CONTROL QUÍMICO DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* EN MAÍZ *BT* Y NO *BT* ANTE LA DISMINUCIÓN DE LA EFICACIA DE LA TECNOLOGÍA *BT*

CHEMICAL CONTROL OF *SPODOPTERA FRUGIPERDA* IN BT AND NON-BT MAIZE UNDER REDUCED EFFICACY OF BT TECHNOLOGY.

Szwarc D.; Almada, M.; Vitti D.; Scarpin, G.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 11 km 773, Santa Fe, Argentina|
szwarc.diego@inta.gob.ar

ABSTRACT
During the 2025/26 growing season, infestations of *Spodoptera frugiperda* were observed in maize hybrids expressing the Vip3Aa20 Bt protein in northern Argentina, renewing interest in chemical control. This study evaluated the efficacy of chlorantraniliprole, flubendiamide, spinetoram, chlorfenapyr, and fluxametamide in Bt and non-Bt maize and analyzed their interaction with Bt technology. Two field trials were conducted at INTA Reconquista (Santa Fe, Argentina) using RCBD. Foliar damage was assessed using the Davis scale, and the abundance of small (<1.5 cm) and large (>1.5 cm) larvae was recorded. Foliar damage was associated with the abundance of large larvae, identifying these stages as the main drivers of cumulative crop injury. In non-Bt maize, chlorantraniliprole and flubendiamide showed limited efficacy, whereas spinetoram, chlorfenapyr, and particularly fluxametamide reduced the survival of large larvae and the progression of damage. In Bt maize, the technology retained partial efficacy by delaying population development but did not prevent larval survival. These findings indicate that Bt technology and chemical control act complementarily on the same biological process by limiting the survival of larvae before they reach the highly damaging late instars, a key process for reducing crop damage and preserving the effectiveness of both tools within IPM programs.
Palabras claves: *Spodoptera frugiperda*, maíz *Bt*, control químico, manejo integrado de plagas, manejo de la resistencia de insectos.
Keywords: *Spodoptera frugiperda*, *Bt* maize, chemical control, integrated pest management, insecticide resistance management.

INTRODUCCIÓN

El manejo de plagas del maíz adquirió creciente relevancia en Argentina durante los últimos años, particularmente en el norte del país, donde las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de insectos de importancia económica. Entre ellos, el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, constituye una de las principales limitantes para la producción debido a su elevada capacidad de consumo y a las dificultades para su control (Szwarc et al., 2021; Balbi et al., 2026).
Durante la campaña 2025/26 se registraron daños inusuales en híbridos que expresan la proteína Vip3Aa20 en las regiones NEA y NOA (Vera et al., 2026), Lo que renovó el interés por las estrategias de control químico. La eficacia del control químico de Spodoptera frugiperda puede verse condicionada por el comportamiento de las larvas,

particularmente cuando estas se refugian y alimentan en el interior del cogollo, lo que dificulta que el insecticida alcance el sitio de acción (Burtet et al., 2017).

En este contexto, resulta necesario generar información actualizada sobre la eficacia de diferentes insecticidas y su interacción con la tecnología *Bt*, con el objetivo de optimizar el manejo de *S. frugiperda* y reducir las pérdidas ocasionadas por la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos durante la campaña 2025/26 en un lote de la EEA INTA Reconquista, Santa Fe (29°16'8,80"S; 59°44'38,20"O), bajo siembra directa. En el ensayo de maíz no *Bt* se utilizó el híbrido DK 7612 RR y en el ensayo *Bt* el híbrido BRV 510 PWU. Las parcelas estuvieron constituidas por ocho surcos de 10 m de longitud, con cuatro repeticiones. La fertilización consistió en 80 kg/ha de Yara Basa Sausor a la siembra y 80 kg/ha de urea en V4. Los ensayos se mantuvieron libres de malezas.

Se evaluaron los insecticidas indicados en la Tabla 1, aplicados con un volumen de 100 L/ha cuando el cultivo presentó entre 10 y 15 % de plantas dañadas (grados 2-3 de la escala de Davis et al. (1992) y presencia de larvas vivas de *S. frugiperda.* En el ensayo no *Bt* se realizó una segunda aplicación a los 8 días.

Tabla 1: Tratamientos para el control de *S. frugiperda* en maíz (EEA INTA Reconquista - Campaña 2025/26).

N°	I.A.	Formulación	Concentración	Dosis g i.a./ha	Dosis /ha (ml o g)	Coadyuvante (ml)	Observaciones
1	Testigo						
2	Clorantraniliprole	SC	200	20	100	200	
3	Flubendiamide	SC	480	48	100	200	Solo ensayo maíz no *Bt*
4	Spinetoram	SC	120	9,6	80	200	
5	Clorfenapir	SC	240	192	800	200	En maíz *Bt* se utilizó 1000 ml/ha
6	Fluxametamide	EC	103	30,9	300	200	

En maíz no *Bt* las evaluaciones se realizaron a los 0, 4, 7, 11, 15, 22 y 33 días después de la aplicación (DDA), mientras que en maíz *Bt* se efectuaron a los 0, 4, 7, 13 y 19 DDA. Sobre 20 plantas previamente marcadas por parcela se registró el porcentaje de plantas dañadas, el nivel de daño mediante la escala de Davis y la abundancia de larvas pequeñas (<1,5 cm) y grandes (>1,5 cm).

El diseño experimental fue en bloques completos al azar. Los datos se analizaron mediante modelos lineales generales y/o generalizados mixtos según la variable analizada, y las medias se compararon mediante la prueba LSD de Fisher ($\alpha = 0,05$) (R Core Team, 2026; Posit Team, 2026).

RESULTADOS

Las variables daño foliar, abundancia de larvas pequeñas y abundancia de larvas grandes presentaron efectos significativos de tratamiento, DDA (fecha) y de la interacción tratamiento × fecha ($p < 0,05$), indicando que la eficacia de los tratamientos varió a lo largo del desarrollo de la infestación.

En ambos ensayos, la progresión del daño foliar estuvo estrechamente asociada con la abundancia de larvas grandes (>1,5 cm), mientras que la densidad de larvas pequeñas

mostró una relación mucho más débil con el daño observado (Fig. 1). Esto indica que la acumulación de daño depende principalmente de la supervivencia de las larvas hasta los estadios de mayor capacidad de consumo, más que del número inicial de individuos presentes en el cultivo.

En el ensayo de maíz no *Bt*, donde la dinámica poblacional estuvo determinada exclusivamente por la acción de los insecticidas, clorantraniliprole y flubendiamide mostraron escasa capacidad para limitar la supervivencia de larvas grandes y, en consecuencia, el daño evolucionó de manera similar al testigo (Fig. 2). Estos resultados coinciden con evidencias recientes que describen una reducción en la susceptibilidad de poblaciones de *S. frugiperda* del norte argentino a clorantraniliprole (Balbi et al., 2026). Por el contrario, spinetoram y clorfenapir redujeron significativamente la supervivencia de larvas avanzadas y retrasaron la progresión del daño. Fluxametamide presentó el mejor desempeño durante todo el período de evaluación, mantuvo las menores densidades de larvas grandes durante todo el período, y los menores niveles de daño foliar hasta los 22 DDA. Estos resultados indican que la persistencia del control sobre los estadios larvales avanzados constituye un atributo tan importante como el efecto inicial de volteo para reducir las pérdidas ocasionadas por la plaga.

En el ensayo *Bt*, tanto la abundancia de larvas grandes como el daño foliar fueron inferiores respecto del maíz no *Bt* (Fig. 3 y 4). Si bien el evento Vip3Aa20 no evitó completamente el establecimiento de la plaga, sí redujo la velocidad de crecimiento poblacional y retrasó el pasaje de las larvas hacia los estadios de mayor consumo. Este comportamiento es consistente con un escenario de pérdida parcial de eficacia de la tecnología, donde persiste un efecto biológico capaz de desacelerar el desarrollo de la infestación, aunque insuficiente para impedir completamente la supervivencia de individuos potencialmente dañinos.

La menor presión inicial ejercida por la tecnología *Bt* también redujo las diferencias entre insecticidas durante las primeras evaluaciones. Sin embargo, esas diferencias aumentaron conforme las poblaciones sobrevivientes avanzaron en su desarrollo, observándose nuevamente una mayor eficacia de fluxametamide para limitar la acumulación de larvas grandes y el incremento del daño foliar. Finalmente, el mayor registro de larvas grandes a los 19 DDA en el tratamiento con clorantraniliprole respecto al testigo podría explicarse por la exposición a una dosis subletal del insecticida hacia el final de su curva de degradación. Esta exposición subletal puede alterar los parámetros de la tabla de vida de la plaga, prolongando la duración del estado larvario en los individuos tolerantes (Hasnain et al., 2023).

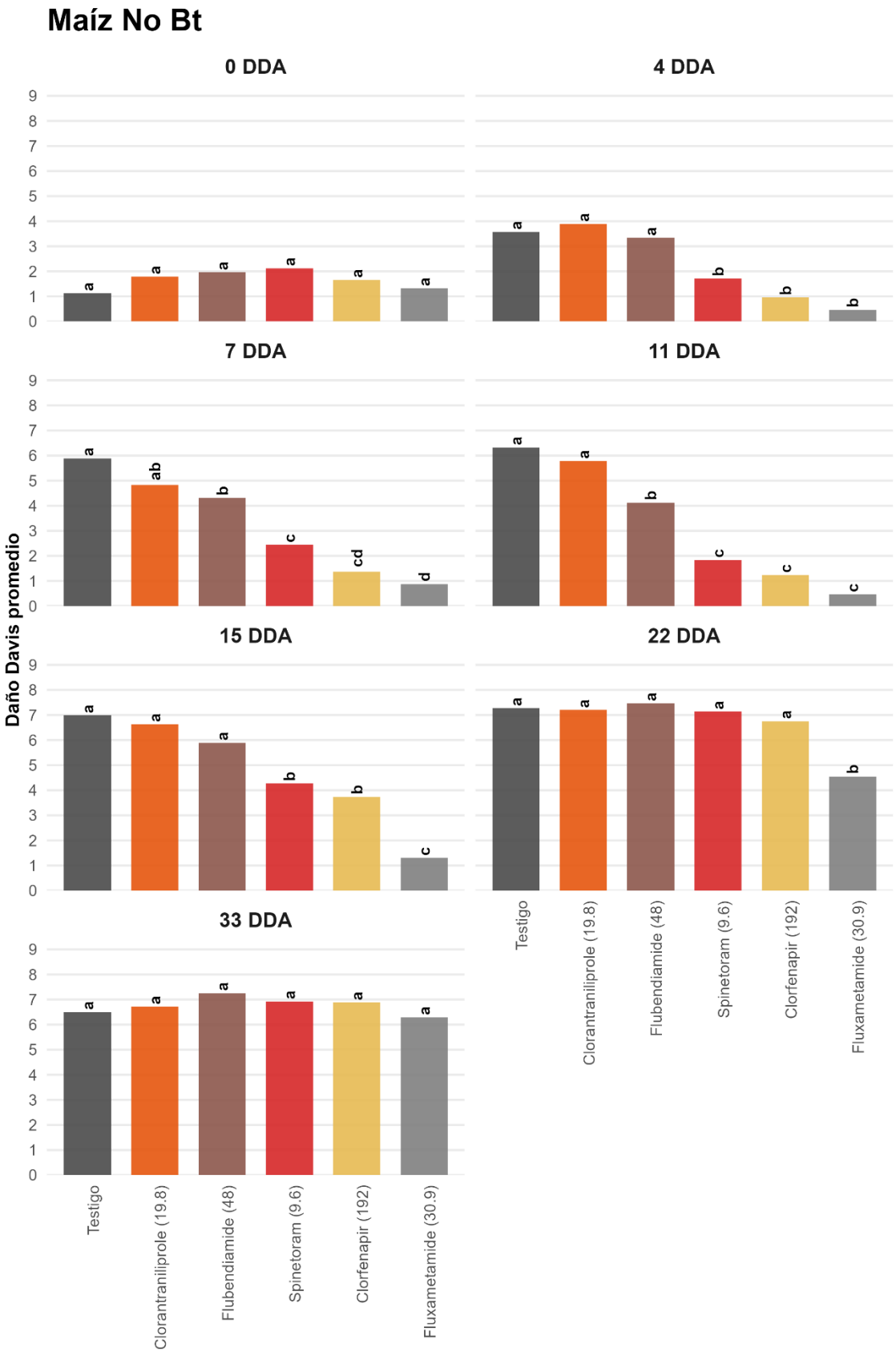

Figura 1: Daño foliar promedio en maíz no Bt (escala de Davis) causado por Spodoptera frugiperda en función de los tratamientos (principios activos y dosis) y tiempo en días después de la aplicación. Letras indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0,05). (EEA INTA Reconquista - Campaña 2025/26).

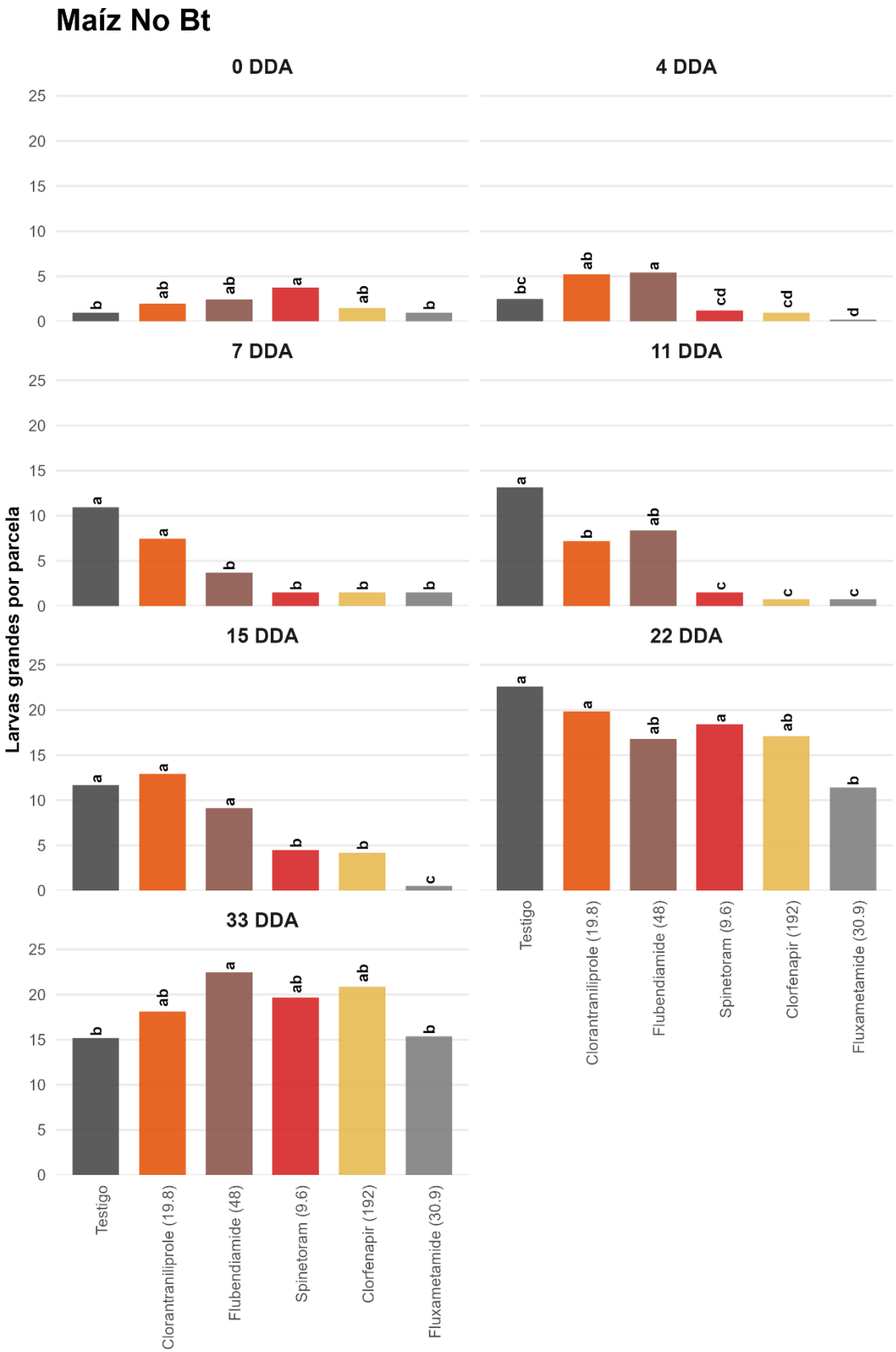

Figura 2: Fluctuación poblacional de larvas grandes (>1,5 cm) de Spodoptera frugiperda en maíz no Bt en los distintos tratamientos (principios activos y dosis) y tiempo en días desde la aplicación. Letras indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0,05) (EEA INTA Reconquista - Campaña 2025/26).

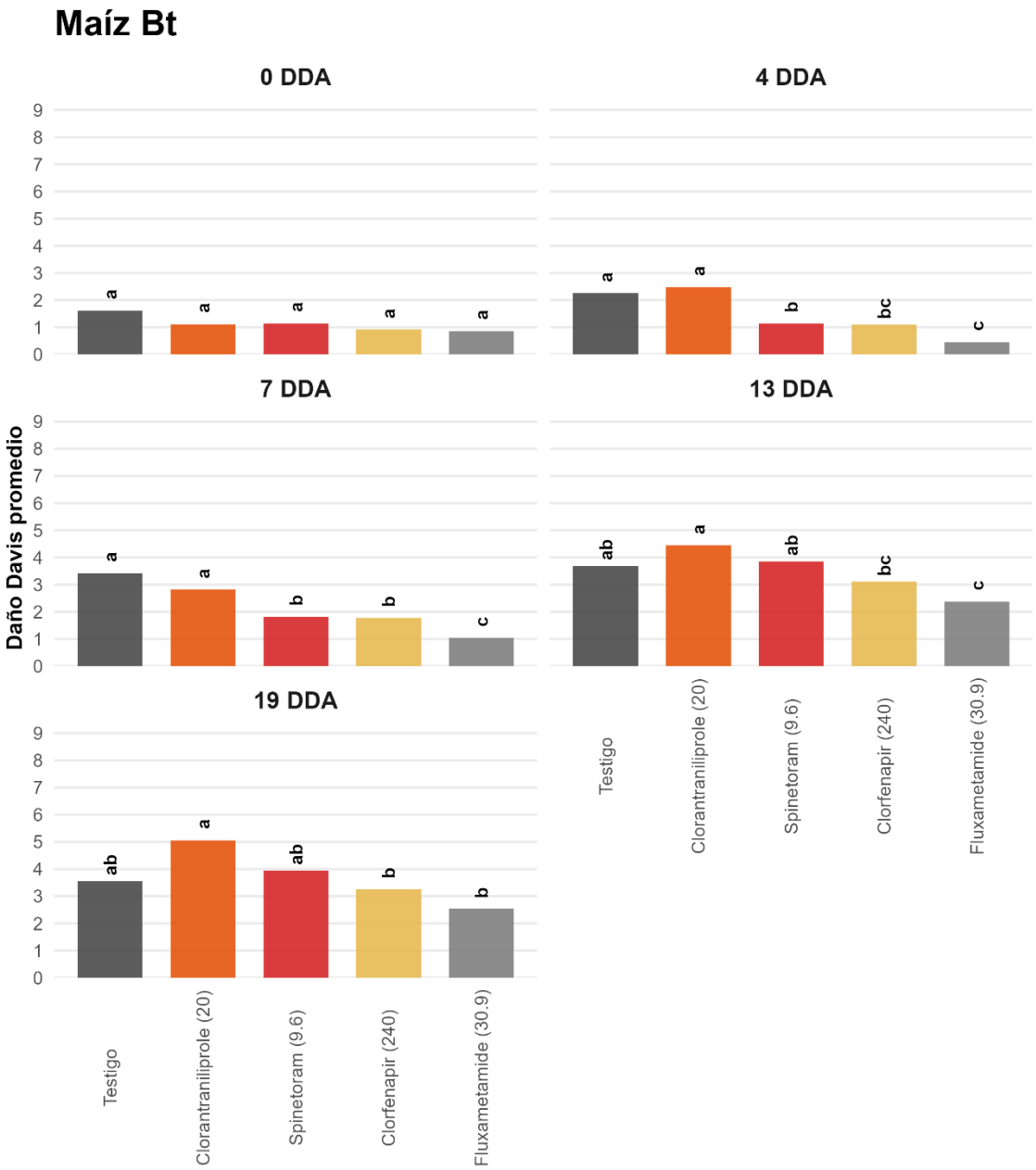

Figura 3: Daño foliar promedio en maíz Bt (escala de Davis) causado por Spodoptera frugiperda en función de los tratamientos (principios activos y dosis) y tiempo en días después de la aplicación. Letras indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0,05). (EEA INTA Reconquista - Campaña 2025/26).

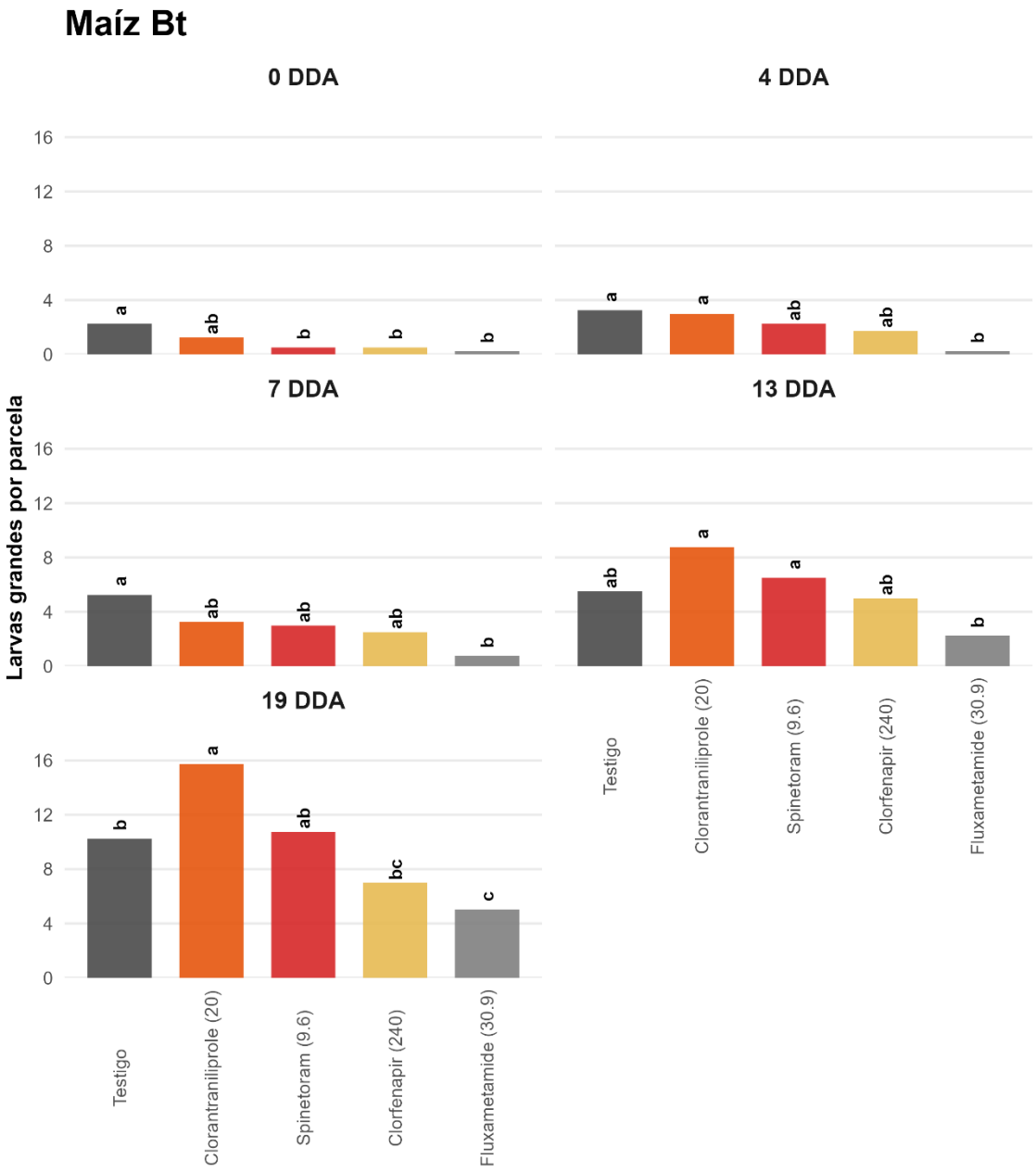

Figura 4: Fluctuación poblacional de larvas grandes (>1,5 cm) de Spodoptera frugiperda en maíz Bt en los distintos tratamientos (principios activos y dosis) y tiempo en días desde la aplicación. Letras indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0,05) (EEA INTA Reconquista - Campaña 2025/26).

En conjunto, los resultados permiten proponer un modelo conceptual del manejo de *S. frugiperda*, en el que la tecnología *Bt* y el control químico actúan de manera complementaria sobre un mismo proceso biológico: limitar la supervivencia de las larvas hasta los estadios de mayor capacidad de consumo (Figs. 1 a 4). Mientras la tecnología *Bt* reduce la probabilidad de que las larvas alcancen esos estadios, los insecticidas eliminan los individuos que logran escapar a ese efecto inicial. En este contexto, la eficacia del control no depende únicamente del efecto de volteo, sino también de la capacidad para evitar la acumulación de larvas grandes. Este modelo también permite interpretar las implicancias de la evolución de la resistencia a proteínas *Bt*. A medida que disminuya la eficacia de esta tecnología, aumentará la supervivencia de larvas y, con ello,

la dependencia del control químico. Como consecuencia, el uso más frecuente e intensivo de insecticidas podría incrementar la presión de selección sobre las poblaciones de *S. frugiperda* y acelerar la evolución de resistencia a estas moléculas. Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar estrategias de manejo integrado orientadas a preservar la eficacia de ambas herramientas.

CONCLUSIONES

La progresión del daño foliar estuvo estrechamente asociada con la abundancia de larvas grandes de *S. frugiperda*.

La tecnología *Bt* mantuvo una eficacia parcial, reduciendo la velocidad de crecimiento poblacional y retrasando la acumulación del daño, aunque sin evitar completamente la supervivencia de larvas capaces de causar daño económico.

Fluxametamide mostró el control más consistente de larvas grandes y la menor acumulación de daño.

La persistencia del control sobre larvas avanzadas resultó tan importante como el efecto inicial de volteo de los insecticidas.

La tecnología *Bt* y el control químico deben considerarse herramientas complementarias dentro de un programa de manejo integrado de *S. frugiperda*, especialmente en escenarios de susceptibilidad reducida a proteínas *Bt*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balbi, E., Szwarc, D., Almada, M., & Flores, F. (2026). Variación en la respuesta toxicológica a Clorantraniliprole en una población de *Spodoptera frugiperda* sobreviviente a Vip3Aa20. EEA Marcos Juárez, INTA. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/25175

Burtet, L., Bernardi, O., Melo, A., Pes, M., Strahl, T., & Guedes, J. (2017). Managing fall armyworm, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae), with Bt maize and insecticides in south Brazil. Pest Management Science, 73(12), 2569–2577.

Davis, F., Ng, S., & Williams, W. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Technical Bulletin 186, 1-9. Mississippi State University, USA.

Hasnain A, Zhang S, Chen Q, Xia L, Wu Y, Gong C, Liu X, Jian P, Zhang L, Wang X. 2023. Effects of chlorantraniliprole on the life history traits of fall armyworm Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). Front Physiol. 12; 14:1211689. doi: 10.3389/fphys.2023.1211689.

Posit team (2026). RStudio: Integrated development environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL posit.co

R Core Team (2026). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

Szwarc, D. E., Vitti, D. E., Almada, M. S., Maidana, D., Feresin, A. 2021. Daño del gusano cogollero en diferentes maíces Bt. - Campaña 2020/21. Voces y Ecos. Nº 44 EEA INTA Reconquista. https://inta.gob.ar/documentos/dano-del-gusano-cogollero-en-diferentes-maices-bt-campana-2020-21

Vera, M. A., Murúa, M. G., Jurat-Fuentes, J. L., Campero, N. E., Medrano, C. M., Cejas Marchi, E., Cazado, L. E., Gastaminza, G. A., Scalora, F. S., & Casmuz, A. S. (2026). Primer registro de supervivencia de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz Bt que expresa la proteína Vip3Aa20, en la Argentina. Revista Industrial Y Agrícola De Tucumán, 103 (1), 1–6. https://publicaciones.eeaoc.gob.ar/index.php/riat/article/view/308