



# Maíz Bt: Manejo de la resistencia del “gusano cogollero”

*Ing. Agr. Diego Szwarc - INTA EEA Reconquista*

A partir de 1998, la aprobación de maíces genéticamente modificados que sintetizan toxinas insecticidas derivadas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* - denominados maíces Bt - ha proporcionado una nueva táctica para el manejo del gusano cogollero. Las ventajas del maíz Bt, incluyen la disminución de la dependencia de insecticidas químicos, baja o nula exposición por parte de los trabajadores a tales insecticidas, conservación de los enemigos naturales, supresión de plagas a nivel regional e incremento o estabilidad de los rendimientos. Dentro de las desventajas se puede mencionar el alto costo de las semillas de maíz Bt, riesgo de cruzamiento con poblaciones silvestres y la evolución de la resistencia de las plagas. En este sentido, la eficacia de los cultivos que expresan toxinas Bt depende de la implementación de estrategias de manejo de resistencia de insectos (MRI).

Desde los inicios, la estrategia de refugio estructurado - porción del lote sembrado con maíz no Bt - ha sido el

principal enfoque utilizado en todo el mundo para retrasar la aparición de resistencia a los cultivos Bt. Esta estrategia se apoya en que los raros individuos resistentes que sobreviven en cultivos Bt se aparean con los abundantes individuos susceptibles provenientes de refugios cercanos o plantas sin toxinas Bt. La descendencia de dicho cruzamiento debería ser controlada por el cultivo Bt, retrasando considerablemente la evolución de la resistencia. En Argentina, se recomienda un área refugio de 10% de la superficie del lote con maíz no Bt y que sea de ciclo similar para mantener su eficiencia y facilitar su manejo.

En nuestro país, desde los primeros años el nivel de adopción de áreas refugios por parte de los productores que utilizan maíz Bt no estuvo en los niveles esperados. La implementación del refugio puede ser compleja y requiere decisiones adicionales sobre la elección de variedad o híbrido no Bt a utilizar. Sumado a esto, la percepción de pérdida económica debido al daño en

el refugio puede ser una de las razones de la falta de cumplimiento. Frente a esto, se aprobó en 2014 en el país una alternativa conocida como un “enfoque de refugio integrado” o “refugio en bolsa o ReB”. Con esta estrategia, los productores compran las semillas premezcladas y las siembran en sus campos, por lo tanto, el cumplimiento con el refugio ya no sería un problema.

Para el caso del refugio en bolsa, si las larvas se mueven entre plantas Bt y no Bt se pueden crear condiciones favorables para el desarrollo de la resistencia de las plagas. En este sentido, el movimiento de una larva desde una planta Bt a una no Bt luego de consumir una cantidad de tejido insuficiente puede provocar su muerte. O desde una planta no Bt a una Bt luego de adquirir mayor tamaño y, por lo tanto mayor tolerancia a las toxinas, puede acelerar la evolución de la resistencia. Por otra parte, el movimiento de larvas susceptibles desde una planta no Bt a una Bt puede provocar la muerte de éstos y por consiguiente una disminución en la producción de insectos adultos susceptibles en las plantas no Bt de un refugio en bolsa, lo que finalmente provoca una reducción en el tamaño efectivo del refugio.

Por esto, la propuesta fue estudiar el efecto de las toxinas expresadas en el maíz Bt sobre el comportamiento de larvas del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) para dimensionar hasta qué punto un refugio integrado puede aportar al manejo de la resistencia de esta plaga en el cultivo de maíz.

## DESARROLLO DEL TRABAJO

Se llevaron a cabo ensayos durante dos campañas agrícolas: 1 (2015/16) y 2 (2016/17) en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Reconquista. Se utilizaron parcelas de 45 plantas en 5 surcos a 0,52m (9 plantas/surco) de los híbridos de maíz KWS3720 VT Triple Pro (Bt) y 3800 (Convencional).

### Los tratamientos fueron:

- T1** Cultivo puro Bt. (Bt)
- T2** 1 planta no Bt (refugio) en el centro de la parcela rodeada de plantas Bt. (ReB)
- T3** Cultivo puro no Bt. (no Bt)
- T4** 1 planta Bt en el centro de la parcela rodeada de plantas no Bt. (ReB inv)

El diseño del experimento fue completamente aleatorizado con cinco repeticiones. Para evitar infestaciones naturales en las parcelas, se colocaron jaulas de estructura de hierro cubiertas con tela de tul (Foto 1). Cuando las plantas de maíz alcanzaron el estado fenológico V6, se procedió con la infestación de larvas recién nacidas en la 4ª hoja de la planta central de la parcela, se liberaron 160 ( $\pm 48$ ) larvas. Estas últimas fueron criadas en laboratorio bajo condiciones controladas, sobre dieta artificial.



Foto 1: Detalle de ensayo en condiciones semicontroladas (parcelas bajo jaulas)

**Luego de la liberación de las larvas se estimó:**

a) Índice de movimiento intraplanta: estimado a partir de la movilidad de las larvas en la planta sobre la cual fueron liberadas, a partir de observaciones cada 2 horas durante las primeras 8.

b) Índice de dispersión interplanta: para estimar la dispersión de las larvas en los distintos tratamientos. Mediante observaciones cada 2 días por 12 días.

c) Supervivencia: a partir del número de larvas encontradas en los distintos tratamientos en cada momento de muestreo.

**RESULTADOS**

La comparación del índice de movimiento intraplanta en maíces Bt y no Bt mostró que el movimiento de larvas fue 25% mayor en tecnología Bt. Si bien en la campaña 2 el movimiento fue mayor que en la campaña 1, las diferencias entre tratamientos se mantuvieron (Fig. 1). En cada campaña, el movimiento fue incrementándose a medida que transcurrían las horas desde la liberación, tanto en Bt como en no Bt (Fig. 2).

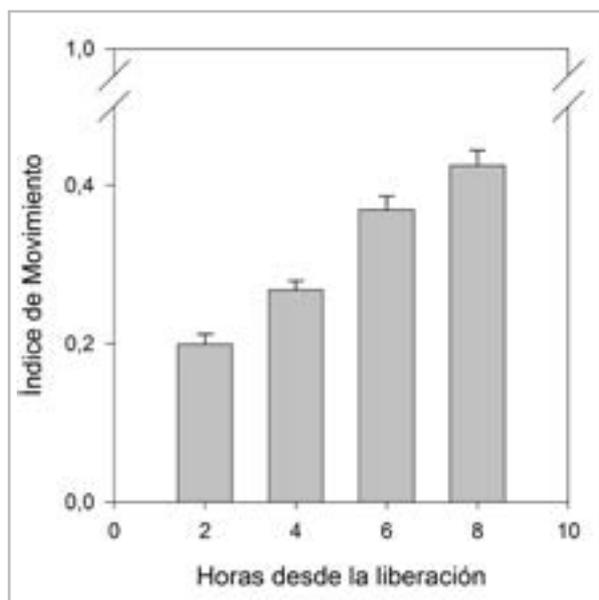


Figura 1: Índice de movimiento ( $\pm$  error estándar) de larvas de gusano cogollero en plantas con tecnología Bt y no Bt en (campaña 1: 2015/16; campaña 2: 2016/17).

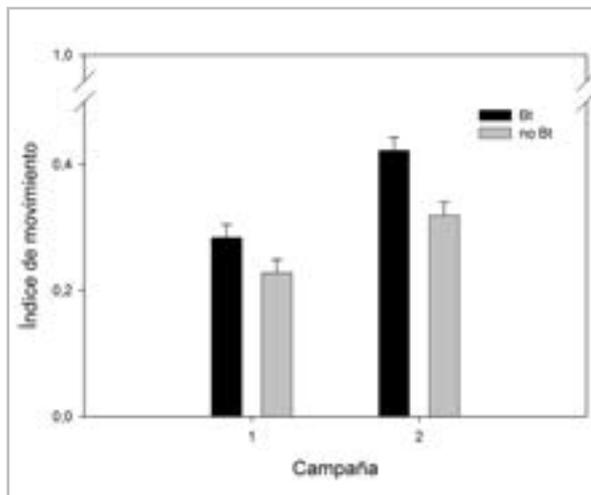


Figura 2: Índice de movimiento ( $\pm$  error estándar) de larvas de gusano cogollero a lo largo del tiempo en horas desde la liberación.

El índice de dispersión interplanta fue diferente entre tratamientos y mostró una variación diferencial en el tiempo para cada uno de ellos. En los tratamientos (4) ReB inv y (1) Bt las larvas se dispersaron inicialmente más rápido que en los demás tratamientos. En los tratamientos (3) no Bt y (4) ReB la dispersión inicial resultó más lenta que en los anteriores, en no Bt aumentó con el tiempo hasta alcanzar un máximo el día 10. En el tratamiento ReB el índice de dispersión fue constante durante el intervalo de tiempo analizado.

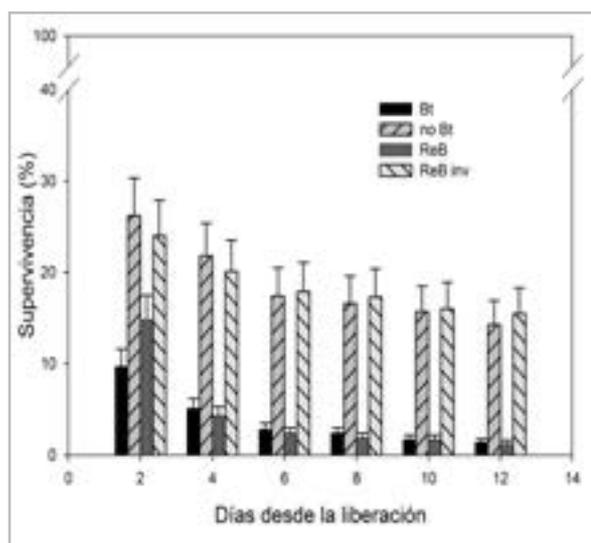


Figura 3: Supervivencia de larvas de gusano cogollero en función del tiempo desde su liberación en los tratamientos Bt, no Bt, ReB y ReB inv.

En cuanto a la supervivencia, se registraron diferencias significativas entre las diferentes configuraciones de refugio. Los tratamientos no Bt y ReB inv presentaron los mayores valores de supervivencia y no se diferenciaron entre sí; pero sí lo hicieron de los tratamientos ReB y

Bt (Fig. 3). En efecto, la relación entre no Bt y Bt en ambas campañas fue de 33,5 esto significa que en el tratamiento no Bt sobreviven más de 33 larvas por cada una que sobrevive en el tratamiento Bt.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en cuanto a índice de movimiento demuestran que la alimentación inicial de las larvas tiene influencia en su comportamiento. Por otro lado, los valores de índice de dispersión revelan una elevada capacidad de dispersión de larvas de esta plaga, comparada a otras como el barrenador del maíz (*Diatraea saccharalis*). Estos resultados, junto con otros antecedentes, indican que el gusano cogollero es capaz de detectar las toxinas Bt presentes en el maíz Bt y alterar de esta forma su comportamiento, en relación al movimiento y dispersión, dependiendo de la configuración de siembra.

La dispersión de larvas en un refugio en bolsa expone a los insectos a condiciones de dosis subletales de toxina. En esta situación los individuos con cierto grado de resistencia tienen ventaja respecto de los susceptibles, esto tiene efectos muy negativos en la evolución de resistencia. De esta forma, la implementación del refugio en bolsa en lugar del refugio estructurado para reducir la presión de selección podría, paradójicamente, incrementar la resistencia de la plaga.

