

**Utilización
de refugios para el**

**Barrenador del Tallo
en maíces Bt**

REFUGIO

MANEJO DE RESISTENCIA DE INSECTOS



CAMARA URUGUAYA
DE SEMILLAS

Av. Gral. Rondeau 1908 esc. 3 - 11.800 - Montevideo - Uruguay
Tel/Fax: (598 2) 929 0407 - info@cus.org.uy - www.cus.org.uy

Introducción

El Barrenador del Tallo, *Diatraea saccharalis*, es una de las plagas que ha cobrado relevancia en la producción de maíz. Las pérdidas provocadas por este insecto se estiman en un 7% de por daño directo y un 20% por quiebre de plantas, dependiendo del año y del nivel de ataque.

El desarrollo de los maíces Bt, que expresan en sus propios tejidos una proteína de acción insecticida contra el Barrenador del Tallo brinda mayor facilidad de control contra esta importante plaga.

Cuando una población de insectos es

sometida a una alta presión de control, como la ejercida por los maíces Bt, una pequeña fracción de los individuos más resistentes puede sobrevivir. Si estos insectos resistentes sólo se cruzaran entre sí, se podría generar a través del tiempo una población resistente.

Para que los beneficios de esta tecnología perduren, es necesaria la siembra dentro de cada cultivo de áreas de maíz no Bt (refugios), que permitan el desarrollo de un porcentaje de individuos susceptibles, evitando de este modo la posibilidad de desarrollo de resistencia.

En el marco actual en el que se desarrolla la agricultura, la incorporación y el mantenimiento de la tecnología a través de su correcto uso, es fundamental para mantener la competitividad de agro a nivel mundial.

Diatraea saccharalis

En nuestro país *Diatraea saccharalis* presenta tres a cuatro generaciones por año. Los adultos oviponen en el envés o en la parte superior de las hojas. Al nacer, las larvas se alimentan de las hojas de las plantas jóvenes o atacan el cogollo observándose pequeños orificios. En los casos de ataque de plantas jóvenes, las pérdidas son totales.

La incidencia de la segunda generación, durante los meses de Diciembre y Enero, puede ser muy alta, dependiendo de los años. Las larvas penetran en la zona próxima a las axilas de las hojas, entre las vainas y el tallo, alimentándose de la vaina y de la base de los entrenudos, formando galerías en los tallos, provocando el desprendimiento de hojas y el fácil quebrado de tallos ante intensas lluvias o vientos fuertes.

Aún en los casos en los cuales no existe quebrado, las perforaciones en la caña afectan la circulación de fotosintatos, agua y

nutrientes dentro de las plantas, afectando el llenado de granos y en consecuencia el rendimiento. Por otra parte, los daños producidos en los tejidos superficiales facilitan la entrada de patógenos.

Durante la tercera generación, en los meses de Febrero, Marzo y Abril, los daños son generalizados, atacando tanto el tallo como la espiga.

La última generación pasa el invierno como larva invernante bajo el nivel del suelo o protegida en la base de las plantas atacadas. Este comportamiento ha incrementado la incidencia debido al aumento del área de siembra directa.

Maíz Bt

Los híbridos de maíz Bt fueron mejorados mediante la introducción de un gen proveniente de una bacteria del suelo, *Bacillus thuringiensis*, utilizada tradicionalmente como insecticida orgánico por su producción de proteínas con capacidad insecticida.

Dentro de esta especie de bacteria, existen numerosas subespecies que producen diferentes proteínas que afectan a distintos géneros de insectos. Se han detectado más de 60 tipos distintos de estas proteínas.

Bacillus thuringiensis (Bt) es una bacteria con gran capacidad de esporulación y una amplia difusión a nivel mundial. Durante la esporulación, esta bacteria produce proteínas (llamadas proteínas Cry por su característica cristalina) que tienen efecto insecticida cuando son ingeridas por ciertos insectos.

El gen de *Bacillus thuringiensis* introducido en el genoma del maíz Bt es el que codifica la proteína Cry 1Ab. La introducción de este gen permite la producción de la proteína en los mismos tejidos de la planta.

La acción insecticida de esta proteína es altamente selectiva y efectúa un excelente

control de un estrecho rango de especies dentro del orden de los Lepidópteros.

Estas especies de Lepidópteros son susceptibles a la proteína debido a un sitio de unión específico en sus aparatos digestivos que la «reconocen» y le permiten ejercer su toxicidad.

En el medio alcalino del aparato digestivo de la larva, la proteína (pro-toxina) es activada por las enzimas, que la cortan liberando su parte tóxica. La proteína adherida a las membranas celulares, altera el equilibrio osmótico celular, causando la lisis de las células de la pared interior del tracto digestivo, lo que en pocos minutos paraliza su actividad. Si bien la larva muere a los pocos días, deja en minutos de alimentarse, frenando el daño en forma casi inmediata.

Sólo unas pocas especies de insectos poseen en su aparato digestivo las condiciones para que la proteína pueda ejercer su toxicidad, por lo tanto el resto de los organismos la digerirán del mismo modo que digieren cualquier otra proteína

Efectos del maíz Bt sobre insectos benéficos

Como se explicó anteriormente, para que se manifieste la toxicidad de la proteínas Bt, esta debe ser activada en el aparato digestivo del insecto, liberando la endotoxina, la cual se adherirá a un sitio específico de la pared del tracto digestivo y perforará sus células. Este sitio de unión se encuentra presente sólo en algunas especies de Lepidópteros, lo que da una altísima especificidad a la acción tóxica del maíz Bt. Por esta razón los cultivos Bt no poseen efectos tóxicos sobre organismos no

blanco.

Diversos estudios realizados a nivel internacional sobre cultivos de maíces Bt y no Bt, evidenciaron que no existen diferencias en el número total de insectos presentes, ni en grupos específicos como coleópteros, áfidos y abejas.

Contrariamente, los cultivos tratados con insecticidas convencionales, tuvieron un fuerte impacto sobre el número total de insectos, comparados con los cultivos testigo.

Debido a la toxicidad selectiva para algunos Lepidópteros, el maíz Bt colaborará en la preservación de poblaciones de insectos benéficos que pueden verse amenazados por el uso de insecticidas no selectivos.

Necesidad de un plan de manejo

Dentro de una población de *Diatraea saccharalis* existen, debido a la variabilidad natural de cualquier población de insectos, tanto individuos susceptibles como resistentes. Sin embargo, en una población normal de este insecto, la mayoría de los individuos son susceptibles a la proteína Bt debido tanto a la baja frecuencia de los genes resistentes, como a su carácter recesivo. Debido a la recesividad del carácter de resistencia, existen dos formas de individuos susceptibles: homocigotas (ss) y heterocigotas (sr).

Al aumentar la superficie sembrada con maíz Bt, y debido a la alta expresión de la proteína Cry1ab en sus tejidos, aumentará la población

de *Diatraea saccharalis* expuesta a la misma. Al igual que lo que sucede con la aplicación reiterada de altas dosis de insecticidas, cuando una población de insectos es sometida a una alta presión de control, sólo una pequeña fracción de los individuos más resistentes puede sobrevivir. Estas potenciales larvas sobrevivientes podrían completar su ciclo, cruzándose entre ellas y generando a través del tiempo una población resistente.

Para evitar la generación de poblaciones resistentes y la pérdida de eficiencia de control del maíz Bt, es necesario realizar un Manejo de Resistencia de Insectos (MRI).

¿En qué consiste el Manejo de Resistencia de Insectos?

El MRI está fundamentado en dos principios básicos: una alta dosis de la proteína que permita un efectivo control y la utilización de refugios.

El maíz Bt produce niveles muy altos de proteína Cry, eliminando las larvas susceptibles, tanto homocigotas (ss) como heterocigotas (sr) y permitiendo sólo la supervivencia de una pequeña porción de larvas resistentes (rr). Por esta razón es necesario asegurar de alguna manera una pequeña cantidad de individuos susceptibles que a través de su cruzamiento con

los potenciales supervivientes del cultivo Bt, restablezcan la frecuencia normal de individuos susceptibles/ resistentes.

El segundo principio del MRI es la utilización de refugios. Los refugios consisten en una porción del cultivo sembrado con maíz no Bt. El objetivo de estos refugios es precisamente, constituir la fuente de larvas susceptibles (al no estar expuestas a la proteína Bt las larvas podrán desarrollarse normalmente).

Conceptos a tener en cuenta para la siembra de refugios

- Los refugios deben ser sembrados con un maíz no Bt del mismo ciclo y en la misma fecha de siembra que el cultivo Bt.
- El 10% del cultivo debe destinarse al refugio.
- Los refugios deben sembrarse en bloque en uno de los márgenes del cultivo. Si el cultivo mide más de 1.500 mts. de lado, el refugio deberá sembrarse en el centro del mismo.
- El refugio no es una trampa, por lo cual su utilización no implica el sacrificio de esa porción del cultivo. El nivel de daño observado en los refugios dependerá del grado de ataque producido en la zona ese año, pero no existe ningún tipo de preferencia por parte de las hembras adultas por las plantas no protegidas para su oviposición, ya que no pueden distinguir entre ambas.
- No se debe realizar ninguna aplicación de insecticidas contra *Diatraea saccharalis* sobre el refugio, ya que su objetivo es generar suficiente cantidad de insectos susceptibles como para evitar la generación de resistencia.

Distribución del refugio en el cultivo

Chacra de menos de 1.500 mts de largo



Chacra de más de 1.500 mts de largo

