fax: 03572-493053/58/61
Responsable: Fernando D. Fava*