



Evaluación de tácticas de manejo de refugio en soja bt sobre la supervivencia de adultos de *anticarsia gemmatalis* (Hübner)

Perotti, E.R.*¹; Fernandez, G.B.¹; Trumper, E.T.² y Gamundi, J.C.¹

¹INTA, Protección Vegetal-Entomología. EEA Oliveros, ruta 11 km 353, Oliveros, Santa Fe. Tel: 3476 498110/111/277, correo electrónico: perotti.evangelina@inta.gob.ar

²INTA, Protección Vegetal- Entomología. EEA Manfredi ruta 9 km 354, Manfredi, Córdoba.

 **Palabras claves:** *Anticarsia gemmatalis*, control, lepidópteros, soja Bt, manejo, refugio.

Introducción

La Argentina ocupa el tercer lugar en el mundo en superficie con cultivos transgénicos (ARGENBIO, 2017). A partir de 2013 se comercializa la soja Bt (Cry1Ac), alcanzando en la actualidad un 20% de la superficie en la región centro norte del país (Bolsa de Cereales, 2018). *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) es una de las plagas más importantes del cultivo en el país. A la fecha no se registran casos de resistencia a la toxina Cry1Ac a campo (Martins-Salles *et al.*, 2017).

Un alto nivel de adopción de soja Bt implica una fuerte presión de selección de individuos resistentes, ya que la misma actúa desde emergencia a madurez del cultivo. La estrategia de manejo de la resistencia (MRI) combina: a) alta dosis de la toxina Bt en los tejidos vegetales y b) refugios para favorecer la supervivencia de individuos susceptibles de la plaga blanco (Gould, 1998; Bates *et al.*, 2005; Andow, 2008; Huang *et al.*, 2011). En Argentina, el Programa MRI soja recomienda destinar 20% de cada lote a la siembra de refugio estructurado (RE) (ASA, 2017). El porcentaje de refugio es una medida indirecta y de poco valor predictivo per se de la cantidad de sobrevivientes susceptibles, variable que realmente incide en la tasa de evolución de resistencia (Gould, 1998; Andow, 2008; Andow *et al.*, 2015). Existen escasos estudios a campo que determinen los requerimientos que deberían cumplir los refugios en términos de tamaño óptimo,

manejo de las plagas blanco y no blanco, e integración de estas últimas al MIP, de manera de asegurar la tasa de supervivencia (Perotti *et al.*, 2014 y 2018; Dominic, 2015).

En este marco, el desarrollo de una estrategia de MIP (Manejo Integrado de Plagas) que integre cultivos transgénicos, implica el diseño de tácticas que permitan la mayor supervivencia de las plagas blanco en las áreas refugio, con el mínimo impacto económico y ambiental. La presente experiencia se propone como objetivo evaluar el efecto de tácticas de manejo cultural y químico en refugios estructurados de soja, sobre la fluctuación poblacional de especies blanco de la tecnología Bt, la supervivencia de adultos y el rendimiento.

Materiales y métodos

La experiencia se condujo en el campo experimental de INTA EEA Oliveros (Santa Fe), campaña 2018/2019. La siembra se realizó el 26 de diciembre de 2018 con una sembradora experimental neumática de cinco surcos, a 52 cm entre líneas. Las tácticas de manejo de refugio estructurado (RE) evaluadas fueron: dos Grupos de Madurez (GM) y cinco tácticas de control químico.

Se aplicó un diseño en parcelas divididas en BCA. La parcela principal correspondió al factor GM/cultivar (GM/cv): GMIV/FN4.5 y GMVI/AD6258 y la subparcela, al factor Táctica de Control Químico (TCQ) de defoliadoras, con cinco niveles: cipermetrina, 37,5 g.i.a. ha⁻¹ (no selectivo- poco persistente), novaluron, 15 g.i.a.ha⁻¹ (selectivo-persistente), clorantri-



liprole, 6,25 g.i.a. ha⁻¹ (selectivo-persistente), control preventivo (reiteradas aplicaciones) y sin control de defoliadoras. Los dos últimos niveles se agregan para evaluar el rendimiento potencial y el máximo daño de la plaga, respectivamente. Las unidades experimentales (UE) fueron de 15x10 m con 4 repeticiones. La aplicación de los insecticidas se realizó de acuerdo a los umbrales de daño (UD) de defoliadoras (Perotti & Gamundi, 2010), a excepción del control preventivo y el testigo.

En cada UE, desde V4 a R6 máximo tamaño, cada 7 días se realizaron muestreos de las poblaciones de plagas blanco y no blanco de la tecnología Bt, mediante el método del paño vertical. En el caso de las plagas blanco, se registró el número de individuos discriminados por especie y estados de desarrollo larval agrupando en larvas grandes, mayores a 1,5 cm y larvas chicas, menores a 1,5 cm. Se registró el estado fenológico del cultivo y se estimó, en forma visual, el porcentaje de defoliación en dos estratos, superior e inferior. La emergencia de adultos de *A. gemmatalis* se evaluó mediante jaulas de tul (3 surcos por 3 m) colocadas antes de pupación; día por medio se registró el número de adultos. Se cosecharon en forma mecánica, 4 unidades muestrales (2 surcos por 10m) por cada UE, para así determinar rendimiento, peso y número de granos. Se realizó ANAVA y a las diferencias entre medias se les aplicó test de comparaciones múltiples de LSD Fisher (Infostat).

Resultados

Durante el período de estudio se registraron las siguientes especies de defoliadoras: *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu*, *Spodoptera cosmioide*, *Helicoverpa gelotopoeon* y *Spodoptera frugiperda*, con una participación porcentual de 94,4; 4,7; 0,87 0,04 y 0,02 % respectivamente. El análisis se enfocó en *A. gemmatalis* por ser la especie predominante. Las plagas no blanco (hemípteros) aparecieron posteriormente a las defoliadoras y se controlaron en forma preventiva (lambdacialotrina 20 g.i.a. ha⁻¹), en todas las UE.

La abundancia y evolución de *A. gemmatalis* fue similar en ambos cultivares (Figura 1). El UD se registró 7 días antes en el GMIV/FN 4.5 (5 de febrero). Consecuentemente, las aplicaciones se separaron 7 días una de la otra pero coincidieron en el estado fenológico R1-R2. La defoliación al momento de la aplicación fue de 27 y 26% para los cultivares GMIV/FN 4.5 y GMVI/AD 6258, respectivamente. El control preventivo no superó 1,6% de defoliación en ambos cultivares (3 aplicaciones de clorantraniliprole 6,25 g.i.a.ha⁻¹). La eficacia de control a los tres días de la aplicación fue 98, 83, 64 y 98, 58, 30% para los GMIV/FN 4.5 y GMVI/AD 6258 y los insecticidas clorantraniliprole, cipermetrina y novaluron, respectivamente. A los seis días de la aplicación, las eficacias fueron 100, 91, 92 y 99, 50, 80% para los GMIV/FN 4.5 y GMVI/AD 6258 y los insecticidas clorantraniliprole, cipermetrina y novaluron, respectivamente.

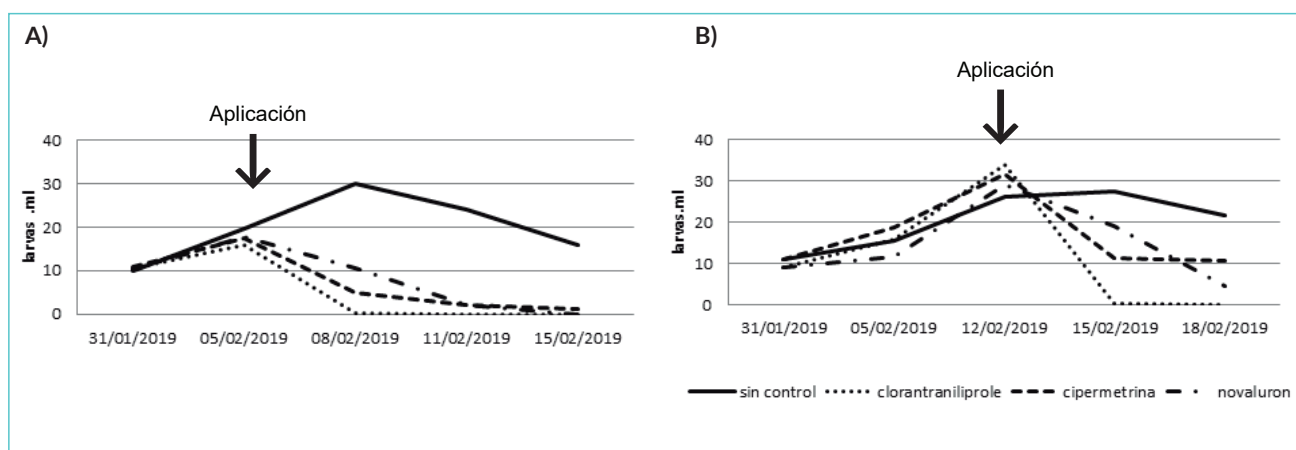


Figura 1: Evolución de la población de larvas de *A. gemmatalis*, en refugios estructurados de soja con diferentes tácticas de manejo: Grupos de Madurez/cultivar (a) GMIV/ FN 4.5 y (b) GMVI/ AD 6258 y Tácticas de Control Químico (insecticidas con distinto modo de acción y persistencia). INTA, EEA Oliveros, Santa Fe. Campaña, 2018-2019.





Tabla 1: Supervivencia de adultos de *A. gemmatilis* en refugios estructurados de soja con diferentes tácticas de manejo: Grupos de Madurez/cv (GM/cv) y Tácticas de Control Químico (insecticidas con distinto modo de acción y persistencia). INTA, EEA Oliveros, Santa Fe. Campaña, 2018-2019.

Tratamientos	Supervivencia de adultos	
	m2	%
control preventivo	1,04 a	2,1
clorraniliprole	9,82 ab	19,4
cipermetrina	18,17 b	35,8
novaluron	9,15 ab	18,0
sin control	50,71 c	100
ANAVA	$p < 0,05$	
GM	0,1184	
Tratamiento	<0,0001	
GM*Tratamiento	0,2485	

Medias seguidas de letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas. Test LSD Fisher ($p < 0,05$)

La supervivencia de adultos de *A. gemmatilis* no fue afectada significativamente por el GM/cv y la interacción GM/cv x TCQ (Tabla 1). Clorraniliprole, cipermetrina y novaluron registraron supervivencias significativamente menores al testigo sin control ($p < 0,0001$). Cipermetrina registró una supervivencia aproximadamente dos veces mayor que clorraniliprole y novaluron, aunque no se diferenciaron significativamente.

El rendimiento y el peso de granos fueron afectados significativamente por la interacción (GM/cv x TCQ). Se registraron pérdidas de rendimiento solo en los sin control, 30 y 9% para el GMIV/FN 4.5 y GMVI/AD 6258, respectivamente (Tabla 2). No obstante, el número de granos fue afectado significativamente por el GM/cv y la TCQ.



Tabla 2: Rendimiento, peso de mil granos (PMG) y número de granos en refugios estructurados (RE) de soja con diferentes tácticas de manejo: Grupos de Madurez (GM/cv) y Táctica de Control Químico (TCQ) (insecticidas con distinto modo de acción y persistencia). INTA, EEA Oliveros, Santa Fe Campaña, 2018-2019.

Tácticas de manejo de RE		Rendimiento	Peso de granos	Número de granos
GM/cv	TCQ	Kg. ha ⁻¹	gr	
IV/FN4.5	control preventivo	3702 bc	161 de	2302 b
	clorraniliprole	3709 bc	159 cde	2340 b
	cipermetrina	3623 b	158 cde	2294 b
	novaluron	3729 bc	163 e	2295 b
	sin control	2593 a	149 a	1747 a
VII/AD6258	control preventivo	4034 cd	161 de	2509 bc
	clorraniliprole	4163 d	151 ab	2769 d
	cipermetrina	4102 d	153 abc	2689 cd
	novaluron	3972 bcd	153 abc	2607 cd
	sin control	3651 b	156 bcd	2343 b
ANAVA	$p < 0,05$			
GM	0.0326	0.0914	0.0219	
TCQ	<0.001	0.0064	<0.0001	
GM/cv x TCQ	0.0275	0.0025	0,2247	

Medias seguidas de letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas. Test LSD Fisher ($p < 0,05$)



Bibliografía

- ANDOW D A. 2008. The Risk of Resistance Evolution in Insects to Transgenic Insecticidal Crops. *Collection of Biosafety Reviews*. 4. 142–199.
- ARGENBIO. 2017. Evolución de las Superficies Sembradas con OGM en la Argentina, en Porcentajes. http://www.argenbio.org/adf/uploads/imagenes_doc/planta_stransgenicas/1_Grafico_de_evolucion_de_superficie_cultivada_OGM_en_Arg_en_porcentaje.pdf (acceso 22 May 2018).
- BATES S. L, JIAN-ZHOU ZHAO, ROUSH R. & SHELTON A. 2005. Insect resistance management in GM crops: past, present and future. *Nature Biotechnology*. 23. 57 – 62.
- BOLSA DE CEREALES. 2018. Panorama Agrícola Semanal. Estimaciones Agrícolas. Relevamiento al 29/03/2018. <http://www.bolsadecereales.com.ar> (acceso 22 May 2018).
- DOMINIC C. 2015. Management of refuges to delay resistance in *Helicoverpa* spp. to genetically modified Bt cotton crops. Thesis submitted to the University of Sydney in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy
- GOULD F. 1998. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating Pest Genetics and Ecology. *Annual Review Entomology*. 43. 701–26
- HUANG F, ANDOW D A & BUSCHMAN L L. 2011. Success of the high-dose/refuge resistance management strategy after 15 years of Bt crop use in North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 140. 1-16.
- MARTINS-SALLES S, MACHADO V, MASSOCHIN-PINTO L, AND FIUZA L M. 2017. Genetically modified soybean expressing insecticidal protein (Cry1Ac): Management risk and perspectives. *FACETS* 2. 496–512.
- PEROTTI E & GAMUNDI J C. 2010. Evaluación del daño de lepidópteros defoliadores en soja en base a parámetros ecofisiológicos bajo distintas estrategias de manejo del cultivo. XXIII Congreso Brasileiro de Entomología, Natal, RN.
- PEROTTI E, RUSSO R, LÓPEZ R, ZARI F, PRADOLINI E, SANMARTI N, MACCARI G, BOERO L, GAMUNDI J. 2014. Evaluación de estrategias de manejo de refugios asociados a cultivos de soja Bt sobre plagas blanco, no blanco y sus depredadores. *Para Mejorar Producción Cultivos Estivales*. 52. 177–182
- PEROTTI E, GAMUNDI J C, TRUMPER E. 2018 Explorando alternativas no convencionales en el uso de refugios en soja Bt. XVI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. San Miguel de Tucumán.