



COGOLLERO

(Spodoptera frugiperda)

EN EL CULTIVO DE MAÍZ



**BASES PARA SU MANEJO Y CONTROL
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

ISSN N° 2250-5350 (versión on-line)
Volumen X – Año 2019



Aapresid
rem
red de manejo de plagas



Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz

Bases para su manejo y control en sistemas de producción

Autores: Programa Manejo de Resistencia de Insectos (MRI) e IRAC Argentina

Agosto de 2019

Editora Responsable – REM – AAPRESID.

Dorrego 1639, piso 2, oficina 1, 2000, Rosario, Santa Fe, Argentina.

Advertencia

La información contenida en esta publicación está realizada con el mayor rigor científico posible, sobre la base de experimentos publicados y/o información brindada por los referentes consultados. Sin embargo, ni los autores ni la Institución asumen responsabilidad alguna acerca de riesgos o efectos, actuales o futuros que pudieran derivarse del uso o aplicación de su contenido.

Índice

Introducción	4
Biología y reconocimiento	5
Ciclo y dinámica de la plaga	5
Identificación	6
Huevos	6
Larvas	7
Pupas	8
Adultos	8
Tipo de daños	8
Manejo de la plaga	11
Biotecnología (materiales Bt)	11
Pautas de prevención y manejo de la resistencia	12
Siembra de refugio	12
Manejo cultural	13
Rotación de cultivos	13
Buen control de malezas y manejo de rastrojos	13
Buena implantación del cultivo	13
Monitoreo	14
Control químico	14
Recomendaciones para la elección de insecticidas	16
Calidad de aplicación	19
Resumiendo	21
Bibliografía consultada	22
Agradecimientos	22

» Introducción

El gusano cogollero u oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*) es una de las plagas más importantes del maíz en Argentina. Puede causar daños en cualquier estadio del cultivo, dependiendo de la fecha de siembra y región; actuando como cortadora en la implantación, como defoliadora dañando el cogollo en etapas vegetativas, incluso dañando el tallo como barrenadora en condiciones de sequía atacando la espiga en estadios reproductivos. La introducción, en 1998, de los maíces transgénicos con protección contra insectos (maíces Bt), en principio protegidos contra *Diatraea saccharalis*, y desde el 2005 también contra *Spodoptera frugiperda*, permitió la ampliación de la fecha y región de siembra de maíz en Argentina. Al producir sus propias proteínas insecticidas, los maíces Bt pueden ser utilizados en situaciones donde antes no era posible sembrar maíz por la alta presión de las plagas y la baja eficacia de los tratamientos de control disponibles. Al poder atrasar la fecha de siembra, los maíces Bt permiten aprovechar mejor la oferta hídrica y escapar a situaciones de estrés en el momento crítico, asegurando estabilidad en el rendimiento. En la actualidad, la superficie estimada bajo la modalidad de siembra tardía ronda el 50% del total de maíz*. La adopción de los maíces Bt resultó en una importante reducción de la cantidad de aplicaciones de insecticidas necesarias para el control de lepidópteros. Adicionalmen-

te, la tecnología Bt también otorga cierta protección en espiga y, al disminuir la proporción de granos dañados, reduce la presencia de micotoxinas, resultando en un maíz de mejor calidad que el convencional. Las proteínas Bt están presentes durante todo el ciclo del cultivo y, por lo tanto, ejercen presión de selección sobre la plaga. Como cualquier herramienta para el control de insectos, si se usan repetidamente sin el manejo adecuado tienen llevar a la selección de individuos resistentes. Este proceso ya ocurrió en el NE de San Luis con *Diatraea saccharalis* a las tecnologías VT3Pro® y Hérculex®I y en todo el país con *Spodoptera frugiperda* a la tecnología Hérculex®I, y ya se observan daños a campo en VT3Pro®. Estos casos de resistencia deben servir para concientizar sobre el riesgo de la pérdida de la tecnología Bt y todos sus beneficios asociados. Es necesario realizar un manejo proactivo de la resistencia, sembrando refugio y adoptando las demás buenas prácticas agrícolas, entre ellas el manejo integrado de plagas, para retrasar la selección y dispersión de la resistencia a nivel de lote y región. Un manejo integrado de plagas donde se combinen distintas estrategias contribuirá a retrasar la evolución de resistencia a las tecnologías de control.

* Según datos del Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires para la campaña 2017/18.

» Biología y reconocimiento

CICLO Y DINÁMICA DE LA PLAGA

Spodoptera frugiperda es nativa de regiones tropicales del hemisferio occidental. La duración de su ciclo de vida y, por lo tanto, del número de generaciones por campaña, está relacionado

directamente con la temperatura ambiente. Por eso, varía en cada región y momento del año pudiendo ser de 20-30 días en verano hasta 60 o incluso 90 días en invierno. En cada generación, el ciclo se divide en cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto (**Figura 1**).

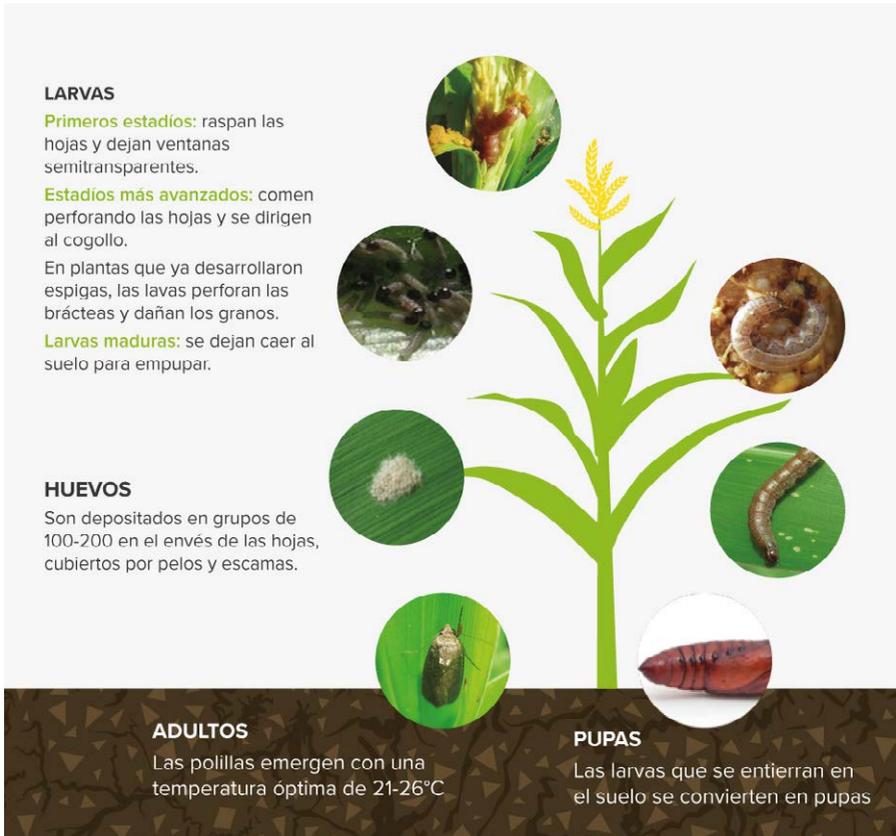


Figura 1

Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda* y daños causados en las distintas partes de la planta (Fuente: Programa MRI, Fotos: Corteva Agriscience Argentina)

Esta especie pasa el invierno en áreas del continente donde las temperaturas invernales son moderadas como Bolivia, Paraguay, Brasil y norte-centro de Argentina; donde puede sobrevivir inviernos leves en estado de pupa enterrada en el suelo. Los adultos tienen buena capacidad de vuelo, con lo cual las poblaciones pueden migrar anualmente desde áreas tropicales y subtropicales. Los patrones de clima, en cuanto a prevalencia de vientos desde el norte y avances de frentes fríos, juegan un rol importante en esta migración. Así, en nuestro territorio hay zonas subtropicales y templadas en el centro-norte que tienen aportes por infestaciones locales (pupas invernantes) como por migrantes, mientras que hacia el centro-sur de la zona agrícola argentina, donde las temperaturas son más bajas, las primeras infestaciones reciben un aporte mayoritario migratorio de las zonas más cálidas del país. Por lo tanto, los ambientes con mayor ries-

go de daño por *Spodoptera frugiperda* corresponden a la región norte del país (NOA y NEA) y al norte del área templada, especialmente en siembras tardías.

En Argentina, *Spodoptera frugiperda* usualmente completa 3 a 4 generaciones por año y cada hembra desova varias veces, pudiendo llegar a producir entre 500 y 2000 huevos.

IDENTIFICACIÓN

Los huevos son depositados en grupos, preferentemente en el envés de las hojas y están cubiertos por pelos y escamas. Originalmente son de color rosáceo claro, blancuzco, radialmente estriados, y luego se oscurecen previo a la eclosión (**Figura 2**).

Figura 2

Ovipostura de *Spodoptera frugiperda*
(Fuente: Corteva Agriscience Argentina)



Las larvas neonatas son muy activas, tienen cabeza grande y su color varía a medida que crecen (**Figura 3**). Al nacer son blanquecinas con cabeza negra y luego de alimentarse toman una tonalidad verde claro, para luego tornarse castañas. Las larvas tienen hábitos caníbales y solo sobreviven las más aptas o las que se mueven a otras plantas, por lo que generalmente se ve una sola larva por cogollo. Del tercer estadio en adelante, la cabeza tiene una tonalidad acaramelada o parda y se observan tres líneas longitudinales amarillentas en el dorso, que sigue siendo más oscuro que la parte ventral más clara y verdosa.

En estos estadios ya consumen la totalidad de la lámina, dejando los orificios característicos y se dirigen al cogollo buscando protegerse. Las larvas de últimos estadios tienen la cabeza negra o parda con una sutura muy característica en forma de “Y” invertida de color blanco y presentan cuatro puntos negros que forman un trapecio en cada segmento del dorso. En los laterales tienen una banda ancha oscura seguida de una clara. En estos estadios pueden moverse varios metros y es común observar movimiento dentro y desde fuera del cultivo. Las larvas son activas tanto de día como de noche.

Las larvas del último estadio pueden medir de 3,5 a 4 cm de largo. El estadio y tamaño de las mismas es clave para su control: cuanto más avanzadas están en el ciclo, más difíciles son de controlar con las tecnologías Bt o insecticidas químicos (**Figura 4**).



Figura 3
Larvas de *Spodoptera frugiperda*:
primeros estadios y estadios avanzados
(Fuente: CortevaAgriscience Argentina)

Cuando las larvas han completado su desarrollo se entierran superficialmente en el suelo (2-8 cm dependiendo del tipo de suelo) o quedan sobre los rastros, donde se transforman en pupas. Estas son originalmente de color verde claro, tornándose más tarde color marrón oscuro. Miden entre 1,4 y 2 cm de largo.

Los adultos son polillas de hábito nocturno que tienen 3-4cm de envergadura alar (**Figura 5**). Las alas anteriores de las hembras varían de color gris a pardo, con manchas y líneas muy difusas. Las del macho son color pardo con una banda amarillenta entre manchas oscuras y el tercio posterior más claro. En ambos sexos, las alas posteriores son de color blanquecino translúcido con una delgada línea castaña en su borde.

TIPO DE DAÑOS

La clave para un buen manejo de la plaga es saber identificar correctamente los daños causados. El daño de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz puede caracterizarse por corte de plantas, defoliación, perforaciones en tallos o daño en espigas, habiendo una marcada preferencia por los cogollos de plantas jóvenes. Las larvas pequeñas y medianas (desde emergidas hasta el segundo estadio) pueden raspar la epidermis de las hojas y causar defoliaciones leves (**Figura 6**), mientras que las de últimos estadios (del tercero en adelante) pueden cortar plantas de maíz pequeñas y causar defoliaciones de leves a severas o pueden alimentarse de tallos o espigas según el ciclo del cultivo.

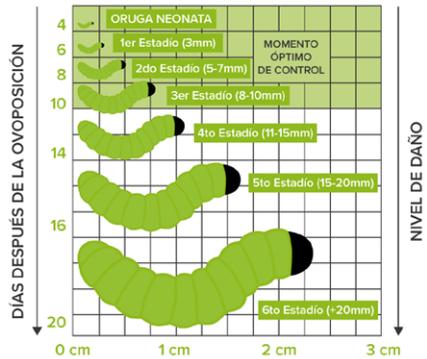


Figura 4
Estadios, tamaños, nivel de daño y momento óptimo de control de *Spodoptera frugiperda* (Fuente: Programa MRI).



Figura 5
Adultos de *Spodoptera frugiperda*. Izquierda: hembra. Derecha: macho. Fuente: Monsanto Argentina SRL

Para facilitar el registro del nivel de daño en hoja y cogollo se utiliza la escala de Davis (ver monitoreo).

Cuando la larva se introduce en el cogollo, produce perforaciones en las hojas enrolladas, las cuales al desplegarse presentan una línea de orificios transversales en la lámina (**Figura 7.1**). Este tipo de daño puede confundirse con el de la chinche de los cuernos (*Dichelops furcatus*), pero la diferencia es que generalmente los orificios producidos por esta última tienen un halo amarillento y las hojas se deforman por la saliva tóxica que inyecta la chinche al alimentarse (**Figura 7.2**). Otro tipo de daño que es importante no confundir con el de *Spodoptera frugiperda* es el causado por los adultos de *Diabrotica speciosa*, que producen lesiones con bordes irregulares en los márgenes de las hojas (**Figura 7.3**).



Figura 6
Daños causados por larvas de *Spodoptera frugiperda* en hojas. (Fuente: Corteva Agriscience Argentina)



7.1 Daño causado por *Spodoptera frugiperda* al desplegarse la hoja



7.2 Daño causado por *Dichelops furcatus*



7.3 Daño causado por adultos de *Diabrotica speciosa*

Figura 7 (1, 2 y 3)
Comparación de daño causado por *Spodoptera frugiperda* con aquellos con los que puede confundirse: daño causado por *Dichelops furcatus* y por adultos de *Diabrotica speciosa*.(Fuentes: Programa MRI y Monsanto Argentina SRL)

En campañas secas, *Spodoptera frugiperda* puede causar daños importantes en tallos, los cuales pueden confundirse con los de *Diatraea saccharalis*. Las principales diferencias entre ambos son que en el daño causado por *Spodoptera frugiperda* generalmente se ve el orificio de entrada y come a lo ancho de la caña. Por su parte en el daño causado por *Diatraea saccharalis* se observan orificios de entrada y las características galerías longitudinales (**Figura 8**).

Los daños en las espigas pueden ser causados por *Spodoptera frugiperda* y/o *Helicoverpa zea* (**Figura 9**). Las larvas de *Spodoptera frugiperda* causan daño en toda la longitud de la espiga, mientras que *Helicoverpa zea* daña solamente los granos que están en la punta.



Figura 9

Daño de larvas de *Spodoptera frugiperda* en espigas (izquierda), localizado en el centro de la espiga. Comparación con *Helicoverpa zea* (derecha) localizado en el ápice de la espiga. Fuente: Monsanto Argentina SRL



Figura 8

Daño de larvas de *Spodoptera frugiperda* en tallos (izquierda). Comparación con *Diatraea saccharalis* (derecha). Fuente: Monsanto Argentina SRL

» Manejo de la plaga

La planificación del cultivo es muy importante para el manejo de *Spodoptera frugiperda*, ya que el ataque de esta plaga está influido por el cultivo anterior, el manejo del barbecho, la presencia de malezas en el lote, la fecha de siembra y el material sembrado, entre otros factores.

BIOTECNOLOGÍA (MATERIALES BT)

La biotecnología es una herramienta de control muy valiosa para las zonas y fechas de siembra donde es esperable una alta presión de la plaga. Los maíces Bt han sido modificados mediante ingeniería genética para brindar protección

frente a ciertas plagas a través de la expresión, en sus tejidos, de proteínas insecticidas denominadas proteínas Bt. No todos los híbridos Bt tienen las mismas proteínas y cada proteína tiene su espectro de plagas blanco. *Spodoptera frugiperda* es considerada plaga blanco de las proteínas Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab y Vip3A. Es importante tener en cuenta esta información para la correcta elección de la tecnología de acuerdo a la fecha de siembra. La principal amenaza a los maíces Bt es el desarrollo y selección de resistencia de *Spodoptera frugiperda* a las proteínas que la controlan, como pasó con la proteína Cry1F (**Tabla 1**).

Nombre Comercial	Proteínas para control de lepidópteros	<i>Spodoptera frugiperda</i>
MG	Cry1Ab	no blanco
TD	Cry1Ab	no blanco
Herculex I	Cry1F	(X)
Intrasect	Cry1Ab, Cry1F	(X)
VT3PRO	Cry1A.105, Cry2Ab	X*
PowerCore	Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab	X*
Viptera3	Vip3A, Cry1Ab	X
Leptra	Cry1F, Cry1Ab, Vip3A	X
PowerCore Ultra	Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab, Vip3A	X

Tabla 1

Maíces Bt disponibles y estado de resistencia de *Spodoptera frugiperda*

Referencias:

(X) Resistencia declarada al Sistema de Vigilancia y Monitoreo (SINAVIMO) de SENASA

* Algunas fallas a campo

Los primeros maíces Bt para el control de cogollero expresaban sólo una proteína (Cry1F) y fueron rápidamente adoptados para siembras tardías y en el norte del país. La tendencia actual es apilar diferentes proteínas Bt para ampliar el espectro de control y contribuir a retrasar la selección de resistencia, ya que la evolución de la misma es más lenta cuantos más modos de acción actúen en conjunto.

> Pautas para el manejo de la resistencia

La resistencia de insectos es el resultado de la selección de individuos que presentan alguna diferencia natural que les permite sobrevivir a una o varias prácticas de control a las cuales la población era susceptible. Los individuos resistentes se encuentran inicialmente en muy baja proporción y, frente al uso repetido de una misma práctica de control, son seleccionados volviéndose predominantes en la población. La clave para retrasar el desarrollo de resistencia es manejar los factores que favorecen su selección y, así, mantener muy baja la frecuencia de individuos resistentes en la población.

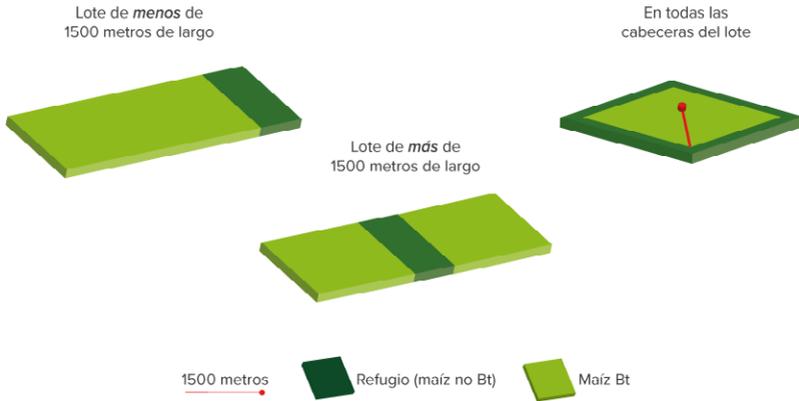
Los programas de manejo de resistencia de insectos (MRI) se enmarcan en el manejo integrado de plagas (MIP) y consisten en un conjunto de buenas prácticas agrícolas (BPA). La adopción de las prácticas de MRI recomendadas permitirá seguir aprovechando los beneficios de las tecnologías de control.

> Siembra de refugio

En el caso de usar híbridos Bt, es clave la siembra de refugio con un híbrido no-Bt de similar ciclo de madurez. El refugio es una herramienta imprescindible para mantener baja la frecuencia de individuos resistentes a las proteínas Bt en el lote porque provee adultos susceptibles para que se crucen con los resistentes seleccionados en la porción de maíz Bt. La descendencia de estos cruzamientos es controlada por la tecnología. Para manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz, el refugio debe sembrarse en un bloque del 10% de la superficie total del lote, en la misma fecha que la porción Bt y no debe haber más de 1.500 m entre una planta Bt y una de refugio (**Figura 10**). El refugio en bolsa (o integrado), donde las plantas no-Bt quedan distribuidas al azar en el lote, no sirve para retrasar la selección de resistencia de *Spodoptera frugiperda* a los híbridos Bt actuales, entre otras razones por la gran movilidad que tiene esta plaga.

Como la resistencia es una característica adquirida por determinadas poblaciones y no una característica inherente a la especie, puede haber poblaciones de cogollero resistentes a una determinada proteína Bt, mientras que otras poblaciones siguen siendo susceptibles a su control. La resistencia se selecciona en el lote, por eso es clave sembrar refugio para asegurar la sincronización de adultos susceptibles del refugio con los posibles resistentes de la porción Bt del lote. Adicionalmente, una adopción generali-

DISTRIBUCIÓN DEL REFUGIO EN EL LOTE PARA MAÍZ



zada de refugio contribuiría a retrasar la selección de resistencia a nivel regional.

Figura 10
Opciones de distribución del 10% de refugio en el lote de maíz

MANEJO CULTURAL

Rotación de cultivos: permite reducir la infestación inicial de la plaga cuando se usan cultivos no hospederos de *Spodoptera frugiperda*. También favorece el mantenimiento de las propiedades físicoquímicas del suelo que favorecerán la buena implantación y estado general del maíz.

Manejo de rastrojos: lograr un buen control de malezas e insectos al menos 30 días antes de la siembra es importante para evitar una población inicial elevada de la plaga. *Spodoptera frugiperda* es una plaga polífaga (tiene más de 80 especies hospederas) con marcada preferencia por las gramíneas. Así, las ma-

lezas de este tipo, como por ejemplo el sorgo de Alepo, son reservorio de la plaga a lo largo del año. Un buen barbecho reduce la población de larvas grandes, residentes en malezas y rastrojos, que puedan migrar al cultivo y causar daños en la etapa de implantación.

Hay que realizar monitoreo de lotes enmalezados en presiembra o preemergencia y si hay alta presión de *Spodoptera frugiperda* aplicar insecticidas para evitar que la plaga actúe como cortadora.

En los sistemas donde se incorporan cultivos de cobertura es importante monitorear insectos, tanto plaga como enemigos naturales, para evaluar la necesidad y con-

veniencia de un tratamiento químico antes de la implantación del cultivo de maíz.

Buena implantación del cultivo: la implantación rápida y vigorosa da como resultado lotes uniformes temporal y espacialmente, en mejores condiciones fisiológicas para enfrentar la presión de plagas. Para lograrlo debe asegurarse que tanto la humedad como la temperatura del suelo sean óptimas para la germinación. Pueden protegerse las semillas y/o las plántulas en sus primeros estadios mediante un adecuado tratamiento de semillas.

MONITOREO

El monitoreo del maíz, como de cualquier cultivo, debe realizarse durante todo el ciclo. En el caso de *Spodoptera frugiperda*, hay que estar atentos desde el barbecho hasta la cosecha por su capacidad de causar daño en cualquier etapa.

El monitoreo de adultos en forma temprana sirve como referencia de potenciales infestaciones a campo. Para *Spodoptera frugiperda* los métodos tradicionales de monitoreo de adultos como trampas de luz o feromonas no permiten correlacionar la abundancia de los mismos con larvas que producirán daños en el cultivo. Por lo tanto, deben implementarse otras alternativas de monitoreo como el seguimiento de daño en el lote.

Dado que el lote puede estar afectado en “manchones”, se recomienda identificar las áreas enmalezadas u otras zonas que puedan ser reservorio de la plaga para

realizar el monitoreo. Se debe monitorear desde presiembra hasta madurez fisiológica cada 7 días como mínimo. En condiciones de altas temperaturas y presión de plaga monitorear cada 4-5 días. Recordar que en zonas con temperaturas elevadas el crecimiento de las larvas es más rápido.

En cada visita se deben realizar 5 estaciones de muestreo cada 60 ha con el mismo manejo agronómico. Las estaciones deben distribuirse en forma de X, revisando al menos 50 plantas continuas en cada estación. Registrar el número de plantas afectadas (incidencia) y el nivel de daño foliar (severidad) según la escala de Davis (**Figura 11**). Cuando se siembran maíces Bt, el refugio y la porción Bt del lote deben monitorearse separadamente para poder realizar los controles en forma oportuna cuando se alcancen los umbrales recomendados.

CONTROL QUÍMICO

Las claves para el control de esta plaga son el monitoreo frecuente y el rápido accionar, antes de que las larvas ingresen al cogollo. Las larvas de estadios tempranos causan poco daño, generalmente raspado de hojas, y por su tamaño y ubicación son fácilmente controlables. El momento óptimo para el control químico es cuando las hojas presentan pequeñas lesiones circulares o alargadas de menos de 1,3 cm sin perforaciones de la membrana (daño 3 en la escala de Davis) y hay larvas vivas aún expuestas en las láminas (**Figura 12**). Las larvas más grandes suelen alojarse en el cogollo y no son alcanzadas por los insecticidas.

Daño Bajo



Daño Medio



Daño Alto



1	Lesiones mínimas en las hojas del cogollo
2	Pequeños agujeros y lesiones circulares
3	Pequeñas lesiones circulares y pocas lesiones alargadas <1,3 cm
4	Lesiones alargadas entre 1,3-2,5 cm en hojas del cogollo y en hojas desplegadas
5	Lesiones alargadas > 2,5 cm y pocos orificios pequeños a medianos, uniformes a irregulares
6	Lesiones alargadas > 2,5 cm con pocos orificios grandes
7	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños y varios orificios grandes
8	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños y muchos orificios grandes
9	Planta prácticamente destruida

Figura 11
Escala Davis de daños de larvas de *Spodoptera frugiperda* en hojas.

Los criterios de decisión para realizar una aplicación de insecticidas en el refugio y el maíz Bt son diferentes. Para el refugio, al igual que el maíz convencional, se recomienda aplicar insecticida cuando haya un 20 % de plantas con daño grado 3 (Davis), usando productos de baja persistencia y con un máximo de dos aplicaciones hasta V8. Para los híbridos de maíz Bt actuales se recomienda la aplicación con un 10-20% de plantas con daño grado 3 (Davis) utilizando productos de mayor persistencia y selectivos. No deben usarse insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* en el refugio o el maíz Bt.

Las aplicaciones posteriores al momento óptimo reducen significativamente la eficacia de los tratamientos, por eso no se recomiendan aplicaciones cuando el co-

gollo se encuentra con orificios y presencia de aserrín. Hay que tener en cuenta que las temperaturas elevadas y baja humedad favorecen el desarrollo de larvas y pueden acortar el tiempo de acción. Por otro lado, precipitaciones abundantes o alta humedad relativa durante la campaña pueden beneficiar la proliferación de controladores biológicos que controlan huevos y larvas de la plaga.

> Recomendaciones para la elección de insecticidas

Se recomienda rotar modos de acción entre ventanas de aplicación. Cada ventana dura 30 días, la cual refleja aproximadamente el tiempo generacional de la plaga. Por ejemplo, en el caso de haber iniciado el cultivo con semilla tratada, no



Figura 12

Daño Davis 3 ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. Las áreas comidas (“ventanitas”) no superan los 1,3 cm de longitud y no atraviesan completamente la lámina foliar. (Fuente: Monsanto Argentina SRL)

debe utilizarse un insecticida foliar con el mismo modo de acción en la próxima ventana de aplicación.

Los insecticidas disponibles para control de *Spodoptera frugiperda* se presentan en la **Tabla 2**, los cuales deben ser usados siguiendo estrictamente las recomendaciones del marbete de cada producto.

Al momento de elegir los insecticidas hay que considerar aquellos productos que tengan el menor impacto posible sobre la fauna benéfica.

> **Eficacia del control**

La eficacia de control que logran las aplicaciones de insecticidas puede variar entre 20 y 80% según las condiciones ambientales y el tamaño de las larvas que se desea controlar y por eso es tan importante el monitoreo frecuente. Recordemos que las larvas grandes (estadio L3 o superior) ingresan al cogollo, con lo cual son difíciles de controlar con insecticidas químicos. Por ello el momento adecuado para que el control sea eficaz es cuando las larvas son pequeñas y están expuestas en las hojas. Estas larvas pequeñas son las que producen daño hasta grado 3 en la escala de Davis, lo que determina el momento de control. Cuando se demora la aplicación de insecticida, el tratamiento pierde eficacia (*Figura 13*).

> **Calidad de la aplicación**

Es de suma importancia cuidar “el cómo” se aplican los insecticidas destinados al



Figura 13

El tratamiento con insecticidas a umbral (AU) controla la plaga y evita el daño alto. A medida que se retrasa el control, 4 y 8 días después de umbral (4D y 8D, respectivamente) el daño alto aumenta (Fuente: Benedit y col., 2018)

Grupo	Estadio larval	Rapidez de acción/ Persistencia	Ingrediente activo	Banda toxicológica
IGR Benzoilureas	L1- L2	Baja / Alta	Lufenuron	[Green]
			Novaluron	
			Teflubenzuron	[Blue]
			Triflumuron	[Green]
			Tiflubenzuron	[Green]
			Clorfluazuron	[Blue]
Diamidas	L1-L2	Alta/Alta	Clorantraniliprol	[Green]
			Flubendiamida	[Blue]
Spinosinas	L2 – L4	Alta/Alta	Spinosad	[Green]
	L1-L2		Spinetoram	
Piretroides	L1 – L5	Alta / Baja	Deltametrina	[Yellow]
			gammacialotrina	[Blue]
			Lambdacialotrina	[Yellow]
			Lambdacialotrina	
Pirroles	L1-L5	Alta/Alta	Clorfenapir	[Yellow]
Neonicotinoide +Piretroide (maíz dulce)	L1-L5	Alta/Baja	Imidaclopid+ BetaCyflutrina	[Yellow]
Avermectina + IGR	L1-L3		Benzoato de Emamectina+Lufenuron	[Yellow]

Tabla 2
Insecticidas recomendados para el control de *Spodoptera frugiperda* según estadio larval y persistencia.

control de *Spodoptera frugiperda*. Para esta plaga los controles con insecticidas foliares históricamente han sido poco eficientes, principalmente por el empleo de técnicas de aplicación inadecuadas que resultan en una baja calidad en la distribución de las gotas de pulverización sobre las hojas del maíz.

La correcta elección de la técnica y tecnología de aplicación puede determinar la acción o no de productos de comprobada eficiencia. Por lo tanto, el conocimiento e interpretación de los factores que intervienen en el proceso de aplicación se convierte en una necesidad vital. Como requisito básico para obtener una alta eficacia en las aplicaciones es necesario analizar cuál es el momento del ciclo biológico de los insectos en el cual son susceptibles a ser alcanzados por los insecticidas. Solo las larvas chicas (de los primeros estadios) de *Spodoptera frugiperda* son susceptibles a tomar contacto con los insecticidas de aplicación foliar, ya que a partir del tercer estadio se dirigen al interior del cogollo tornándose prácticamente imposible su control. Las larvas durante estos primeros tres estadios no presentan un patrón uniforme de consumo en la lámina de la hoja de maíz, como podemos observar en las **figuras 6 y 7**. Por lo tanto, para aumentar la probabilidad de que las larvas consuman donde se encuentran los depósitos de insecticida es necesario distribuir uniformemente las gotas pulverizadas en toda la lámina de la hoja.

La configuración adecuada del equipo se alcanza a través de la óptima combinación del tipo de boquilla, la presión

de trabajo y el volumen de aplicación. Estos factores son responsables de determinar el tamaño, la distribución y la cantidad de gotas pulverizadas y, por consecuencia, la cobertura del blanco requerido por la aplicación. El tamaño de gota a seleccionar depende de las condiciones ambientales en las cuales deben realizarse las aplicaciones y cómo se comportan los distintos tamaños de gota. En condiciones de baja intensidad de viento (menos de 10-11 km/h) se puede optar por un tamaño de gota de aproximadamente 200 μm de diámetro (unidad adoptada para la clasificación de la cantidad de gotas), que promueve una buena cobertura superficial. Un factor clave para realizar este tipo de aplicación es proteger las gotas de las condiciones ambientales que pueden disminuir su tamaño por evaporación. Esto se consigue con productos adyuvantes que retardan la evaporación permitiendo alcanzar el objetivo y mantener durante un tiempo suficiente la humedad necesaria para que el principio activo se fije e ingrese al tejido vegetal (**Figura 14**). A medida que la intensidad del viento se incrementa debemos ir aumentando el tamaño de las gotas producidas para evitar una deriva indeseada, buscando siempre aquellas combinaciones de boquilla y presión que proporcionen una buena uniformidad en la cobertura. En los casos en los que se necesite utilizar una aplicación de gota muy gruesa es común emplear boquillas destinadas para tal fin. En estos casos hay que prestar especial atención al correcto uso de las mismas para obtener una buena uniformidad de cobertura; por ejemplo,

cuando se utilizan de forma inadecuada boquillas de abanico plano con efecto Venturi (aire inducido), podemos obtener una baja cobertura de la superficie, distribución desuniforme y, como consecuencia, una incorrecta deposición del insecticida.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el volumen de aplicación. Es usual regular los equipos únicamente teniendo en cuenta el volumen de caldo a aplicar por hectárea (litros/hectárea). Actualmente, existe una demanda del sector productivo para reducir el volumen de caldo. A partir de menores volúmenes hay menos transporte de agua al campo y menor número de paradas para reabastecimiento del pulverizador y, por consiguiente, hay aumento de la capacidad operacional del equipo de aplicación y disminución de los costos de producción. Sin embargo, es común que se presenten dudas en cómo definirlo. En líneas generales, el volumen adecuado puede ser definido como la cantidad de caldo necesaria para proporcionar la máxima cobertura de gotas con el mínimo de escurrimiento, en función del equipo o técnica de pulverización utilizada, dentro de los marcos legales y regulatorios establecidos para cada principio activo.



Figura 14
Verificación de llegada al blanco para control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. Ejemplo de una aplicación de buena calidad. (Fuente: Ing. Agr. Mariano Luna)

» Resumiendo

La adopción de programas para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz implica un buen manejo del lote, incluyendo rotación de cultivos, correcta elección del híbrido de acuerdo a la fecha de siembra, buen control de malezas y tratamiento del rastrojo, siembra de refugio en el caso de usar híbridos Bt, buena implantación del cultivo, monitoreo periódico y control de la plaga cuando se alcancen los umbrales de daño recomendados (Figura 15).

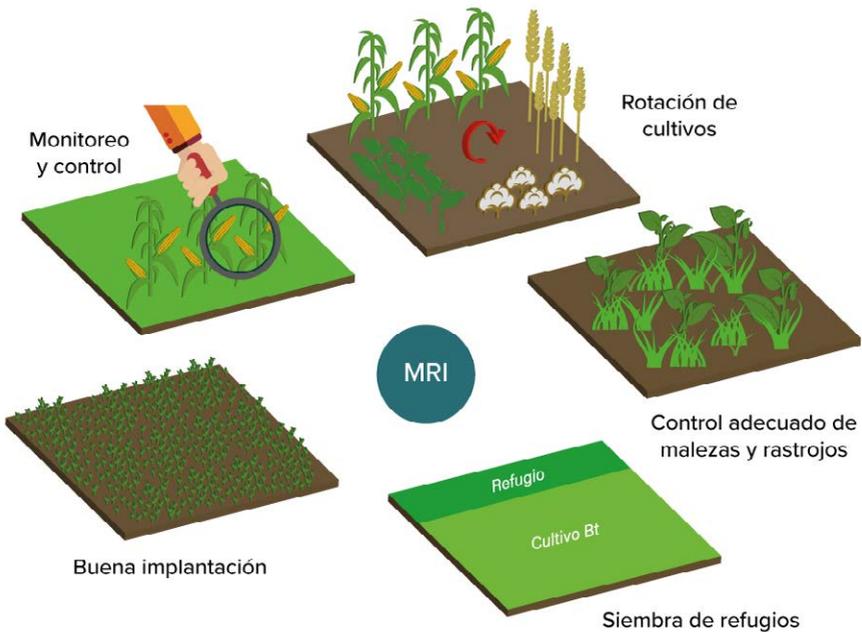


Figura 15
Recomendación de manejo de resistencia de insectos en cultivos Bt (Fuente: Programa MRI).

» Bibliografía consultada

- **Benedit, B.G; Ferreyra, J.M. y M.L. Ramos (2018).** *Manejo eficiente del refugio: evaluación de umbrales para el control de Spodoptera frugiperda.* AAPRESID, Revista Red de Evaluación de Maíz en Fechas de Siembra Tardía, Campaña 2017-2018. Disponible online en: <http://www.aapresid.org.ar/sistemachacras/revista-red-de-maiz-tardio-2017-2018/>
- **Galli, M.C., R.Gonzalez Russo, R. Etienot. (2015).** *Evaluación del daño ocasionado por el gusano cogollero, (Spodoptera frugiperda), en diferentes híbridos comerciales de maíz transgénicos en el Centro-Norte de Santa Fe.* www.monitoreodecultivos.com
- **Igarzábal, D., M.C. Galvez, M.C. Aldrey, R. Peralta, M.Mariani Ventura, J.L. Morre. 2016.** *Cogollero del maíz y otras orugas del género Spodoptera.* Edición Dupont. 129 págs.
- **IRAC Argentina. 2018.** *Recomendaciones para el manejo de plagas en maíz.* <http://irac-argentina.org/recomendaciones/>
- **Leiva, P.D. 2014.** *Oruga militar tardía Spodoptera frugiperda, una plaga de los maíces tardíos.* INTA, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_pergamino_oruga_militar_tarda_spodoptera_frugipe.pdf
- **Programa MRI, 2018.** *Cultivos Bt y manejo de resistencia de insectos: Preguntas y respuestas.* Segunda edición. 22 págs. http://www.programamri.com.ar/wp-content/uploads/MRI_QA-1.pdf
- **Urretabizkaya, N., A. Vasicek, E. Saini. 2010.** *Insectos perjudiciales de importancia agropecuaria: 1 Lepidópteros.* Buenos Aires, Ediciones INTA. 77 págs.

» Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Agr. Roberto Peralta y al Ing. Agr. Mariano Luna por sus valiosos aportes en la edición de la presente publicación.



www.aapresid.org.ar/rem



Aapresid
rem
red de manejo de plagas



MANEJO DE RESISTENCIA DE INSECTOS