



PIONEER®

MANUAL DE USO DE TECNOLOGÍA

PARA SIEMBRAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ QUE OFRECEN PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA PARA EL CONTROL DE LEPIDÓPTEROS PLAGA SUSCEPTIBLES Y/OTOLERANCIA A HERBICIDAS CON INGREDIENTES ACTIVOS GLIFOSATO Y/O GLUFOSINATO DE AMONIO.



PIONEER®



SEMILLA DE CORAZÓN
-REFORZADO CON TECNOLOGÍA-

Leptra®



MANUAL DE USO DE TECNOLOGÍA

PARA SIEMBRAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ QUE OFRECEN PROTECCIÓN COMPLEMENTARIA PARA EL CONTROL DE LEPIDÓPTEROS PLAGA SUSCEPTIBLES Y/O TOLERANCIA A HERBICIDAS CON INGREDIENTES ACTIVOS GLIFOSATO Y/O GLUFOSINATO DE AMONIO.

Leptra®

Agrisure Viptera®



LIBERTY
LINK®



POWERCORE®

ÍNDICE

VISIÓN GENERAL	5
COEXISTENCIA	6
MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS PROTEÍNAS INSECTICIDAS PRESENTES EN HÍBRIDOS MARCA PIONEER	7
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)	10
MANEJO DE RESISTENCIA EN INSECTOS (MRI)	16
LAS MEJORES PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS	21
RESUMEN - PROGRAMA SUGERIDO DE CONTROL EN CAMPO	26
PLAN DE MANEJO, BIOSEGURIDAD Y SEGUIMIENTO PARA SIEMBRAS CONTROLADAS DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO	28










VISIÓN GENERAL

Bacillus thuringiensis (Bt) es una bacteria común del suelo que produce proteínas de actividad insecticida para el control de insectos del orden Lepidoptera, Diptera y Coleoptera. Los insecticidas a base de *Bt* están disponibles en el mercado hace por lo menos 80 años, para la protección de los cultivos.

Después de un largo periodo de uso de las proteínas *Bt* en productos formulados, a partir de la década de 1980, los genes responsables de la producción de esas proteínas fueron aislados e introducidos con éxito en plantas de interés agronómico como maíz, soya y algodón. El maíz *Bt* fue aprobado para uso comercial por primera vez en Estados Unidos a mediados de la década de 1990. En Colombia, la liberación comercial fue en 2007.

En comparación con los productos formulados a base de *Bt*, las plantas transgénicas que expresan estas proteínas tienen la ventaja de presentar mayor protección contra daños causados por insectos plaga durante todo el ciclo del cultivo.

Los híbridos de la marca Pioneer®, comercializados en Colombia, contienen las tecnologías Leptra® (VYHR), Herculex® I x Roundup Ready® Maíz 2 (HR), PowerCore® (PW) y Roundup Ready® Maíz 2 (RR2), los cuales tienen las siguientes características:

    	<p>Híbridos Leptra® (VYHR): tiene la tecnología Leptra® que provee un espectro de control de ciertos insectos susceptibles del orden Lepidóptera, además le confieren tolerancia a la acción de herbicidas con ingrediente activo glufosinato de amonio o glifosato.</p>
	<p>Híbridos PowerCore® (PW): tiene la tecnología Herculex® y RR2 que provee un espectro de control de ciertos insectos susceptibles del orden Lepidóptera, además le confieren tolerancia a la acción de herbicidas con ingrediente activo glufosinato de amonio o glifosato.</p>
 	<p>Híbridos Herculex® I x Roundup Ready® Maíz 2 (HR): tiene la tecnología Herculex® y RR2 que provee un espectro de control de ciertos insectos susceptibles del orden Lepidóptera, además le confieren tolerancia a la acción de herbicidas con ingrediente activo glufosinato de amonio o glifosato.</p>
	<p>Híbridos (RR2): contienen la tecnología RR2 que le confiere resistencia a la acción del herbicida Glifosato.</p>

Los híbridos de maíz con tecnología que contienen genes *Bt* producen proteínas activas, las cuales han demostrado ser parte del manejo integrado de plagas (MIP); proteínas como Cry1F, Cry1Ab, Cry1A.105, Cry2Ab2 y Vip3Aa20 proporcionan protección complementaria para el control de ciertos insectos susceptibles del orden Lepidoptera.

En Colombia, la autoridad nacional competente ha evaluado la inocuidad de estas tecnologías para consumo humano y animal.

Para el uso correcto de las tecnologías en los híbridos Pioneer, se requiere firmar un Acuerdo de Uso de Tecnología - TUA (abreviación del nombre en inglés Technology Use Agreement -TUA-) antes de realizar la siembra; también deberá leer el presente Manual de Uso de la Tecnología - PUG (abreviación del nombre en inglés Product Use Guideline - PUG-) y seguir las recomendaciones aquí descritas.

Además, debe seguir lo estipulado en la Resolución ICA 072221 de 2020 "Por medio de la cual se implementa el plan de bioseguridad y seguimiento para siembras comerciales de cultivos genéticamente modificados con resistencia a plagas objetivo de la tecnología y/o tolerancia a la aplicación de herbicidas".

COEXISTENCIA

El término coexistencia se refiere a diferentes individuos o sistemas conviviendo juntos al mismo tiempo y en el mismo lugar. En el contexto agrícola, la coexistencia se refiere a que distintos sistemas de producción agrícola convivan y puedan ser empleados sin exclusión; esto es, de una manera económica, social y ambientalmente sustentable: cultivos convencionales, cultivos desarrollados mediante la biotecnología, los cultivos orgánicos, etc. La coexistencia de los diferentes sistemas de producción agrícola y de las cadenas de suministro no es un asunto nuevo. Los diferentes sistemas agrícolas han coexistido exitosamente alrededor del mundo durante muchos años. Desde hace décadas se han establecido prácticas formales, las cuales evolucionan continuamente para poder, por ejemplo, entregar semillas de alta pureza y grano con el fin de apoyar la producción, la distribución y el comercio de los productos obtenidos por

los diferentes sistemas agrícolas. Esto es claro en la producción del maíz común, la de maíz dulce y la de maíz palomero, que se han llevado a cabo con éxito en predios de la misma región durante muchos años. El continuo éxito de las estrategias de convivencia ha dependido de la cooperación, la comunicación, la flexibilidad y el respeto mutuo para cada sistema de cultivo y entre los productores que utilizan los diferentes sistemas. Con los años, los productores han conservado la identidad de los cultivos mediante la innovación en la agricultura, el uso de nuevas prácticas agrícolas de manejo y nuevas tecnologías, entre otras razones.

MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS PROTEÍNAS INSECTICIDAS PRESENTES EN LOS HÍBRIDOS MARCA PIONEER

Cuando las pequeñas larvas de las plagas objetivo de la tecnología tratan de penetrar la planta de maíz, estas ingieren las proteínas *Bt* junto con el tejido de la planta. Una vez ingeridas las proteínas, las enzimas digestivas de las larvas activan la forma tóxica de la proteína, que causa la muerte de insectos susceptibles.

El mecanismo de acción de las proteínas Cry1F, Cry1Ab, Cry1A.105, Cry2Ab2 y Vip3Aa20 es similar al efecto de otras proteínas insecticidas *Bt*.

Todas las proteínas *Bt* (Cry1, Cry2 y Vip) deben ser ingeridas por la plaga objetivo para su control. Tales proteínas, también denominadas endotoxinas, actúan por la unión selectiva a sitios específicos localizados en la membrana del intestino medio de las larvas del lepidóptero susceptible.

Después de la unión se forman poros que causan flujo de iones en el intestino medio, lo que causa la parálisis del intestino y, en consecuencia, la muerte de la larva (figura 1). La proteína Vip3Aa20 también actúa en el sistema digestivo de la larva, pero en un sitio diferente en comparación con las proteínas Cry.

Hay varios tipos de proteínas *Bt* con diferentes grados de eficacia contra los insectos objetivo que se derivan de la existencia de enlaces específicos de estas proteínas. Por otro lado, como no existen sitios de conexión para las delta-endotoxinas de *Bt* en la superficie de las células intestinales de mamíferos (animales y humanos), esos organismos no son susceptibles a dichas proteínas.

Así, estas son seguras para los seres humanos y los animales, además de tener un bajo impacto para los enemigos naturales y otros organismos benéficos.

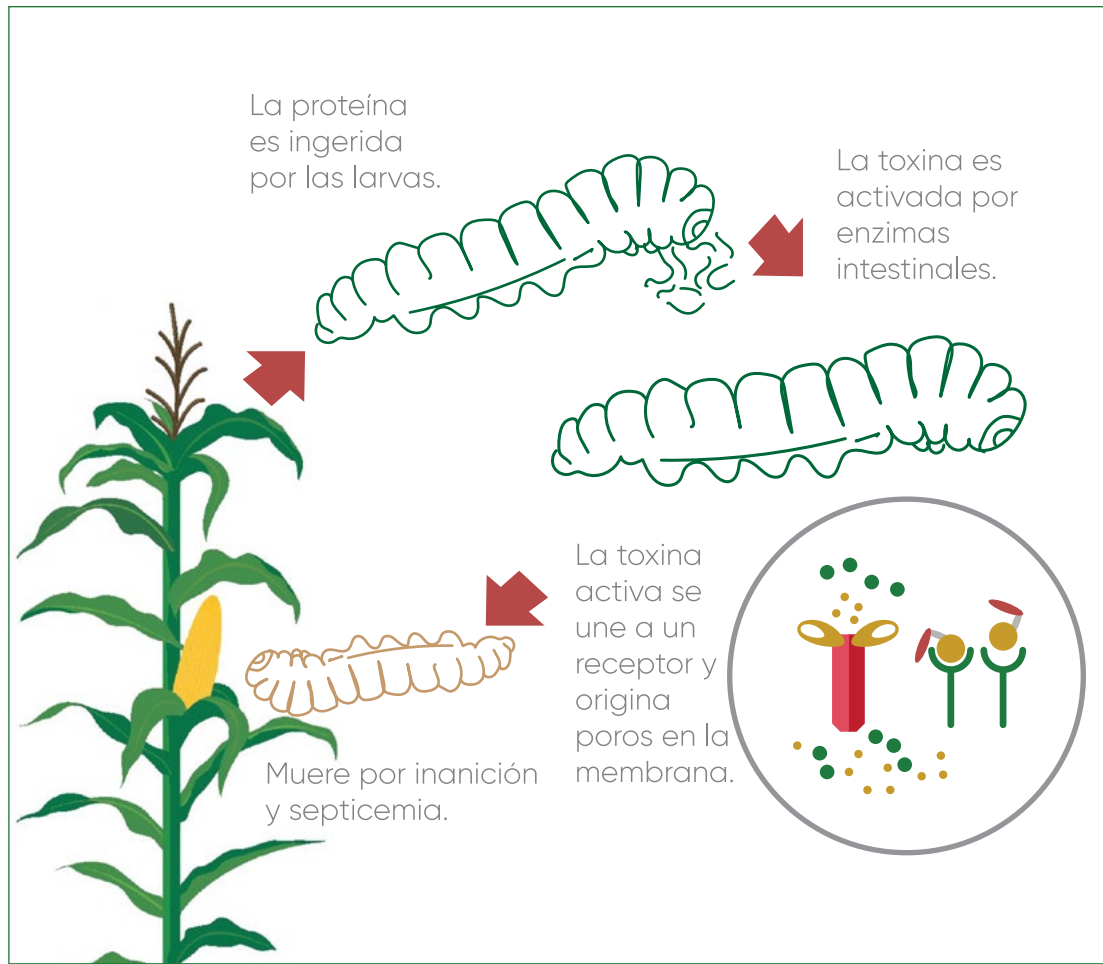


Figura 1. Acción de las proteínas Bt en el sistema digestivo de las larvas de lepidópteros susceptibles

ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Las proteínas Cry1F, Cry1Ab, Cry1A.105, Cry2Ab2 y Vip3Aa20 son específicas para poblaciones susceptibles de larvas de algunas especies lepidópteras consideradas plagas objetivo (figura 2), incluyendo la principal plaga del cultivo del maíz: *Spodoptera frugiperda*. Cuando no son controlados, estos insectos pueden causar daños significativos al cultivo del maíz y reducir la producción.

		
<p>Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)</p>	<p>Barrenador del Tallo (<i>Diatraea saccharalis</i>)</p>	<p>Gusano de la Mazorca (<i>Helicoverpa zea</i>)</p>

Figura 2. Plagas objetivo de las tecnologías

Las proteínas insecticidas en los híbridos Leptra® (Cry1F, Cry1Ab y Vip3Aa20), híbridos Herculex® I (Cry1F) e híbridos PowerCore® (Cry1F, Cry1A.105 y Cry2Ab2) se expresan durante todas las fases de desarrollo de la planta de maíz, lo cual permite que los híbridos expresen su potencial genético de rendimiento.

Los datos disponibles en literatura demuestran que los híbridos de maíz que expresan las toxinas Cry y Vip son menos vulnerables a daños en la espiga, pues presentan reducción de daños causados por insectos y hongos que penetran en partes de la espiga dañadas por insectos, lo cual aumenta la calidad del grano para alimentación humana y animal.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

El manejo integrado de plagas (MIP) es el fundamento en el cual se deben basar las decisiones para el control de plagas en cualquier cultivo agrícola. La tecnología *Bt* es una herramienta más dentro del MIP y del cultivo; se deben integrar estrategias, tácticas y herramientas para mantener las plagas por debajo de un nivel de daño.



Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

- Una de las principales plagas del maíz.
- El clima cálido y seco reduce el ciclo de la larva.
- Ciclo de 30-50 días y de 3-5 generaciones antes de la maduración de la espiga.
- Ataca desde el establecimiento como trozador, en los estados vegetativo y reproductivo.



Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*)

- Ataca el tallo, donde forma túneles barrenados.
- La planta atacada "se quiebra fácilmente".
- Puede atacar la mazorca.



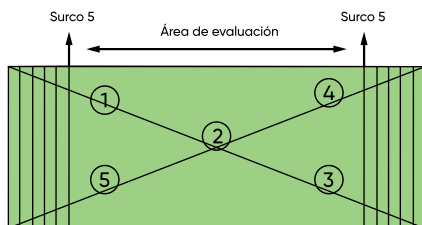
Gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*)

- Oviposita en el estilo-estigma (pelo) del maíz.
- La larva recién eclosionada (neonata) se alimenta del estilo-estigma del maíz.
- El ataque ocurre por la punta de la espiga.

MONITOREO DE CULTIVOS DE MAÍZ CON TECNOLOGÍA LEPTRA® , POWERCORE® Y HERCULEX® I:

La base de un buen MIP se fundamenta en el monitoreo constante del cultivo, y se aplica a áreas tanto *Bt* como refugio. Monitorear constantemente el cultivo permite la detección temprana de ataque/daño de plagas.

Se recomienda hacer el monitoreo del campo en forma de 5 de oros (figura 3) evaluando el porcentaje y la severidad del daño. Algunas recomendaciones para esta actividad son:



- Evite hacer el monitoreo en las orillas; entre por lo menos 20 m hacia el centro del campo.
- Haga monitoreo representativo evitando ser atraído hacia ciertas áreas.
- Una vez haya determinado sus 5 sitios de monitoreo, seleccione 20 plantas de cada sitio y determine el daño.
- Marque el área monitoreada, para el siguiente monitoreo.

Figura 3. Instrucciones de monitoreo en campo.

Si hay duda al identificar el tipo de plaga en el cultivo, se recomienda consultar a su representante de ventas.

¿Qué buscar en el monitoreo de cultivos de maíz con tecnología Leptra®, PowerCore® y Herculex®I?

- Identificación de la plaga que está ocasionando daño.
- ¿El daño es ocasionado por una plaga objetivo, o no?
- Estadio de crecimiento larvario.
- Larva: ¿viva o muerta?
- Procedencia de la plaga (cultivo hospedero en bordes o dentro del cultivo-malezas), migración o posturas.

- Hábito de ataque: foliar, cortador o barrenador.
- Nivel de daño en el porcentaje ocasionado por la plaga objetivo:
 - Incidencia del daño ocasionado por la plaga objetivo (porcentaje de plantas dañadas).
 - Nivel de daño ocasionado por la plaga objetivo (score según la escala de Davis para *Spodoptera frugiperda*).

Nota: se deberá tomar en consideración que la plaga puede provenir por migración desde otros hospederos; por ejemplo, tras la aplicación de herbicidas para control de malezas dentro del cultivo. El tamaño de la larva es un dato muy importante. Realice un Manejo Integrado de Plagas antes de realizar una aplicación de herbicida, monitoree toda el área, a fin de definir si junto con el herbicida es necesario aplicar un insecticida para controlar las plagas presentes en la maleza.

De acuerdo con el muestreo, se determinan el nivel y la incidencia del daño en las plantas de maíz. Si la intensidad del ataque de la plaga alcanza el umbral determinado, se deben adoptar medidas para reducir la población de ese insecto plaga mediante el uso de insecticidas.

USO DE INSECTICIDAS

Los insecticidas pueden y deben ser utilizados para el control complementario de los insectos en el lote de maíz Bt o en el refugio, cuando se alcanza el nivel de daño determinado.

Las aplicaciones de insecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) deben realizarse cuando se alcanzan los siguientes umbrales de daño:

- **Leptra®:** 4 % de las plantas con daño medio de la Escala Davis.
- **Herculex® y PowerCore®:** 10 % de las plantas con daño medio de la Escala Davis.
- **Refugio:** 20 % de plantas con daño medio de la Escala Davis (máximo, 2 aplicaciones hasta V6); sin aplicación después de V6.

Daño medio Escala Davis			
	Varias** lesiones alargadas de pequeñas a medianas, de 1,3-2,5 cm, en algunos cogollos y hojas abiertas.	Varias lesiones alargadas grandes, < 2,5 cm de largo en algunos cogollos y hojas abiertas, o algunos agujeros de pequeños a medianos, de forma uniforme a irregular (membrana base consumida), comidos desde el cogollo u hojas abiertas.	Varias lesiones alargadas grandes en varios cogollos y hojas abiertas, o varios agujeros grandes de forma uniforme a irregular, comidos desde el cogollo y hojas abiertas.
	4 ** Varias = 4 – 7	5	6

Nota: si alcanza alguno de los porcentajes de daño arriba indicados para híbridos de maíz con tecnología Herculex® I, PowerCore®, Leptra® o refugio, contacte a un representante comercial de los productos marca Pioneer® o a su distribuidor regional, para verificar la necesidad de aplicación de insecticidas.

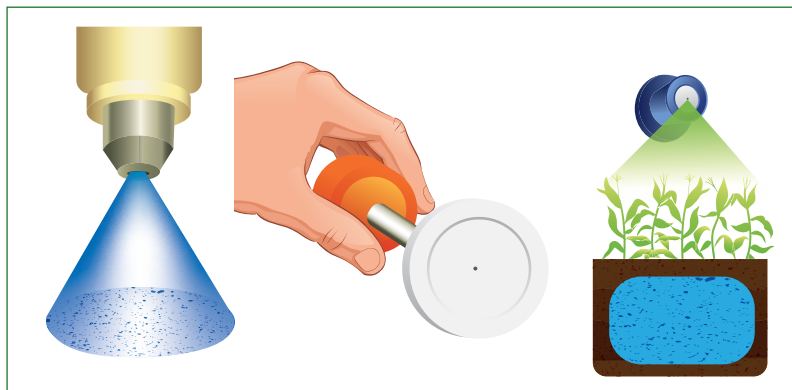


Figura 4. Boquillas de pulverización, de cono lleno.

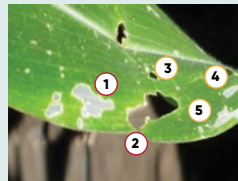
Es importante destacar que, si es necesario realizar aplicación de insecticida, se debe:

- Usar solo insecticidas debidamente registrados para su uso en maíz, siguiendo las indicaciones de la etiqueta, y no hacer aplicaciones de insecticidas cuyo ingrediente activo sea *Bacillus thuringiensis*.
- Si fuese necesario realizar más de una aplicación, asegurarse de hacer una rotación de insecticidas de diferente mecanismo de acción y grupo químico del que se aplicó con anterioridad (por ejemplo **Exalt™ 60 SC***, diamidas, benzoilurea, carbamatos, piretroides, organofosforados), para evitar la selección de insectos resistentes.
- Cuando se vaya a realizar la aplicación del insecticida se deben garantizar la dosis y la concentración del producto por aplicar, al igual que la calibración del equipo de aplicación, y emplear la boquilla adecuada para la aplicación de insecticidas, así como usar el volumen de agua recomendado en la etiqueta del producto (figura 4).
- Para el control de *Spodoptera frugiperda*, hacer la aplicación en el momento oportuno; es decir, cuando el tamaño de las larvas sea menor que el 3er instar (menor 8 y 10 mm).
- Generalmente, las larvas más grandes causan mayores daños (Davis 5-6), y las aplicaciones de insecticidas en esta condición pueden reducir la efectividad de insecticidas".
- Si la aplicación del insecticida es sobre larvas grandes o mayores que el 3er instar, se recomienda usar una mezcla de insecticidas y un coadyuvante que facilite la penetración del insecticida sobre el tejido vegetal. Si se debe hacer una secuencia de mezclado en la preparación de los insecticidas, se debe mantener el siguiente orden: acidificantes + agua + (formulación sólida o líquida) + coadyuvante.
- Consulte a su representante de ventas sobre cualquier situación inesperada que usted observe, en relación con el cultivo de maíz *Bt*.

***Exalt™ 60 SC** - Registro Nacional ICA 528
Categoría Toxicológica III - Ligeramente peligroso - Cuidado

DAÑO DE LAS HOJAS - ESCALA DAVIS

- 1** **Lesión:** tejido verde removido; tejido membranoso aún presente.
- 2** **Agujero:** tejido completamente removido; se puede ver a través de la hoja.



Definiciones:

- 3** **Circular:** de forma redonda.
- 4** **Alargado:** no es de forma redonda.
- 5** **Forma irregular:** ni redondo ni alargado.

BAJO



- 1** Sin daño a pocas* lesiones (perforaciones del tamaño de un alfiler) presentes en cogollos.



- 2** Perforaciones del tamaño de un alfiler y lesiones circulares presentes sobre cogollos.

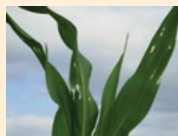


- 3** Pequeñas lesiones circulares y unas pocas lesiones alargadas (forma rectangular) de hasta 1,3 cm de largo presentes en cogollos y hojas abiertas.

MEDIANO



- 4** Varias** lesiones alargadas de pequeñas a medianas, de 1,3-2,5 cm, en algunos cogollos y hojas abiertas.



- 5** Varias lesiones alargadas grandes, < 2,5 cm de largo en algunos cogollos y hojas abiertas, o algunos agujeros de pequeños a medianos, de forma uniforme a irregular (membrana base consumida), comidos desde el cogollo y/o hojas abiertas.



- 6** Varias lesiones alargadas grandes en varios cogollos y hojas abiertas, y/o varios agujeros grandes de forma uniforme a irregular, comidos desde el cogollo y hojas abiertas.

ALTO



- 7** Muchas*** lesiones alargadas de todo tamaño presentes en varios cogollos más muchos agujeros grandes de forma uniforme a irregular, comidos desde el cogollo y hojas abiertas.



- 8** Varias lesiones alargadas grandes, < 2,5 cm de largo en algunos cogollos y hojas abiertas, o algunos agujeros de pequeños a medianos, de forma uniforme a irregular (membrana base consumida), comidos desde el cogollo y/o hojas abiertas.



- 9** Cogollo y hojas abiertas casi o totalmente destruidos.

* Poco = 3 o menos

** Varias = 4 - 7

*** Muchas = 8 o más

MANEJO DE RESISTENCIA EN INSECTOS (MRI)

La aplicación de insecticidas o el uso de cultivos *Bt* implican una gran presión de selección para que las poblaciones de insectos objetivo evolucionen. Así, cualquier individuo que posea una característica que le ayude a mitigar los efectos negativos (al punto de ser capaz de sobrevivir hasta reproducirse) aumentará su frecuencia dentro de las poblaciones hasta volverse la forma más común en la población, y, por consiguiente, sería el momento en el que la tecnología perdería su valor, pues todos o la mayoría de los individuos pasarían a ser tolerantes a la toxina.

Las poblaciones de insectos tienen un nivel de diversidad preexistente, y algunas variantes son menos susceptibles a las toxinas *Bt* que otras, incluso antes de que estas poblaciones resulten expuestas a dichas toxinas.

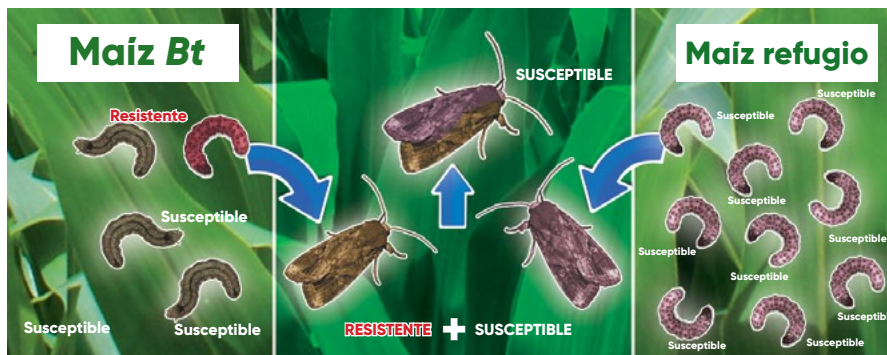
Las siembras de híbridos de maíz *Bt* requieren la implementación de un plan de manejo de resistencia de insectos basado en el monitoreo a través del desarrollo del cultivo y el control de insectos mediante la aplicación de insecticidas, antes de que la plaga represente un problema.

IMPORTANCIA DEL REFUGIO

El propósito del refugio es mantener poblaciones de insectos susceptibles que se cruzarán con los eventuales insectos resistentes provenientes del lote de maíz *Bt*, para reducir así la posibilidad de desarrollo de poblaciones resistentes.

Si solo se cultivan híbridos de maíz con tecnologías contra insectos poco comunes que puedan generar resistencia, estos podrían aparearse con otros insectos resistentes, y así pasar la resistencia a la progenie. Por esta razón, los investigadores consideran que la mejor manera de evitar el desarrollo de posibles poblaciones de insectos resistentes a las proteínas *Bt* es mediante la combinación de campos de maíz con tecnologías contra insectos, con áreas sembradas de maíz no *Bt* (maíz convencional o maíz RR2) del mismo ciclo de desarrollo vegetativo, conocido como **REFUGIO**.

De esta manera, la pequeña proporción de insectos derivados de larvas provenientes de lote de maíz *Bt* que logran sobrevivir, se podrían aparear con insectos no resistentes (susceptibles) provenientes del refugio, y así generar una progenie que será susceptible, y, por lo tanto, controlada, en futuras siembras de híbridos de maíz *Bt* (figura 5).



† *Figura 5. La importancia del refugio no Bt en el manejo de la resistencia en insectos.*

CÓMO ESTABLECER UN REFUGIO

- El tamaño del refugio debe ser, como mínimo, del **10% de la superficie del lote**. Debe sembrarse en bloque estructurado (figura 6).
- El refugio debe ser sembrado en la misma fecha que el híbrido de maíz *Bt*.
- La distancia de siembra entre el lote de maíz *Bt* y el refugio no debe ser mayor de 500 metros.
- Si el lote mide más de 500 metros de largo, el bloque de refugio deberá sembrarse en el centro, para asegurar que los insectos del refugio puedan cruzarse con cualquier potencial sobreviviente del maíz *Bt* (figura 6).
- En el caso de existir barreras físicas que separen el lote sembrado de híbridos de maíz *Bt*, el refugio deberá de ser sembrado en lotes contiguos dentro de cada una de las secciones que quedarán aisladas por dichas barreras, siempre respetando el 10% de refugio para cada lote asilado.
- Limpie las tolvas de siembra antes de cambiar de una semilla *Bt* a una sin el evento, y viceversa.
- Los híbridos con tecnología *Bt* e híbridos del refugio deben ser de madurez similar y sembrados ambos en la misma fecha y en las mismas condiciones de crecimiento, para que su desarrollo fenológico sea lo más parecido posible. Ejemplo: si el híbrido *Bt* se siembra bajo riego, el refugio también deberá estar bajo riego.
- El refugio deberá ser identificado claramente en la parcela o en el bloque aledaños.

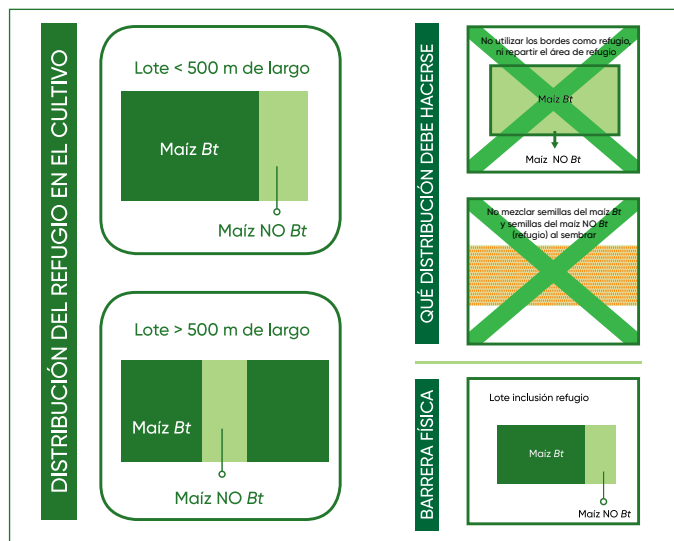


Figura 6. Representaciones de distribución del refugio en el cultivo.

MANEJO DEL REFUGIO

- Monitorear el lote de maíz Bt y el bloque del refugio; si tiene alguna pregunta o problema, consulte a su representante de ventas.
- Es importante destacar que podrían utilizarse insecticidas para preservar las plantas y lograr el establecimiento del cultivo que actuará como refugio efectivo; si se aplican insecticidas indiscriminadamente, el refugio no actúa como tal. Tenga en cuenta que:
 - Las áreas de refugio no deben ser aplicadas con insecticidas biológicos que contengan *Bacillus thuringiensis*.
 - Usar solo insecticidas debidamente registrados para su uso en maíz, siguiendo las indicaciones de la etiqueta.
 - Rotar insecticidas con distintos mecanismos de acción, para evitar la selección de insectos resistentes.

- En el caso de ataques por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el refugio, solo se debe:
 - Aplicar insecticidas hasta que el porcentaje de daño alcance el 20% de plantas con daño medio de la Escala Davis (umbral de daño económico), y no antes.
 - Limitar el número de aplicaciones a un máximo de 2; estas, además, deben realizarse antes de la etapa V6.
- Idealmente, las aplicaciones al área de refugio deben ser simultáneas a las aplicaciones del área con maíz *Bt*. Consideramos que esa es la mejor relación entre el daño económico y el refugio estructurado efectivo como proveedor de insectos susceptibles.
- El mejor control para gusano cogollero se obtiene mediante la aplicación de insecticidas en estadios larvales tempranos (L-1 a L-3), dentro de etapas tempranas del cultivo (tratamiento de semilla, uso de insecticidas granulados y aplicaciones foliares), así como reduciendo hospederos (haciendo aplicaciones combinadas de herbicidas + insecticidas). De esta manera, se reduce la presión de la plaga en etapas más avanzadas de crecimiento del cultivo.

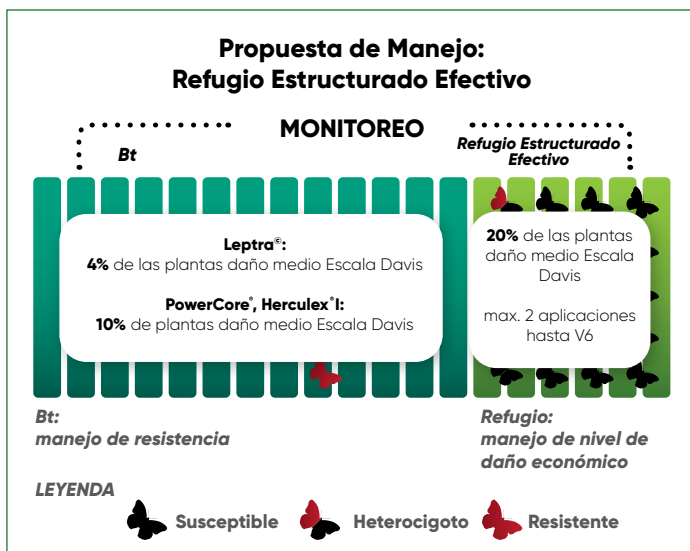


Figura 7. Propuesta de manejo

ADÉMÁS DEL REFUGIO: OTRAS PRÁCTICAS QUE DEBEN ADOPTARSE PARA LOGRAR BUENOS RESULTADOS

- **Preparación del terreno:** la desecación anticipada proporciona rastrojo seco, lo cual facilita la siembra y contribuye a la protección del suelo. En caso de plagas en el lote, se recomienda aplicar insecticidas para reducir la población inicial y controlar las larvas o los estadios más avanzados que pudieron quedar en el rastrojo.
- **Tratamiento de semillas:** especialmente, para el control de plagas subterráneas. Se recomienda el uso de productos de amplio espectro, que protegerán la plántula en sus estadios iniciales, y así ayudarán a su adecuado establecimiento.
- **Monitoreo y control:**
 - Usar prácticas de manejo integrado de malezas, orientado a disminuir el banco de semillas, tales como la rotación de cultivos y coberturas.
 - Comenzar la siembra con el lote limpio con un efectivo control en presiembra, y, si es necesario, se debe controlar en preemergencia (en lugares con una elevada presión de malezas).
 - Control de malezas: las malezas pueden hospedar plagas de los cultivos previos a la rotación, permitiendo la supervivencia de insectos entre la cosecha de uno y la siembra del otro. También pueden ser una fuente de larvas de difícil control con la tecnología *Bt*.
 - Monitoreo de plagas: el monitoreo del lote es fundamental para la detección temprana de ataque/daño de plagas. A partir de sus resultados se tomará debidamente la decisión de aplicar o no un insecticida.
 - Usar dosis y momentos de aplicación correctos.
 - Monitorear los resultados del plan implementado.
 - Usar prácticas agronómicas adecuadas para maximizar la competencia del cultivo.
 - Controlar las plantas de maíz voluntarias que quedan luego de la cosecha usando gramínicidas.
- **Rotación de cultivos:** es conveniente alternar cultivos de distintas especies en el lote, para mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo, reducir la población inicial de algunos insectos plaga y mejorar el control de malezas al poder rotar herbicidas.

LAS MEJORES PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS (IMPORTANTE LEER ANTES DE SEMBRAR)

Los cultivos con tolerancia a herbicidas pueden soportar aplicaciones de herbicidas en dosis que matarían a cultivos de la misma especie no tolerantes.

Existen en el mercado tecnologías de tolerancia obtenidas por transgénesis (OGMs), y otras, obtenidas por otros procedimientos, como mutagénesis o selección natural.

Los híbridos de maíz con tecnología Herculex® I, PowerCore® y Leptra® son tolerantes a la acción del herbicida glufosinato de amonio, debido a la acción de la proteína PAT. Los híbridos con la tecnología Leptra®, PowerCore® y Roundup Ready® son tolerantes a la acción del herbicida glifosato, debido a la acción de la proteína CP4EPSPS. Los híbridos de maíz con tecnologías apiladas, como HX1xRR2 (HR), PowerCore® y Leptra®, resultan tolerantes a la acción de los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato, de manera simultánea.

Los sistemas de manejo de malezas en el cultivo del maíz utilizando herbicidas postemergentes (sobre todo, los que no presentan actividad residual), la elección adecuada del momento de aplicación del herbicida (figura 7), la dosis del producto que va a ser utilizada y el número de aplicaciones de un tratamiento herbicida son fundamentales para el óptimo manejo de las plantas dañinas.

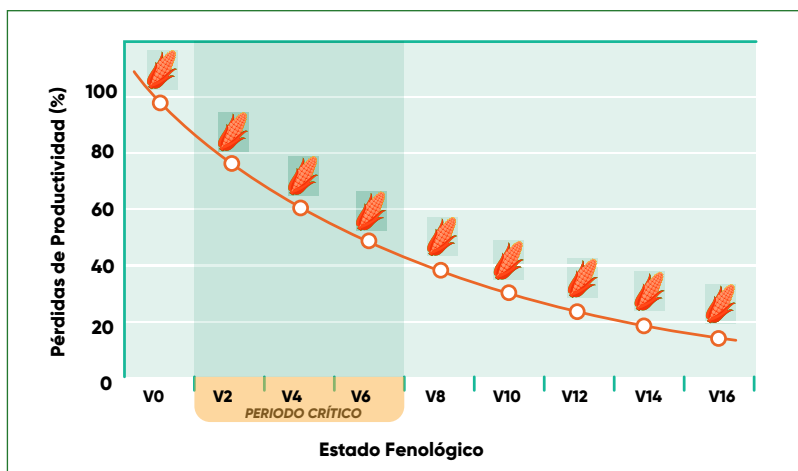


Figura 8. Periodo crítico de prevención de la interferencia de la competencia de malezas con el cultivo del maíz, y efecto en la productividad.

VENTANAS DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS

Respecto a los híbridos tolerantes al glufosinato de amonio (figura 8), se recomienda siempre leer previamente la etiqueta y seguir las instrucciones de uso del herbicida. Las aplicaciones se pueden realizar en postemergencia, y hasta V4, en aplicación total; las dosis dependerán del grado de infestación de las malezas, del estado de desarrollo de estas y de las condiciones climáticas predominantes. En caso de ser necesaria una segunda aplicación, se recomienda hacerlo a partir de V6, de manera dirigida a la maleza y evitando la caída del producto sobre el cogollo de la planta de maíz.

Respecto a híbridos tolerantes al glifosato (figura 8), se recomienda siempre leer previamente la etiqueta y seguir las instrucciones de uso del herbicida. Las ventanas para aplicaciones totales deberán ser hasta V4, y a partir de V6, dirigido a malezas y evitando la caída del producto sobre el cogollo de la planta de maíz; las aplicaciones de cada producto de la familia Roundup dependerán del tipo de maleza, del estado de desarrollo y de la cobertura de malezas, y no se deberán hacer más de dos aplicaciones dentro de las ventanas de aplicación.

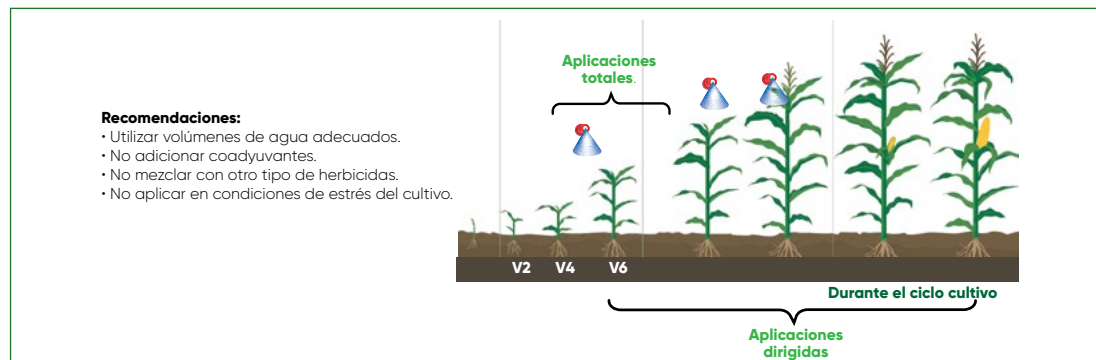


Figura 9. Ejemplo de ventanas de aplicación para herbicidas registrados en Colombia con ingrediente activo Glifosato o Glufosinato de Amonio, que en su recomendación incluyen la aplicación generalizada en maíz genéticamente modificado (GM).

Nota: siempre se recomienda usar productos registrados, leer la etiqueta del producto y, en caso de duda, consultar al representante de ventas o al distribuidor de agroquímicos, quien le podrá ampliar la información sobre el producto.

CUIDADO: aplicaciones accidentales de herbicidas incompatibles con estas tecnologías pueden causar la pérdida total del cultivo.

GESTIÓN RESPONSABLE DE CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS

Es importante manejar correctamente los cultivos con tecnología de tolerancia a herbicidas, para preservar la eficacia y el valor de estas tecnologías a futuro.

Los agricultores que utilizan programas de manejo de malezas donde se incluyen cultivos tolerantes a herbicidas podrán aplicarlos de manera continua, siempre y cuando la tecnología sea empleada efectivamente.

Si usted tiene alguna pregunta después de revisar esta información, por favor contáctese con un representante comercial de los híbridos marca Pioneer® o con su distribuidor regional.

¿CÓMO SE DESARROLLA LA RESISTENCIA A HERBICIDAS?

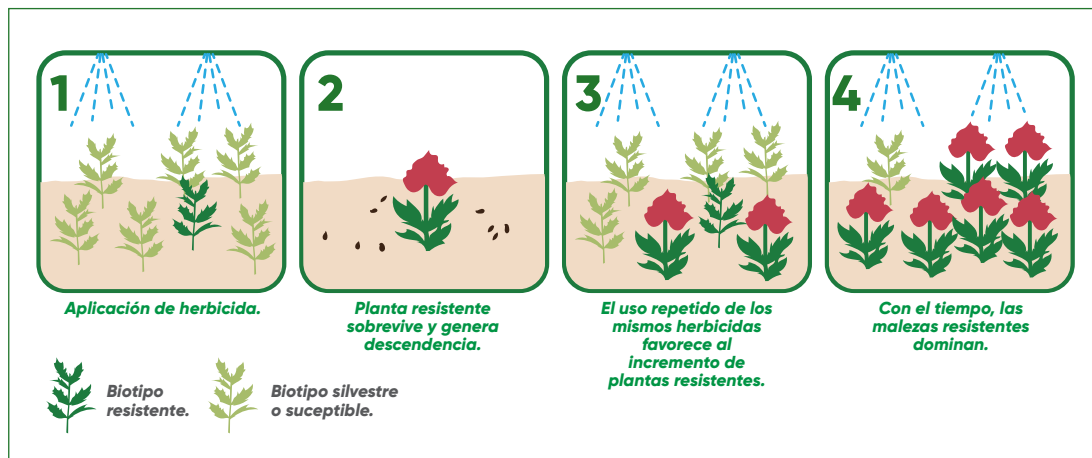
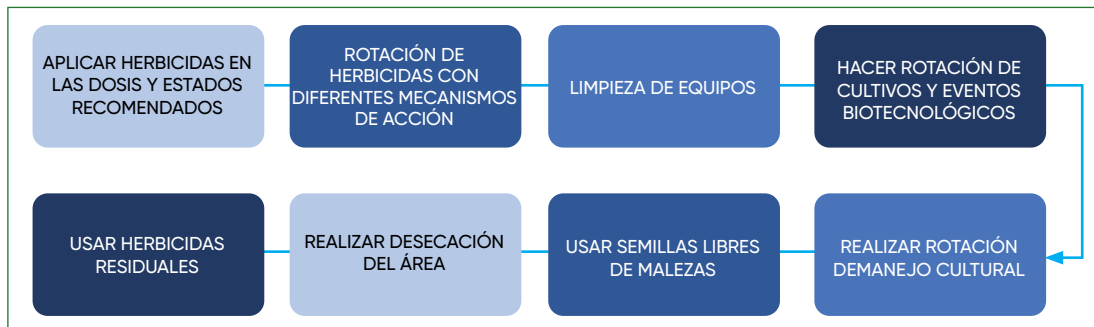


Figura 10. Desarrollo de la resistencia a herbicidas

BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANEJO DE CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS



- El uso de cultivos tolerantes a herbicidas no limita al agricultor al uso de un solo herbicida. Los herbicidas convencionales registrados para el cultivo pueden y deben seguir siendo parte del programa de manejo de malezas.
- Limite las aplicaciones de un mismo herbicida o herbicidas del mismo mecanismo de acción en un mismo ciclo de cultivo.
- Aplique la dosis correcta, en la etapa recomendada de crecimiento para las malezas, como lo indiquen las instrucciones en la etiqueta del herbicida.
- Realice la aplicación dirigida a la maleza.
- Use mezclas o tratamientos secuenciales, alternando mecanismos de acción para controlar eficientemente las malezas objetivo.
- Use prácticas de manejo de malezas alternativas, como: la rotación de cultivos, el retraso en la época de siembra y/o labranza previa a la siembra.
- Limpie la maquinaria antes de trasladarla entre campos, para minimizar la dispersión de semillas de malezas.
- Revise los campos de cultivo tras la aplicación de herbicidas, para detectar probables escapes o fallas, y contróuelas para evitar la producción de semilla.
- Si ha sido detectada una maleza o población de malezas potencialmente resistentes, utilice los métodos disponibles de control, para evitar la diseminación en el campo.

MANEJO DE "MALEZAS VOLUNTARIAS" EN CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS

Las semillas de algunos cultivos pueden escapar de la cosecha, germinar al siguiente ciclo y convertirse en "malezas voluntarias" en un cultivo de rotación. Esto puede suceder sin importar si la semilla es tolerante a herbicidas o no. Muchas herramientas están disponibles para el manejo de malezas voluntarias, pero se recomienda la planeación anticipada para proveer una mayor flexibilidad y el éxito.

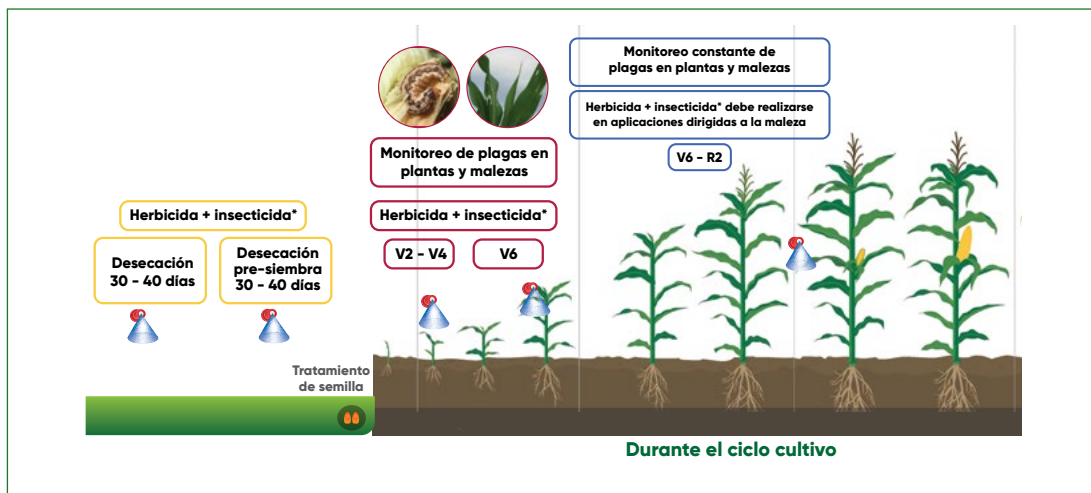
Las mejores estrategias para el manejo de malezas voluntarias son la rotación de cultivos y de herbicidas. El ajuste del equipo en cultivo, cosecha y labranza también ayudarán a reducir plantas voluntarias de cultivos previos. Planee con al menos un año de anticipación cuándo sembrar un cultivo tolerante a herbicidas, para estar seguro de que tiene un plan de manejo de malezas capaz de controlar cualquier maleza voluntaria mediante el uso de familias de herbicidas de distinto mecanismo de acción y/o labranza para el siguiente cultivo.

RESUMEN-PROGRAMA SUGERIDO DE CONTROL EN CAMPO

Cultivos hospederos, como podrían ser los cultivos aledaños o de ciclos anteriores, plantas enfermas que se encuentran en las cercanías o las malezas dentro del mismo cultivo, los cuales albergan plagas que potencialmente pueden migrar hacia los cultivos establecidos, favoreciendo de esta manera una presión inicial de plagas que podría ocasionar un daño económico significativo. En consecuencia, un sistema de siembra directa sin el correcto control de plagas, favorecerá que en etapas tempranas del cultivo exista una presión mayor de plaga, que un sistema de siembra que utiliza las buenas prácticas agronómicas. En la figura 9 se muestra un esquema general sobre un buen manejo y control en campo de plagas mediante un plan de manejo de malezas acompañado del uso de insecticidas.

- Controle malezas a lo largo del año enfocándose en los bancos de semillas, y antes de sembrar prepare el terreno con el uso de maquinaria. Si es necesario, utilice herbicidas antes de la siembra, y si hay presencia de insectos plaga, utilice un insecticida.
- Para siembra directa se recomienda como manejo complementario el uso de herbicidas antes o al momento de la siembra; si hay presencia de insectos plaga, utilice un insecticida (recomendable para disminuir la población de estos insectos plaga).
- Monitoree buscando plagas en malezas, residuos de cosecha o soca del cultivo anterior y dentro del mismo cultivo; muchas malezas son hospederas de plagas y ayudan a que se reproduzcan más rápidamente.
- Si utiliza semillas tratadas con insecticidas o insecticidas granulados al momento de la siembra, con eso ayudara a la protección de la plántula mientras se establece en el campo y asegurará el establecimiento del cultivo.
- Determine los insecticidas a usar acorde a la plaga objetivo y en base al crecimiento larvario, para un correcto control; considere también: volúmenes de aplicación, pH, boquillas y momento de aplicación.
- Calibre los equipos de aplicación.
- Dentro del desarrollo vegetativo de su cultivo, antes de hacer aplicaciones de herbicidas se recomienda monitorear si hay presencia de insectos plaga en las malezas (insectos que en muchas ocasiones se encuentran en instares larvarios de crecimiento avanzado, pueden provocar mayores daños en menor tiempo al cultivo), a fin de utilizar junto con el herbicida un insecticida para el control estos insectos plaga. Tome en cuenta que insectos plaga hospedados en las malezas no serán afectados por el componente activo del herbicida, y estos migrarán hacia la planta más cercana, que en este caso es el mismo cultivo.

- En caso de presentarse una presión muy alta de insectos plaga durante el ciclo del cultivo, al finalizar asegure la rotación con otros cultivos para romper el ciclo de vida del insecto plaga.
- Haga todo lo posible para preservar los enemigos naturales de la plaga.



* Si hay presencia de insectos plaga.

Figura 11. Esquema de uso de insecticidas y herbicidas para un mejor control de plagas.

Spodoptera frugiperda

- En el refugio, solo si se alcanza el 20 % de daño en valores medios de la Escala Davis, utilice un insecticida. Aplique, como máximo, 2 veces antes de V6.
- En lotes sembrados con tecnología HX, HX1 x RR2 (HR), o PW, aplique cuando se alcance el 10 % de valores medios de la Escala Davis, excluyendo el refugio.
- En lotes sembrados con tecnología VYHR, cuando se alcance el 4 % de valores medios de la Escala Davis, notifique al representante de ventas.

Nota: El esquema es meramente informativo, la validez para su uso deberá ser acreditada por personal capacitado en el manejo de agroquímicos, y siempre se deberán considerar las especificaciones y las recomendaciones de las etiquetas de los productos.

PLAN DE MANEJO, BIOSEGURIDAD Y SEGUIMIENTO PARA SIEMBRAS DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

Es una obligación dar cumplimiento a lo establecido en la **Resolución ICA 072221 de 2020**, mediante la cual se implementa el plan de bioseguridad y seguimiento para siembras comerciales de cultivos genéticamente modificados con resistencia a plagas objetivo de la tecnología y/o tolerancia a la aplicación de herbicidas; acorde a esta regulación, en resumen, se debe:

ESTABLECIMIENTO DEL ESQUEMA DE REFUGIO

Las áreas de refugio deben cumplir con los siguientes requisitos:

- El esquema de cultivo de refugio será 90/10. En este esquema el agricultor debe sembrar el 90% del lote con semilla de maíz *Bt* y el 10% restante con un cultivar convencional o RR.
- Sembrarse en la misma fecha, a una distancia no mayor de quinientos (500) metros de las áreas sembradas con las semillas de maíz *Bt*.
- Debe sembrarse en un bloque contiguo, no entremezclado y debe estar claramente identificado.
- En el 10% del área refugio, el control de los insectos plaga debe realizarse con cualquier otro tipo de insecticida diferente al insecticida biológico con ingrediente activo *Bacillus thuringiensis (Bt)*, respetando la recomendación de manejo:
 - Umbral del 20% de plantas con daños medios.
 - No más de 2 aplicaciones de insecticida hasta V6.
 - Uso de tratamiento de semilla con insecticida (opcional).

AISLAMIENTO. Las siembras de maíz genéticamente modificado no se podrán hacer en áreas reconocidas como resguardos indígenas y siempre dejando como mínimo 300 metros de distancia de cultivos de maíces de variedades criollas. El aislamiento también puede establecerse por diferencia en el tiempo de floración, el cual deberá ser superior a 15 días.

OBLIGACIONES DEL AGRICULTOR

- Asistir a las capacitaciones, seminarios técnicos y días de campo programados por el ICA y/o por los titulares de los cultivares, y solicitar que lo registren con su nombre, número de documento de identificación y firma.

- Sembrar únicamente semilla certificada y aprobada por el ICA para las respectivas subregiones naturales, la cual debe ser adquirida a través de distribuidores y/o comercializadores registrados ante el ICA.
- Sembrar áreas de refugio cuando utilicen cultivares que ofrecen control a insectos plaga.
- Sembrar únicamente dentro de las fechas establecidas por el ICA en los casos que aplique.
- Atender las recomendaciones que realice el personal designado por el titular del cultivar genéticamente modificado.
- Aplicar las prácticas agronómicas recomendadas por el titular del cultivar acompañadas con las medidas de bioseguridad definidas en la presente Resolución.
- Usar solo productos registrados ante el ICA para el cultivo correspondiente y seguir las recomendaciones de la etiqueta.
- Destruir el cultivo en caso de no continuar con su desarrollo.
- Solicitar autorización al titular del cultivar, en caso de reportar semilla sobrante adquirida para la temporada de siembra, con la finalidad de utilizarla en la siguiente temporada de siembra.
- Permitir al ICA y/o Titulares de cultivares genéticamente modificados la inspección y seguimiento de las siembras en los campos sembrados con cultivares genéticamente modificados.
- Cumplir con lo establecido en las normas ICA relacionadas con la materia.

PROHIBICIONES

Los agricultores de cultivares de maíz genéticamente modificado se abstendrán de:

- Revender o suministrar las semillas de cultivos genéticamente modificados a terceros, persona natural o jurídica.
- Conservar, guardar o almacenar cualquier semilla genéticamente modificada con el fin de utilizarlas para cualquier otro uso distinto al acordado con el titular del cultivar.
- Reservar para otra siembra la semilla proveniente de una cosecha de cultivares genéticamente modificados.

Para conocer más sobre el Plan de Manejo, Bioseguridad y seguimiento consulte la Resolución ICA 072221 de 2020 y demás relacionadas a esta.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO para el Manejo de Resistencia de Insectos en cultivos Bt

ROTAR LOS CULTIVOS

Facilita el control de malezas, plagas y enfermedades y disminuye el riesgo de poblaciones resistentes



PREPARAR EL TERRENO

30 días antes de la siembra y durante el cultivo se recomienda controlar malezas e insectos sobre el material vegetal.



USAR TRATAMIENTO DE SEMILLA

Siembra solo semillas registradas ante el ICA y aplique un tratamiento de semilla con productos registrados.

Esto proporcionará un periodo de protección a ciertas plagas tempranas de cultivo



Semilla protegida

MONITOREAR, CONTROLAR Y PROTEGER

Monitorear el cultivo y el refugio para la toma de decisiones de aplicación

Utilizar el umbral de aplicación recomendado por el asesor técnico (ingeniero agrónomo).

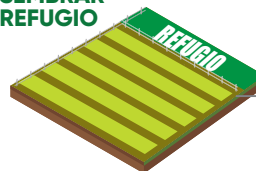
Aplicar insecticidas y herbicidas dentro de un Manejo Integrado de Cultivo (MIC) que permitan un buen control y causen el menor impacto sobre los organismos beneficiosos.



SEMBRAR REFUGIO

REFUGIO PARA MAÍZ

mínimo 10% sin tecnología Bt



el refugio es vital para preservar la efectividad de tecnología Bt; siébralo estructurado y a una distancia NO mayor de 500 metros del cultivo Bt. Seguir la normatividad establecida por el ICA y realizar un buen manejo de refugio*.

Visite: Manejo de Resistencias de Insectos - MARI

www.ProgramaMari.com

***CUALQUIER DUDA DE LA TECNOLOGÍA CONTACTE DIRECTAMENTE A LA CASA COMERCIAL**

El Programa Manejo de Resistencias de Insectos - MARI es un programa para agricultores para prolongar la eficacia de los cultivos Bt a través del Manejo de Resistencia de Insectos.

Figura 12. Guía de la Industria para el Manejo de Resistencia de Insectos. Imagen adaptada del Programa MARI-Manejo de Resistencias de Insectos de AgroBio.





MANUAL DE USO DE TECNOLOGÍA

Leptra®

Agrisure Viptera®



POWERCORE®



LIBERTY
LINK

La sección del presente Manual de Uso de la Tecnología, correspondiente al manejo de la resistencia en insectos deberá ser tomado en cuenta solamente para híbridos de maíz con tecnologías Leptra®, PowerCore® y/o Herculex® I en referencia a sus respectivas proteínas que ofrece protección complementaria contra ciertos insectos susceptibles del orden Lepidóptera, ya que los genes LibertyLink® y Roundup Ready® no confiere al maíz ningún tipo de resistencia a plagas.

La respuesta de los productos puede variar por localidad, población de insectos y condiciones ambientales. Una menor susceptibilidad de las poblaciones de insectos a los eventos tecnológicos en maíz puede ocurrir y resultar en una menor eficacia. Para más información y detalles sobre las mejores prácticas de manejo sugeridas en Pioneer, por favor contacte al Representante Técnico Comercial de su zona.

Para mayor información sobre productos Pioneer visite nuestra página de internet:

<https://www.pioneer.com/colombia>

Agrisure Viptera® es una marca registrada y utilizada bajo licencia de Syngenta Group Company. La tecnología Agrisure® incorporada en estas semillas se comercializa bajo una licencia de Syngenta Crop Protection AG. Tecnología de protección contra insectos Herculex® de Dow AgroSciences y Pioneer Hi-Bred. Herculex® y el logotipo de HX son marcas registradas de Dow AgroSciences LLC. YieldGard®, el diseño PowerCore® y Roundup Ready® son marcas registradas utilizadas bajo licencia de Monsanto Company. Liberty®, LibertyLink® y Water Droplet Design son marcas comerciales de BASF.

Derechos de autor© 2021 Corteva. ® y ™ marca registrada de Dow AgroSciences, DuPont o Pioneer, y sus compañías afiliadas o sus respectivos propietarios. Todos los derechos reservados.