

Publicación
Especial
N°62

Jun 2021
Tucumán
Argentina



> Campaña 2019/2020

El cultivo del MAIZ en el noroeste argentino



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

BWA

**SOMOS
BWA**



CALIDAD



TECNOLOGÍA



INNOVACIÓN

**REPUESTOS Y CONSUMIBLES
PARA TU COSECHADORA DE CAÑA**

STOCK PERMANENTE



www.bwasa.com.ar



Visítanos en nuestro nuevo salón de ventas de 8 a 13 hs y de 14 a 18 hs

📍 Diagonal Juan XXIII - San Miguel de Tucumán

✉ ventas@bwasa.com.ar

☎ Tel: 0381 4230081





CAMPAÑA 2019/2020

> El cultivo del  **MAIZ**
en el noroeste
argentino



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

EEAOC

> Autoridades EEAOC

Presidente
Sr. Juan José Budeguer

Vicepresidente
Ing. Agr. Roberto Sánchez Loria

Directores
Sr. Joaquín Daniel Gargiulo
Ing. Agr. José Ignacio Lobo Viaña
Ing. Qco. Alejandro Poviña
Ing. Agr. Francisco Joaquín Estrada
Sr. Luis Fernando Umana
Sr. Pablo José Padilla

Director Técnico
Dr. Leonardo Daniel Ploper

Directores Asistentes

Tecnología Agropecuaria
Dr. Hernán Salas López
Tecnología Industrial
Ing. Qco. R. Marcelo Ruiz
Administración y Servicios
C.P.N. Julio Esper

Editor Responsable:
Dr. Leonardo Daniel Ploper

Comisión Publicaciones y Difusión
Mg. Ing. Agr. Patricia Digonzelli
Dra. Dora Paz
Mg. Ing. Agr. Fernanda Leggio
Ing. Agr. Daniela Pérez
Ing. Agr. Victoria González
D.G. Silvio Cesar Salmoiraghi

Arte, diseño y diagramación
Diego Lobo

Corrección
Prof. en Letras Ernesto Klass



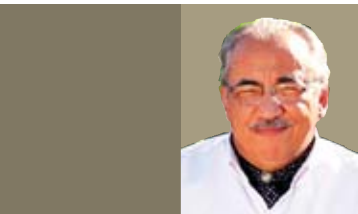


El cultivo del
MAÍZ
en el noroeste
argentino

Editores



Ing. Agr.
**Mario R.
Devani**



Ing. Agr.
**Daniel
Gamboa**



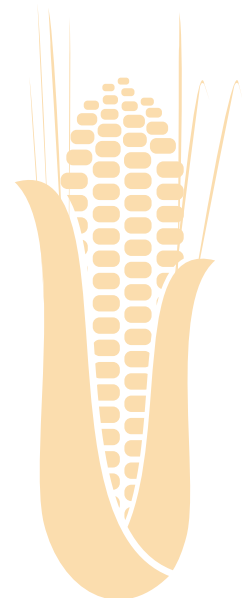
**ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES**
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC | Las Talitas
Tucumán | Argentina
Tel: (54 381) 452 1000
Fax: (54 381) 452 1008
direcc@eeaoc.org.ar
www.eeaoc.org.ar



Publicación Especial N° 62
Junio de 2021
ISSN: 0328-7300
Tucumán - Argentina

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.





Contenidos

	Pag
Editorial	11
Red de Macroparcels de híbridos	15
Evaluación de la estabilidad y adaptabilidad de híbridos	23
Los ensayos de brecha en maíz y los resultados alcanzados	37
Análisis departamental de la repetitividad de siembra del maíz en Tucumán en los períodos 2009-2014 y 2015-2020	41
Evolución de las condiciones agrometeorológicas de la campaña 2019-2020 en la Provincia de Tucumán	49
Fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz sembrado sobre distintos antecesores	57
Principales enfermedades foliares en híbridos comerciales de maíz durante las campañas 2017/2018, 2018/2019 y 2019/2020 en Overo Pozo, San Agustín, Cruz Alta, Tucumán	63
Determinación de daños por <i>Fusarium</i> spp. en granos de híbridos de maíz, campañas 2017 a 2020, macroparcels Overo Pozo, departamento Cruz Alta, Tucumán	71
Manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz: tratamiento de semillas y momento de aplicación de los insecticidas	77
Manejo de orugas de la espiga en el cultivo de maíz	83
Estrategias para la prevención de la resistencia del gusano cogollero, <i>Spodoptera frugiperda</i> , en maíz Bt: manejo del refugio	87
Resultados de la encuesta de maíz en Tucumán y zonas de influencia, campaña 2019/2020 y comparación con la campaña 2018/2019	99
Evolución de indicadores económicos - productivos del cultivo de maíz en Tucumán en el período 2010/11 - 2019/20	107
Consideraciones para el manejo del cultivo de maíz en años secos	115
In Memoriam	118
Agradecimientos	120

Estrategias para la prevención de la resistencia del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en maíz Bt: manejo del refugio



Augusto S. Casmuz*; Martín A. Vera*; Lucas A. Fadda*; Carlos F. Valdez Quiroga*; Gonzalo H. Díaz Arnijas*; Daniel A. Villafañe*; María N. Eraso Di Giuseppe*; Emmanuel Cejas Marchi*; Lara M. Ramos*; Jorge D. Rojas*; María G. Murúa**; Facundo Daniel*** y Gerardo A. Gastaminza*

*Sección Zoología Agrícola, EEAOC; ** Sección Zoología Agrícola, EEAOC-ITANOA-CONICET; ***Sección Granos, EEAOC.
Email: zoología@eeaoc.org.ar

■ Introducción

Entre las plagas insectiles que afectan al maíz, se destaca al “gusano cogollero”, *Spodoptera frugiperda* J. E Smith (Lepidóptera: Noctuidae), como la plaga clave del cultivo (Willink *et al.*, 1993; Aragón, 2002). Sus larvas producen diversos daños en las plantas, pudiendo actuar como cortadoras, defoliadoras, cogolleras y también pueden dañar espigas y barrenar tallos; llegando a ocasionar pérdidas de un 37% del rendimiento (Willink *et al.*, 1993; Murúa com. per.).

La biotecnología ha efectuado un gran aporte en el manejo de esta plaga, con la incorporación desde el año 1998, de híbridos de maíz que expresan proteínas insecticidas de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) para el control de los principales lepidópteros plagas del cultivo (Satorre, 2014).

El uso correcto de esta tecnología determina la implementación de un programa de manejo de la resistencia de insectos, cuya base es el empleo de un refugio con híbridos de maíz que no expresen la proteína Bt, en un 10% de la superficie (Programa MRI, 2018). La baja adopción del refugio, determinó que desde la campaña 2012/2013 se reporten daños

inesperados de *S. frugiperda* en algunos maíces Bt (Trumper, 2014). Estos daños fueron en incremento con el correr de las campañas, comprometiendo la eficacia de la tecnología Bt en los maíces.

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes alternativas para el manejo de *S. frugiperda* en el refugio del maíz Bt.

■ Metodología

El ensayo se realizó en la localidad de Overo Pozo, departamento Cruz Alta, provincia de Tucumán, durante las campañas 2016/2017 y 2017/2018. Se empleó como maíz Bt el híbrido DK 7310 VT3P y como refugio DK 7310 RR2. Las siembras se realizaron el 13 de enero de 2017 (campaña 2016/2017) y el 4 de enero de 2018 (campaña 2017/2018). El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento y un tamaño de parcela de 12 líneas de cultivo (0,52 m entre líneas) por 15 metros de largo, dejándose un metro de separación entre los bloques y las parcelas.

Los tratamientos considerados en el refugio fueron los siguientes:



1. Testigo.
2. Refugio con 1 aplicación hasta V6 (1 Aplic V6).
3. Refugio con 2 aplicaciones hasta V6 (2 Aplic V6).
4. Refugio con más de 2 aplicaciones (Control Total).

Los tratamientos considerados en el maíz Bt fueron los siguientes:

1. Maíz Bt Testigo (Bt Testigo).
2. Maíz Bt Aplicado (Bt Aplic).

Los parámetros evaluados en cada tratamiento fueron:

a. Porcentaje de plantas dañadas por *S. frugiperda* y número de larvas vivas. Estos parámetros se determinaron revisando 20 plantas consecutivas en cada parcela. Para la evaluación de la severidad del daño se utilizó la escala de Davis (Davis *et al.*, 1992), detallada en la Figura 1. Las larvas de *S. frugiperda* fueron diferenciadas en larvas chicas (< 1,5 cm) y grandes (> 1,5 cm). Las evaluaciones se realizaron con una frecuencia semanal desde el estado fenológico V1 (Ritchie & Hanway, 1982).

b. Número de adultos de *S. frugiperda* generados: a partir de la extracción de larvas grandes de *S. frugiperda* sobre 60 plantas consecutivas de cada parcela, que se realizó en V8 para la campaña 2016/2017 y en V9 para la campaña 2017/2018. Las orugas colectadas fueron alimentadas con el material vegetal del tratamiento de donde fueron sacadas hasta llegar al estado de pupa, posteriormente fueron acondicionadas hasta la

obtención de los adultos. La cantidad de adultos de *S. frugiperda* generados se expresó por hectárea, considerándose un 10% de maíz refugio y un 90% de maíz Bt, según recomendaciones establecidas para el manejo de esta tecnología (Programa MRI, 2018).

c. Rendimiento: a partir de la cosecha de las dos filas centrales por diez metros lineales centrales de cada fila (10 m²). Además, se calculó el rendimiento ponderado para las diferentes combinaciones de refugio con el maíz Bt, considerándose un 10% de refugio y un 90% de maíz Bt.

El umbral de acción considerado para la aplicación de los insecticidas en el refugio y en el maíz Bt fue de un 20% de plantas dañadas, con grado 2 – 3, según escala de Davis y larvas vivas de *S. frugiperda* (IRAC, 2018).

Para la aplicación de los insecticidas se empleó una mochila experimental de CO₂ provista de boquillas CH 8001. En aquellos tratamientos con más de una aplicación se emplearon insecticidas con diferentes modos de acción.

Para el análisis de los datos se empleó un ANOVA, comparándose las medias con el método LSD ($p < 0,05$).

Resultados

Campaña 2016/2017

En el monitoreo del 30 de enero, *S. frugiperda* superó



Grado 0-1. Sin daño o con lesiones como las que hace un alfiler.



Grado 2-3. Lesiones circulares pequeñas y pocas lesiones alargadas menores de 1,3 cm sin membrana epidérmica consumida. "Ventanitas".



Grado 4-6. Lesiones mayores a 1,3 cm con membrana epidérmica consumida.



Grado 7-9. Muchas lesiones por consumo de membrana epidérmica en cogollo. Cogollo destruido.

Figura 1. Categorías de la Escala de Davis empleada para la evaluación de la severidad de los daños causados por *Spodoptera frugiperda*.



el umbral de acción (UA) en el refugio (Figura 2 y 3), procediéndose a efectuar la aplicación de los insecticidas en las estrategias planteadas en dicha área (Tabla 1).

El 6 de febrero, 5 días después de la aplicación, se registró una menor incidencia y un número menor de orugas en los tratamientos aplicados en el refugio, en comparación al Testigo (Figura 2 y 3).

El 13 de febrero se observó un nuevo aumento de la incidencia y de la cantidad de larvas de *S. frugiperda* en las alternativas del refugio (Figura 2 y 3), determinando una segunda aplicación en los tratamientos 2 Aplic V6 y Control Total (Tabla 1). En esta fecha, se alcanzó el UA en el maíz Bt, observándose, además, larvas grandes de *S. frugiperda* en esta tecnología (Figura 4 y 5). Por tal

motivo, se realizó la aplicación del insecticida en el tratamiento Bt Aplic (Tabla 1).

El 26 de febrero, las aplicaciones en los tratamientos del refugio (2 Aplic V6 y Control Total) y en el maíz Bt (Bt Aplic), produjeron una marcada disminución de la plaga, en comparación a sus respectivos Testigos (Figura 2, 3, 4 y 5). Sin embargo, el Control Total del refugio presentaba aún valores por encima del UA (Figura 2 y 3), realizándose la tercera aplicación de insecticida en este tratamiento (Tabla 1).

En el último muestreo, los tratamientos con dos y tres aplicaciones del refugio (2 Aplic V6 y Control Total) y el maíz Bt Aplic, presentaron una incidencia y cantidad de orugas *S. frugiperda* sensiblemente menores en comparación a sus respectivos Testigos (Figura 2, 3, 4 y 5).

Tabla 1. Fechas de aplicación y grupos químicos empleadas según tratamiento en el maíz refugio y Bt. Campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Campaña	Fecha	Maíz Refugio			Maíz Bt
		1 Aplic (V6)	2 Aplic (V6)	Control Total	Bt Aplic
2016/2017	1-feb (V2)	Avermectina + IGR	Avermectina + IGR	Avermectina + IGR	
	13-feb (V5)		Spinosina	Spinosina	Spinosina
	21-feb (V6)			Diamida	

Avermectina + IGR: benzoato de emamectina 5% + lufenuron 40% WG 50 g pc/ha; **Spinosina:** spinetoram 12% SC 80 cm³ pc/ha; **Diamida:** clorantranilprole 20% SC 80 cm³ pc/ha.

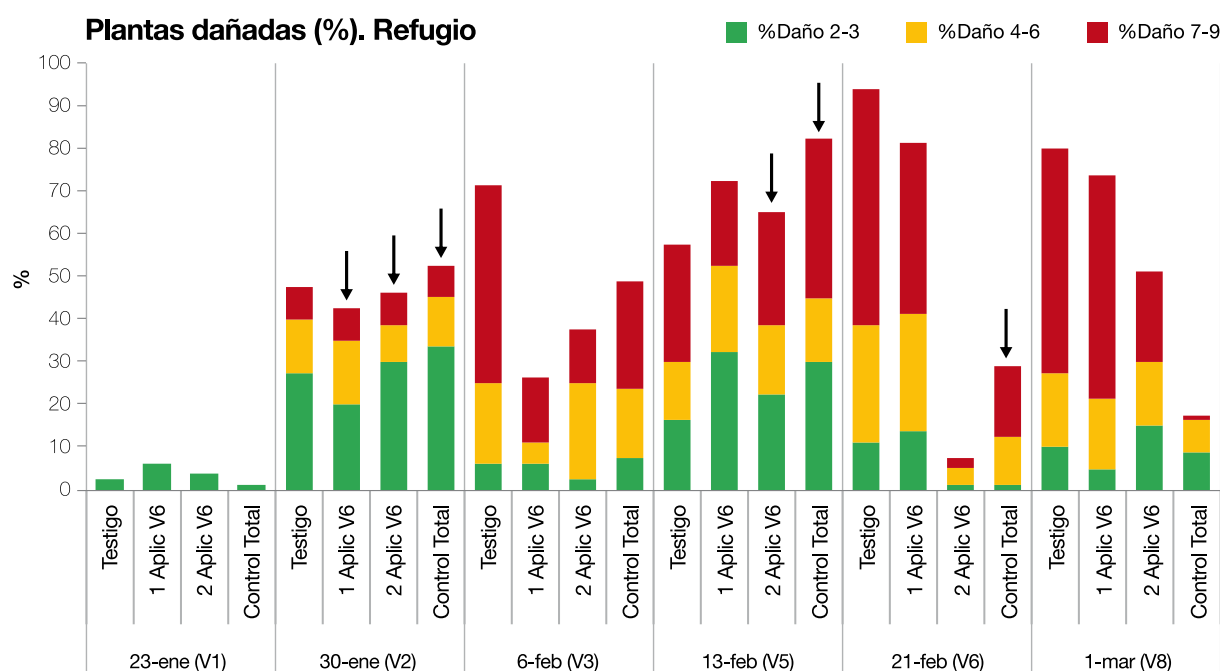


Figura 2. Porcentaje de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* y severidad de los daños según escala de Davis. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz refugio, campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.



Larvas grandes *Spodoptera frugiperda*. Refugio

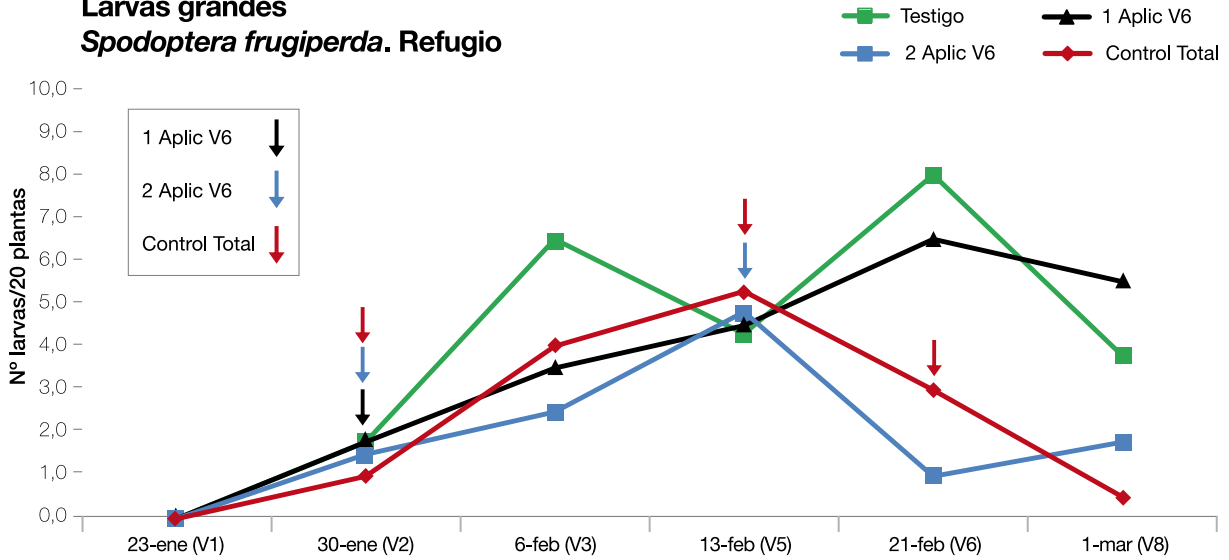


Figura 3. Número de larvas grandes de *Spodoptera frugiperda* en 20 plantas. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz refugio, campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Plantas dañadas (%). Maíz Bt

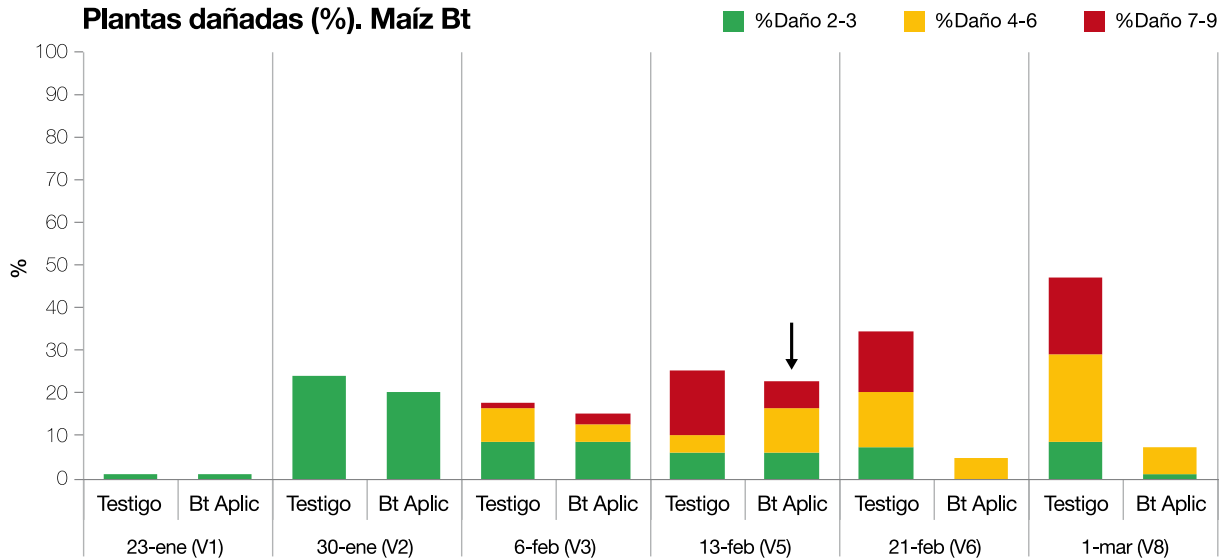


Figura 4. Porcentaje de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* y severidad de los daños según escala de Davis. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz Bt, campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Larvas grandes *Spodoptera frugiperda*. Maíz Bt

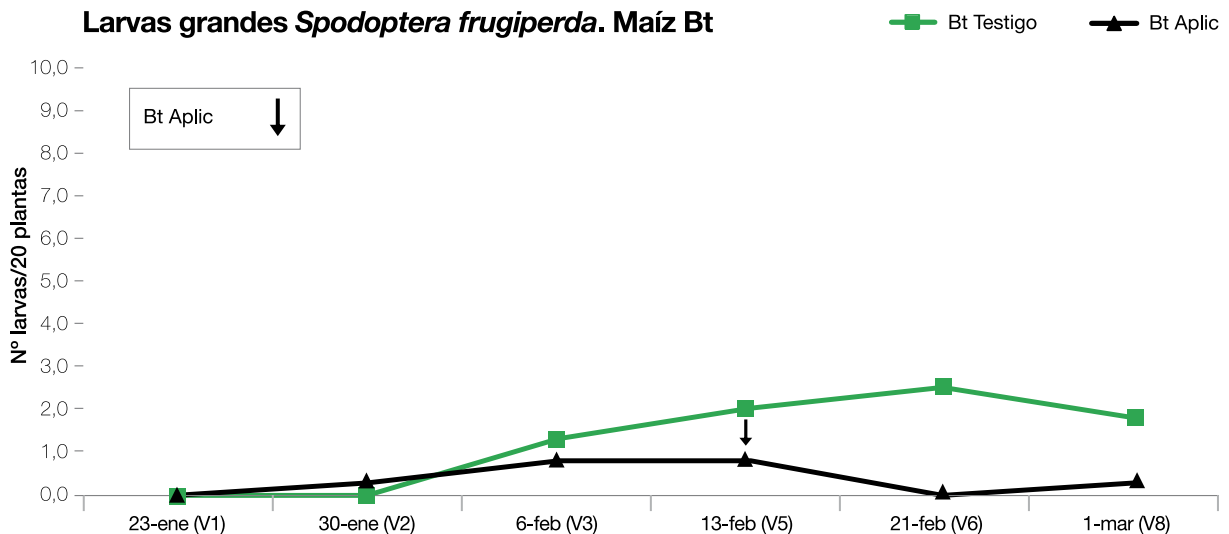


Figura 5. Número de larvas grandes de *Spodoptera frugiperda* en 20 plantas. La flecha indica la aplicación del insecticida. Maíz Bt, campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.



En la extracción de larvas grandes de *S. frugiperda*, realizada el 8 de marzo, el Control Total tuvo una cantidad significativamente menor en comparación al resto de los tratamientos del refugio, situación que también se vio reflejada en la cantidad de adultos de *S. frugiperda* obtenidos en este tratamiento (Tabla 2).

En el maíz Bt, el tratamiento aplicado (Bt Aplic), se diferenció estadísticamente del Testigo en la cantidad de orugas grandes de *S. frugiperda* colectadas y adultos generados (Tabla 3).

Al expresar la cantidad de adultos generados por unidad de superficie (Adultos/ha), se observó en todas las estrategias del refugio un número sensiblemente menor en comparación al Bt Testigo, como se detalla en las Tablas 2 y 3. Esta situación

condujo a que, por cada adulto “resistente” de *S. frugiperda* en el Bt Testigo se generasen menos de un adulto “susceptible” en las estrategias del refugio (Figura 6).

El Bt Aplic. tuvo una cantidad de Adultos/ha, sensiblemente menor en comparación a las estrategias del refugio representadas por el Testigo, 1 Aplic V6 y 2 Aplic V6; no así con respecto al Control Total (Tabla 2 y 3). Por cada adulto “resistente” de *S. frugiperda* generado en el maíz Bt Aplic se obtuvieron 4,5, 3,2 y 4,8 adultos “susceptibles” en el Testigo, 1 Aplic V6 y 2 Aplic V6 del refugio respectivamente (Figura 6).

En el refugio, el Control Total logró un rendimiento significativamente mayor en comparación al Testigo

Tabla 2. Número de larvas grandes y adultos de *Spodoptera frugiperda*/60 planta según tratamiento. Maíz refugio, campaña 2016/2017. *Adultos/ha: en el cálculo se consideró que el maíz refugio representa un 10% de la superficie. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Tratamientos	Larvas grandes/ 60 plantas	Adultos/ 60 plantas	*Adultos/ ha
Testigo	20,8 b	7,5 b	524
1 Aplic V6	14,8 b	5,3 b	371
2 Aplic V6	16,8 b	7,8 b	553
Control Total	3,3 a	2,0 a	136
p-valor	0,003	0,0064	
DMS	8,0	3,2	

Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$).

Tabla 3. Número de larvas grandes y adultos de *Spodoptera frugiperda*/60 planta según tratamiento. Maíz Bt, campaña 2016/2017. *Adultos/ha: en el cálculo se consideró que el maíz Bt representa un 90% de la superficie. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Tratamientos	Larvas grandes/ 60 plantas	Adultos/ 60 plantas	*Adultos/ ha
Bt Testigo	4,3 b	2,0 b	1166
Bt Aplic	0,3 a	0,3 a	116
p-valor	0,0302	0,0192	
DMS	3,2	1,4	

Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$).

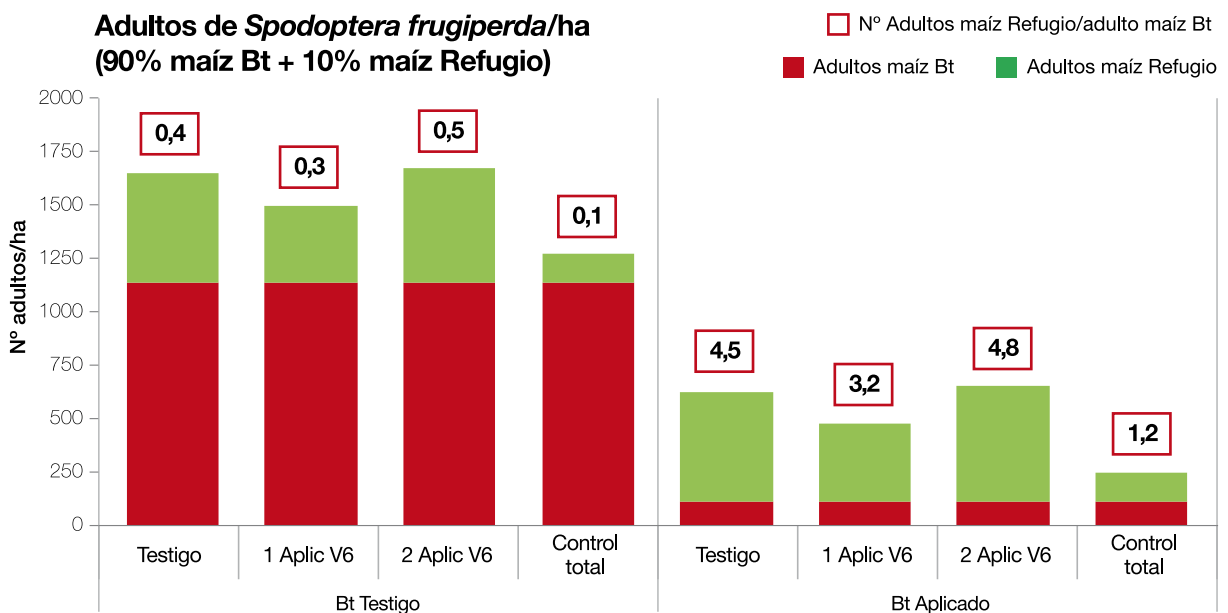


Figura 6. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* generados en las alternativas de refugio por cada adulto generados en el maíz Bt (Bt testigo y Bt aplicado), campaña 2016/2017. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.



y 1 Aplic V6 (Figura 7). En el maíz *Bt*, no hubo diferencias de significancia en el rendimiento del Bt Testigo y Bt Aplic (Figura 7).

No se observaron diferencias significativas del rendimiento, al ponderar el rinde del Bt Aplic con las distintas estrategias adoptadas en el refugio (Figura 8).

► Campaña 2017/2018

El 16 de enero hubo niveles de incidencia y larvas de *S. frugiperda* por debajo del UA en el maíz Bt y en los tratamientos del refugio (Figuras 9, 10, 11 y 12); observándose en el monitoreo siguiente un incremento considerable de la plaga en el maíz refugio (Figura 9 y 10). Esta situación condujo a realizar la primera aplicación de insecticida en las estrategias planteadas en dicha área (Tabla 4).

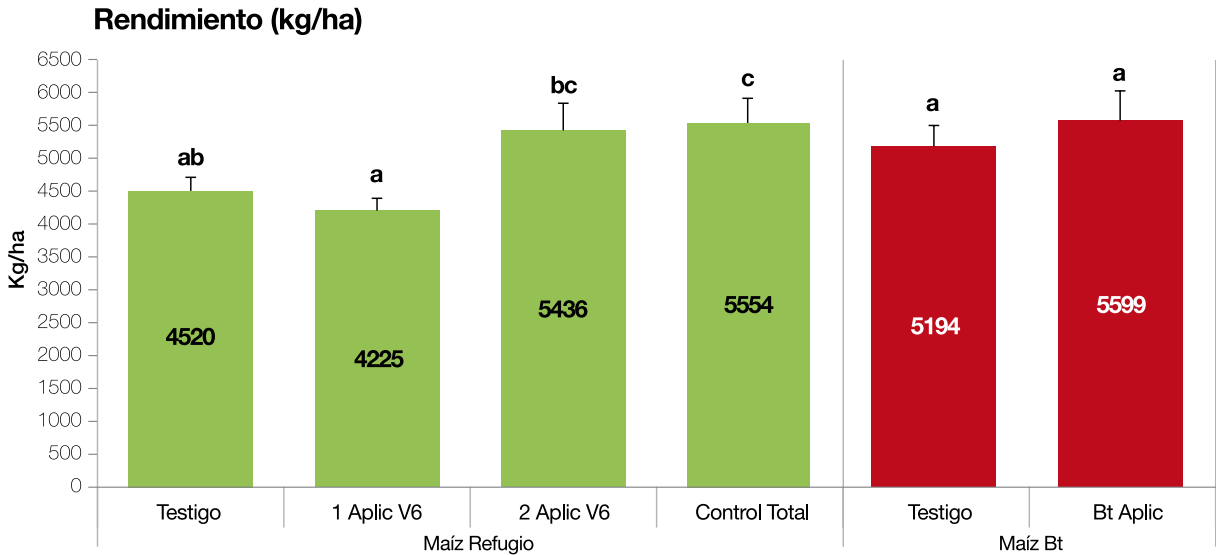


Figura 7. Rendimiento (kg/ha) según tratamiento del refugio y del maíz Bt, campaña 2016/2017. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

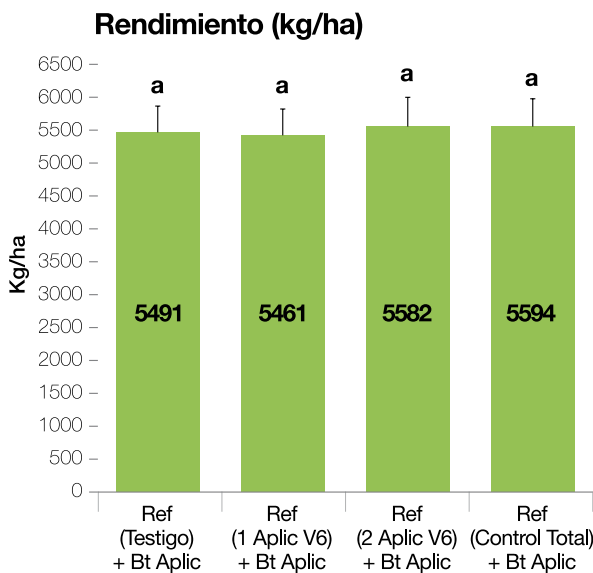


Figura 8. Rendimiento ponderado para cada estrategia. En la ponderación se consideró al maíz Bt aplicado con cada alternativa del refugio (90% maíz Bt + 10% maíz refugio), campaña 2016/2017. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

El 29 de enero se observó una disminución de la incidencia y del número de orugas en los tratamientos aplicados del refugio, en comparación al Testigo (Figura 9 y 10). En este muestreo el maíz Bt alcanzó el UA (Figura 11 y 12), efectuándose la aplicación del insecticida en el tratamiento Bt Aplic (Tabla 4).

El 5 de febrero hubo una nueva infestación de la plaga sobre las alternativas del refugio, superando el UA (Figura 9 y 10), determinando la segunda aplicación en los tratamientos 2 Aplic V6 y Control Total (Tabla 4). En esta fecha, la aplicación en el maíz Bt (Bt Aplic), permitió reducir la incidencia y cantidad de larvas de *S. frugiperda*, en comparación al Bt Testigo (Figura 11 y 12).

El 13 de febrero, las aplicaciones en los tratamientos del refugio (2 Aplic V6 y Control Total), produjeron una marcada disminución de la plaga, en comparación al Testigo (Figura 9 y 10). Sin embargo, el Control Total presentaba aún valores de incidencia correspondientes al UA (Figura 9 y 10), realizándose



Tabla 4. Fechas de aplicación y grupos químicos empleadas según tratamiento en el maíz refugio y Bt. Campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Campaña	Fecha	Maíz Refugio			Maíz Bt
		1 Aplic (V6)	2 Aplic (V6)	Control Total	Bt Aplic
2017/2018	22-ene (V3)	Spinosina	Spinosina	Spinosina	
	29-ene (V5)				Spinosina
	5-feb (V6)		Avermectina + IGR	Avermectina + IGR	
	14-feb (V7)			Diamida	

Avermectina + IGR: benzoato de emamectina 5% + lufenuron 40% WG 50 g pc/ha; **Spinosina:** spinetoram 12% SC 80 cm³ pc/ha; **Diamida:** clorantraniliprole 20% SC 80 cm³ pc/ha.

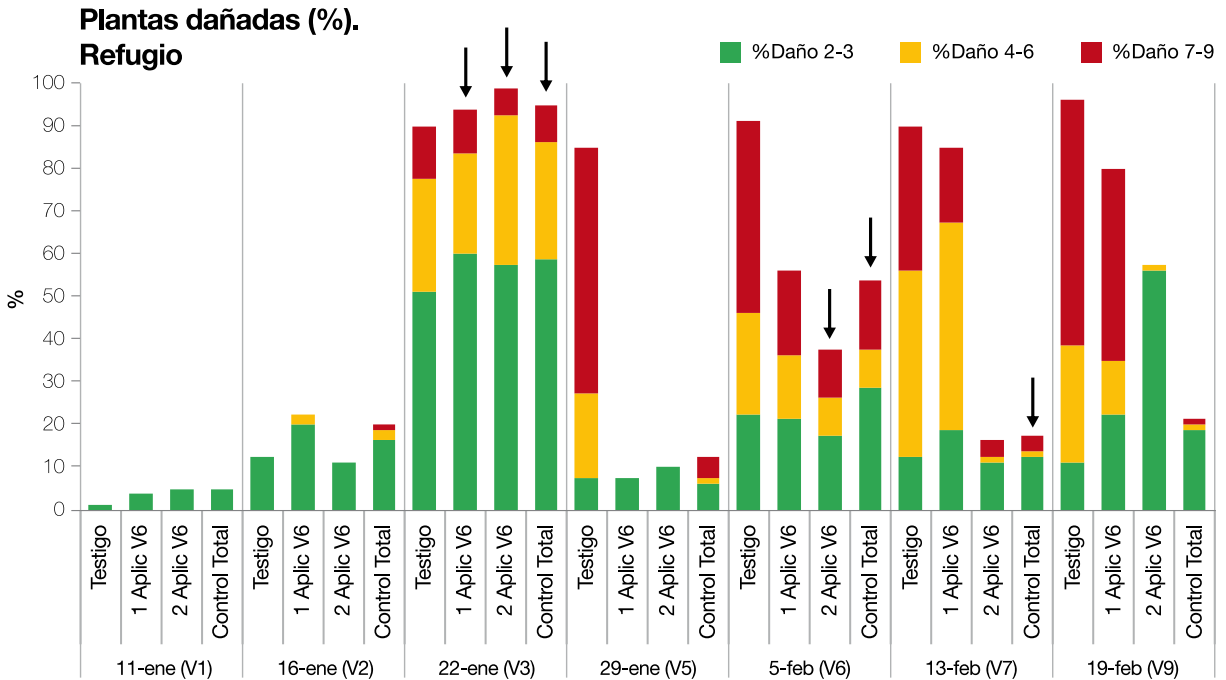


Figura 9. Porcentaje de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* y severidad de los daños según escala de Davis. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz refugio, campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

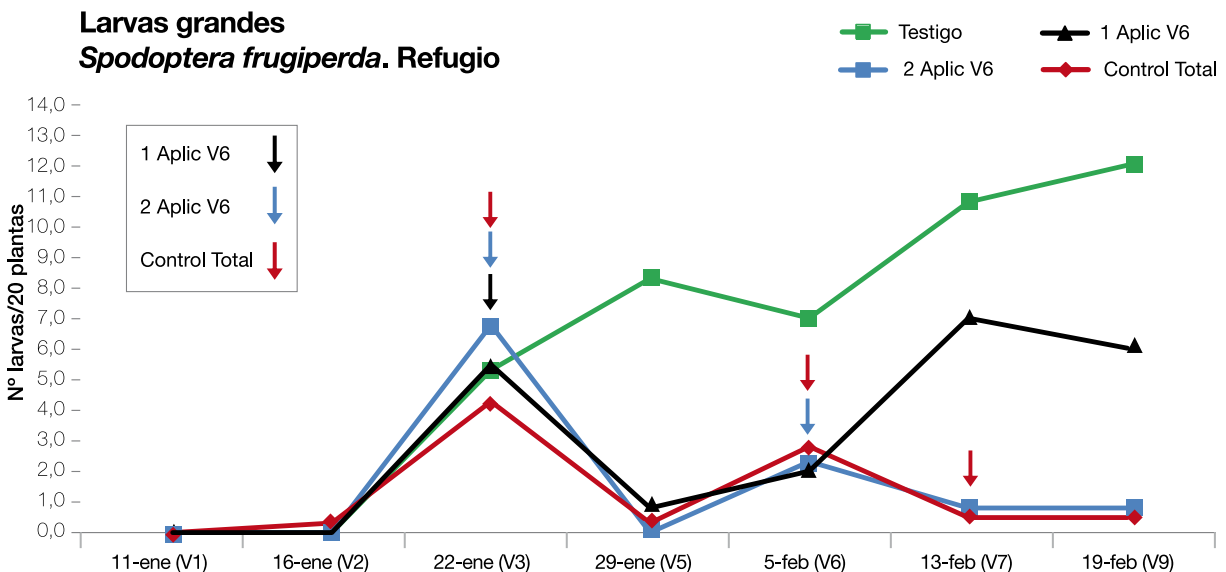


Figura 10. Número de larvas grandes de *Spodoptera frugiperda* en 20 plantas. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz refugio, campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

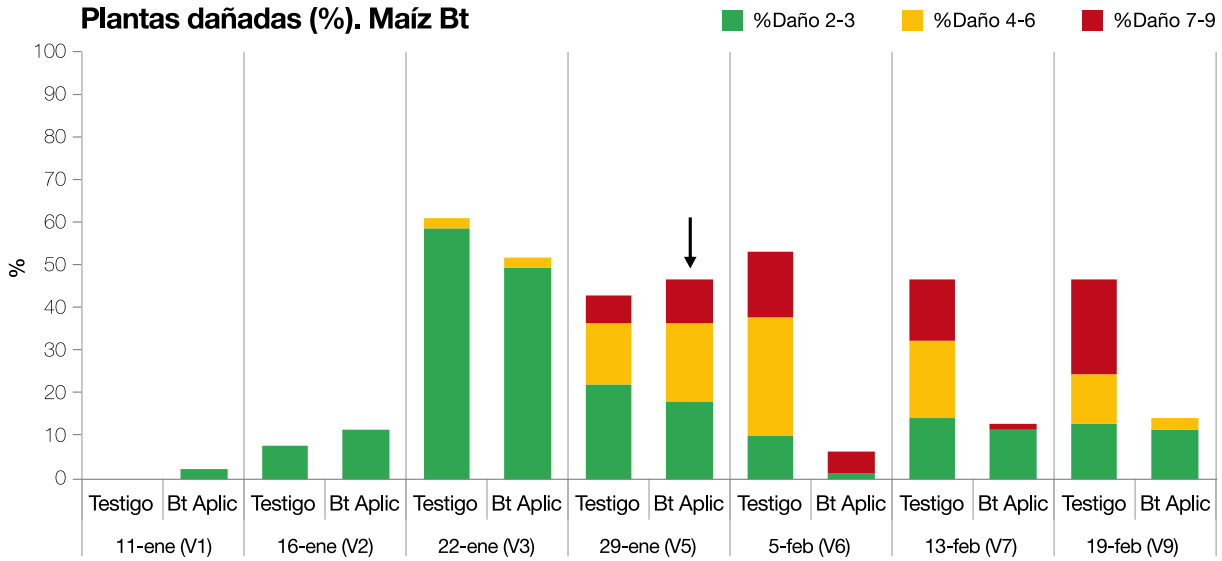


Figura 11. Porcentaje de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* y severidad de los daños según escala de Davis. Las flechas indican las aplicaciones de los insecticidas. Maíz Bt, campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

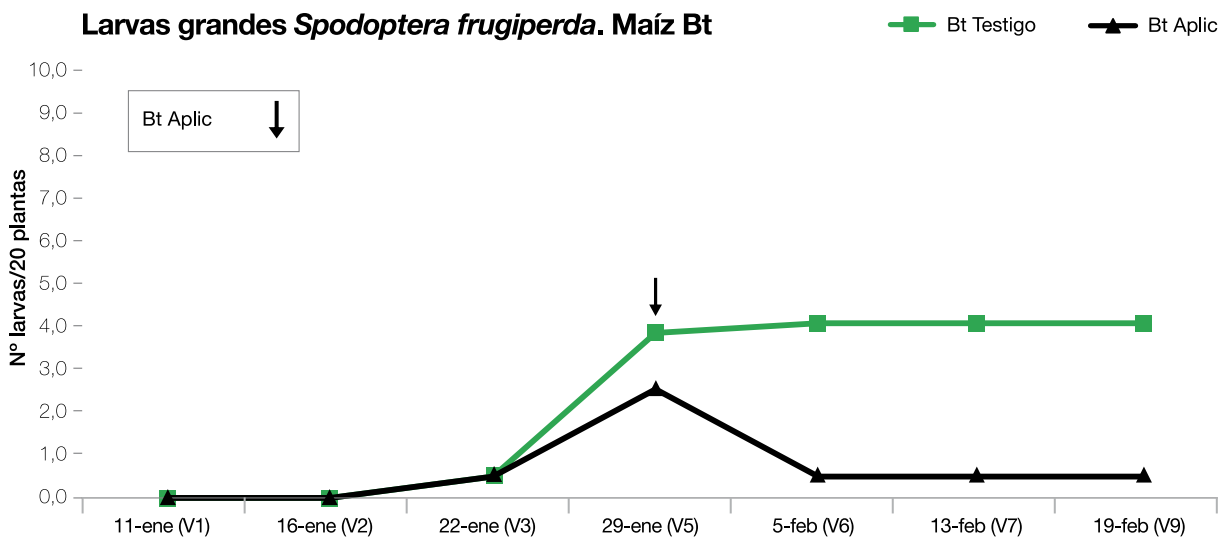


Figura 12. Número de larvas grandes de *Spodoptera frugiperda* en 20 plantas. La flecha indica la aplicación del insecticida. Maíz Bt, campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

la tercera aplicación de insecticida en este tratamiento (Tabla 4).

En el último muestreo, los tratamientos con dos y tres aplicaciones en el refugio (2 Aplic V6 y Control Total) y el maíz Bt Aplic, presentaron una incidencia y cantidad de orugas *S. frugiperda* sensiblemente menores en comparación a sus respectivos Testigos (Figura 9, 10, 11 y 12).

En la extracción de larvas grandes de *S. frugiperda* realizada el 22 de febrero, los tratamientos del refugio representados por el Testigo y 1 Aplic V6 tuvieron una

cantidad significativamente mayor en comparación al Control Total, situación que también se vio reflejada en la cantidad de adultos de *S. frugiperda* obtenidos, donde en el Control Total no hubo generación de la plaga (Tabla 4).

En el maíz Bt, el tratamiento aplicado (Bt Aplic), se diferenció estadísticamente del Testigo en la cantidad de orugas grandes de *S. frugiperda* colectadas y adultos generados (Tabla 5).

Al expresar la cantidad de adultos de *S. frugiperda* generados por unidad de superficie (Adultos/ha),



se observó en todas las estrategias del refugio un número sensiblemente menor en comparación al Bt Testigo, como se detalla en las Tablas 2 y 3. Esta situación condujo a que por cada adulto “resistente” de *S. frugiperda* en el Bt Testigo, se generasen menos de 0,5 un adulto “susceptible” en las estrategias del refugio (Figura 13).

El Bt Aplic. tuvo una cantidad de Adultos/ha, sensiblemente menor en comparación a las estrategias del refugio representadas por el Testigo y 1 Aplic V6, no así con respecto 2 Aplic V6 y al Control Total (Tabla 4 y 5). Debido a esto, por cada adulto “resistente” de *S. frugiperda* generado en el

maíz Bt Aplic se obtuvieron 4,2; 2,9 y 1,1 adultos “susceptibles” en el Testigo, 1 Aplic V6 y 2 Aplic V6 del refugio respectivamente (Figura 13).

En el refugio, 2 Aplic V6 y Control Total lograron rendimientos significativamente mayores en comparación al Testigo y 1 Aplic V6 (Figura 14). En el maíz Bt, no hubo diferencias de significancia en el rendimiento del Bt Testigo y Bt Aplic (Figura 14).

No se observaron diferencias significativas del rendimiento, al ponderar el rinde del Bt Aplic con las distintas estrategias adoptadas en el refugio (Figura 15).

Tabla 4. Número de larvas grandes y adultos de *Spodoptera frugiperda*/60 planta según tratamiento. Maíz refugio, campaña 2017/2018. *Adultos/ha: en el cálculo se consideró que el maíz refugio representa un 10% de la superficie. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Tratamientos	Larvas grandes/ 60 plantas	Adultos/ 60 plantas	*Adultos/ ha
Testigo	41,8 b	10,0 c	835
1 Aplic V6	26,8 b	6,5 bc	575
2 Aplic V6	9,0 a	2,5 ab	223
Control Total	3,5 a	0,0 a	0
p-valor	0,0006	0,0038	
DMS	15,5	4,9	

Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$).

Tabla 5. Número de larvas grandes y adultos de *Spodoptera frugiperda*/60 planta según tratamiento. Maíz Bt, campaña 2017/2018. *Adultos/ha: en el cálculo se consideró que el maíz Bt representa un 90% de la superficie. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

Tratamientos	Larvas grandes/ 60 plantas	Adultos/ 60 plantas	*Adultos/ ha
Bt Testigo	9,0 b	2,5 b	1875
Bt Aplic	0,8 a	0,3 a	198
p-valor	0,0002	0,0069	
DMS	2,5	1,4	

Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$).

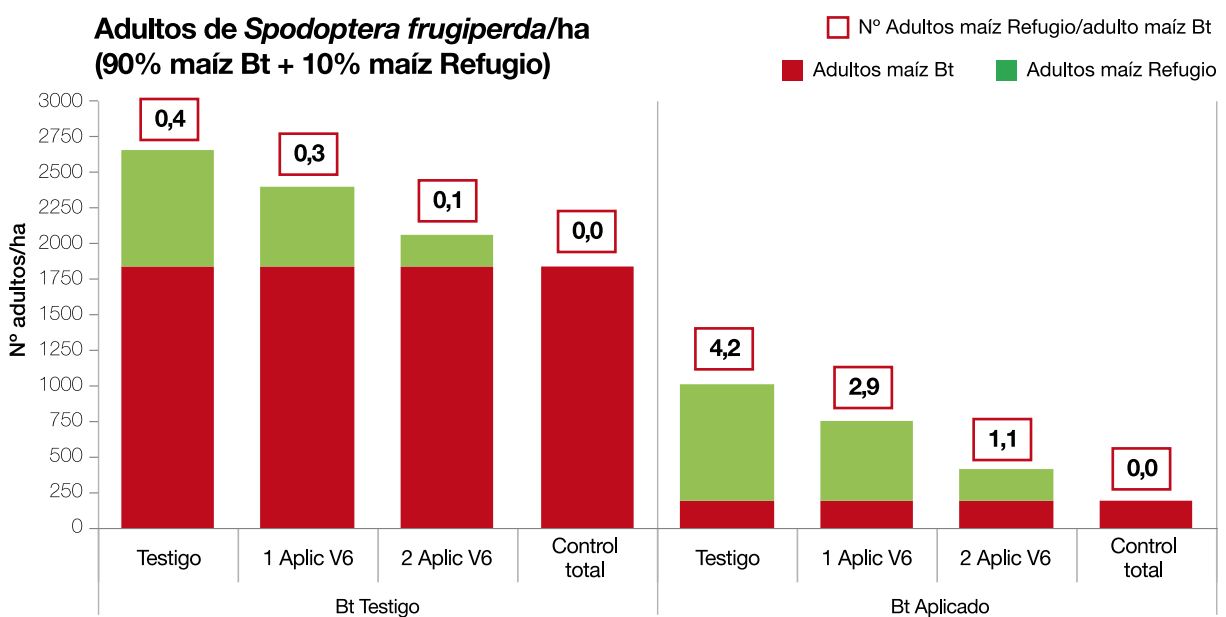


Figura 13. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* generados en las alternativas de refugio por cada adulto generados en el maíz Bt (Bt testigo y Bt aplicado), campaña 2017/2018. Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

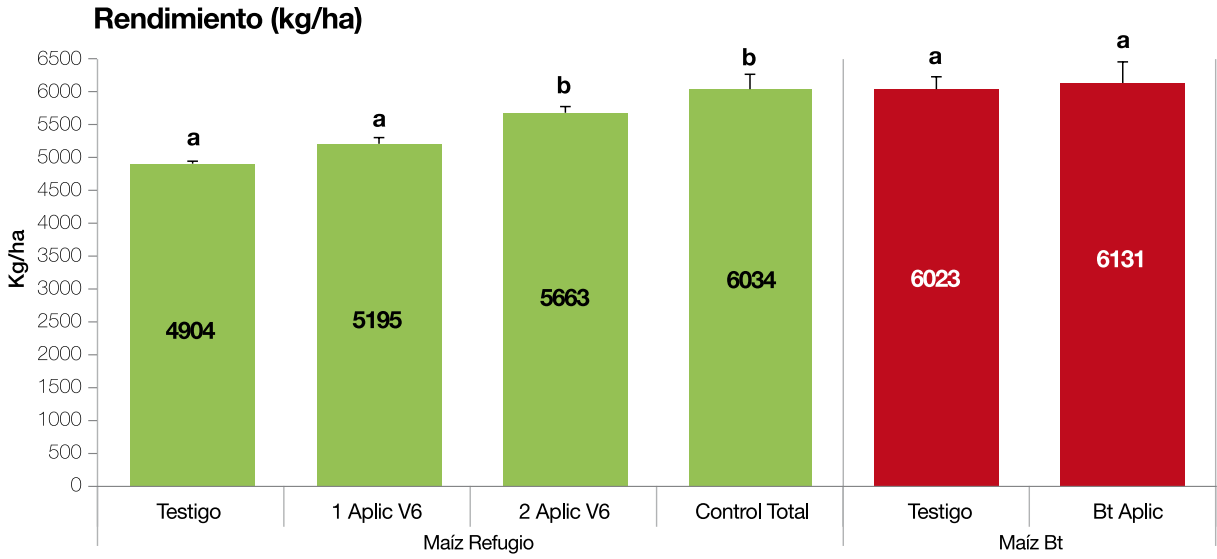


Figura 14. Rendimiento (kg/ha) según tratamiento del refugio y del maíz Bt, campaña 2017/2018. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Sección Zoología Agrícola. EEAOC.

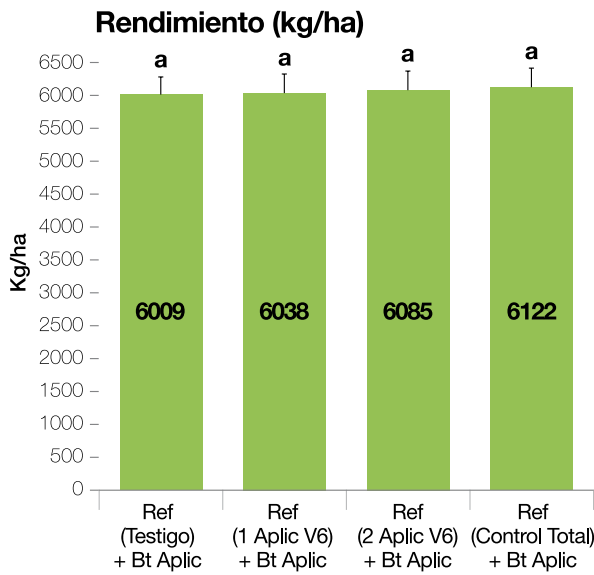


Figura 15. Rendimiento ponderado para cada estrategia. En la ponderación se consideró al maíz Bt aplicado con cada alternativa del refugio (90% maíz Bt + 10% maíz refugio), campaña 2017/2018. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Sección Zoología Agrícola. EEAOC.



Consideraciones finales

En ambas campañas *S. frugiperda* superó el UA establecido en la tecnología Bt, determinando la aplicación de insecticidas para su control.

En el refugio, un mayor número de aplicaciones para el control de *S. frugiperda* (Control Total), produjeron una notable reducción de los adultos generados de este lepidóptero; situación poco favorable, si consideramos que la función básica del área refugio es la generación de individuos susceptibles. En cambio, el empleo de insecticidas en el maíz Bt tuvo un impacto significativo al reducir notoriamente la cantidad de individuos “resistentes” de *S. frugiperda* generados en esta tecnología.

Las alternativas con dos o más aplicaciones de insecticidas en el refugio tuvieron rindes mayores en comparación a un refugio sin aplicar y al refugio con una sola aplicación. Estas diferencias no fueron significativas cuando se ponderó el rendimiento con el maíz Bt aplicado.

Si consideramos la función básica que debe cumplir un refugio y la reducción del impacto de la plaga sobre la productividad del cultivo, las estrategias más efectivas estuvieron representadas por la implementación de un refugio con un máximo de 2 aplicaciones de insecticidas hasta V6. Estas aplicaciones deben estar sustentadas en un esquema de monitoreo frecuente de *S. frugiperda* sobre el cultivo. Otro elemento de importancia, fue el control de *S. frugiperda* en el maíz Bt, si la ocurrencia de la plaga lo justificase. Este factor fue determinante por la notable reducción de las cantidades de individuos “resistentes” generados en dicha tecnología.

La tecnología Bt en maíz es una herramienta fundamental para el manejo de *S. frugiperda*, plaga clave del cultivo. El uso correcto de la misma implica como pilar fundamental la adopción de los refugios y de prácticas adecuadas para su manejo para que se asegure la generación de individuos susceptibles. Por ello, el manejo racional de *S. frugiperda* en dicha área es un elemento clave para preservar en el tiempo la tecnología Bt en el maíz.

Bibliografía citada

Aragón, J. 2002. Plagas del maíz y su control integrado. En: Guía Dekalb del cultivo de maíz. pp 118 – 132.

Davis, F., S. S. Ng and W. P. Williams 1992. Visual rating scale for screening whorl stage corn resistance to fall armyworm. Tech. Bull: 186. USDA. ARS. M.S. Univ.

IRAC Argentina. 2018. Momento de decisión por daño de gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en maíz. [En línea]. Disponible en <http://irac-argentina.org/momento-de-decision-por-dano-de-cogollero> (Revisado el 10-X-2018)

Programa MRI. 2018. Refugio. [En línea]. Disponible en <http://www.programamri.com.ar/refugio> (Revisado 13-X-2018).

Satorre, E. H. 2014. Manejo de Insectos en Maíz: Oportunidades y desafíos de la biotecnología para el manejo de *Diatraea saccharalis* (barrenador del tallo) y *Spodoptera frugiperda* (isoca del cogollo). [En línea]. Disponible en https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/AGRONOMIA/Informe_talleres_manejo_insectos_en_Maiz_Pioneer_2014.pdf (Revisado el 17-X-2016).

Ritchie, S. & J. J., Hanway. 1982. How a corn plant develops. Iowa State Univ. Technol. Spec. Rep., 48 p.

Trumper, E. V. 2014. Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades in-secticidas. Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. *Agriscientia*. 31 (2): 109-126.

Willink, E.; M. Costilla y V. Osoros. 1993. Daños, pérdidas y nivel de daño económico de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) en maíz. *Revista Industrial Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán*. 70 (1-2): 49-52.