

- f) **Uso de arena:** para el control de cogollero en el cultivo de maíz, con aplicaciones dirigidas al cogollo. Puede ser mezclada con cal o ceniza.
- g) **Uso de cobertura vegetal:** en ciertas situaciones puede ser útil dejar materia orgánica en la superficie del suelo, como albergue para enemigos naturales o en el caso de la cascarilla de arroz colocada entre hileras de frijol común, como una superficie que repela a los saltahojas.

4.3. PRÁCTICAS LEGALES

Son prácticas que incluyen la aplicación de medidas de combate, basadas en disposiciones legales, tales como las siguientes:

- a) **Cuarentenas:** es el conjunto de medidas para efectuar la vigilancia del intercambio de productos y sub productos agrícolas, con el objetivo de prevenir la introducción y propagación de plagas, prohibiendo o restringiendo la entrada de plantas y sus productos. El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), lleva a cabo actividades en el área centroamericana.
- b) **Reglamentación de prácticas fitosanitarias:** son los procedimientos de carácter obligatorios sobre prácticas culturales, físicas y químicas, que en muchos casos constituyen medidas económicas muy útiles en el combate de plagas.
- c) **Erradicación:** es la eliminación de una plaga o enfermedad en una zona determinada, generalmente de introducción reciente.
- d) **Control de calidad de los agroquímicos:** consiste en el registro legal a nivel estatal de los agroquímicos, además de reglamentar la importación, formulación, venta, uso límite de seguridad legal para residuos de alimentos y de forraje. Establece un control de calidad a los productos agroquímicos elaborados por las empresas formuladoras.

5. ORGANISMOS BENÉFICOS PARA EL CULTIVO

Muchos organismos vivos son benéficos, como las abejas que nos ayudan a polinizar flores o aquellos que controlan organismos no deseables. **El control biológico** es la acción ejercida directamente por los enemigos naturales en el mantenimiento y regulación de la densidad poblacional de plagas.



Foto 72. Órgano benéfico.

5.1. TIPOS DE ENEMIGOS NATURALES

Depredadores: Organismo carnívoro que en su estado inmaduro y/o adulto activamente busca y captura varias presas que consume parcial o totalmente.

Cuadro 2. Depredadores que controlan insectos.

Tipo (cazador o depredador)	A quien ataca (presa)
Hormigas	Larvas pequeñas de <i>Spodoptera</i> .
Avispas de panal	Larvas de <i>Spodoptera</i> y otros lepidópteros.
Crysopas (león de áfidos)	Larvas pequeñas de <i>Spodoptera</i> , áfidos y jóvenes de mosca blanca.
Mariquitas (coccinélidos)	Áfidos y larvas pequeñas de lepidópteros.

Parasitoides: Organismo que en su estado inmaduro vive dentro o sobre el cuerpo de otro organismo. Se alimenta de un solo hospedero, manteniéndolo vivo hasta que le provoca la muerte. El organismo afectado se ve reducido en su capacidad de hacer daño. El estado adulto del parasitoides vive libre, no es parasítico. Los parasitoides son avispas o moscas.

Cuadro 3. Parasitoides que controlan insectos.

Tipo	A quién ataca
<i>Trichogramma</i> (avispa)	Huevos de gusanos del fruto y falso medidor.
<i>Telenomus remus</i> (avispa)	Huevos de cogollero, gusano del fruto y chinche verde.

5.2. ENTOMOPATÓGENOS

Cuadro 4. Microorganismos que causan enfermedades en los insectos.

Tipo	Ejemplo	A quién ataca
Virus	Virus de la poliedrosis nuclear	Larvas de gusanos cogollero, del fruto.
Bacterias	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Larvas de Lepidópteras (gusanos cogolleros, del repollo, del tomate).
Hongos	<i>Beauveria bassiana</i>	Se aplica contra mosca blanca, picudo del chile, escarabajo de la papa, broca del café, picudo de la caña de azúcar, picudo del plátano, y diferentes especies de chinches y saltamontes.
	<i>Metharizium anisopliae</i>	Utilizado para el control de salivazo en caña de azúcar, chinche verde, termitas y chupadores como mosca blanca.

Los sistemas agrícolas están sujetos a una serie de cambios, los cuales son influenciados por políticas de gobierno, factores económicos y avances tecnológicos. En la actualidad, los programas de manejo de plaga han evolucionado a un nuevo enfoque holístico más amplio, llamado **Manejo Integrado de Cultivos (MIC)**, que enfatiza el uso de buenas prácticas agrícolas, manejo preventivo y entendimiento del origen de los problemas sanitarios, enfoque, que se trabaja de la siguiente manera:

1. Selección del cultivo y del mercado (160 días antes del trasplante).
2. Evaluación del lote a sembrar y sus alrededores (45 días antes del trasplante).
3. Preparación de suelo (30 días antes del trasplante).
4. Instalación de riego y su revisión (2540 días antes del trasplante).
5. Siembra de barreras vivas (2540 días antes del trasplante).
6. Limpieza de bordes y lote de siembra (1020 días antes del trasplante).
7. Siembra de Viveros (1245 días antes del trasplante).
8. Trasplante (0 días).
9. Manejo Integrado de Plagas (0 días).
10. Labores culturales (0 días), (15 días antes del trasplante).
11. Eliminación del cultivo (depende del cultivo).

6. PLAGUICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGANISMOS VIVOS UTILIZADOS COMERCIALMENTE

Principales organismos utilizados comercialmente para el manejo de plagas en distintos cultivos:

Trichoderma harzianum: actúa como fungicida biológico preventivo para el control de hongos del suelo que atacan las raíces. *Trichoderma* parasita a otro organismo de una misma naturaleza, es decir lo utiliza como alimento y lo destruye; de esta manera compite por espacio y nutrimento con los hongos patógenos. Al ser aplicado a las raíces forma una capa protectora, tal como si fuera una funda o un guante, de modo que crece haciendo una simbiosis con las raíces. El hongo se alimenta de los exudados de las raíces y, en retribución, las raíces son protegidas por el hongo.



Foto 73.
Etiqueta de plaguicida biológico.

Paecilomyces lilacinus: nematocida microbiológico utilizado para el control de huevos, juveniles y nematodos adultos. Es un hongo que parasita nematodos y cuando entran en contacto con ellos penetran la piel. Una vez en el interior se reproducen muy rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que los envenenan hasta causarles la muerte. Las toxinas producidas afectan al sistema nervioso y causan deformaciones del estilete de los nematodos que sobreviven. También causan destrucción de ovarios y reducen la eclosión de huevos, lo que permite reducir el daño y las poblaciones de nematodos a través del tiempo.

Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN): contamina a las larvas de lepidóptera por vía oral, cuando éstas consumen hojas o tallos de la planta que han sido aplicados con VPN. Después de la ingestión, se produce la contaminación del aparato digestivo del insecto, el tejido graso, la sangre y la tráquea. Las larvas infectadas se vuelven lentas, dejan de alimentarse y se paralizan, suben a las partes superiores de las plantas y quedan con la cabeza hacia abajo, sujetas por las propatas, se vuelven blandas, de color pardo o negro, los tejidos se licuan, quedando la larva como una bolsa líquida. El insecto muerto representa la fuente de inóculo más importante. Al romperse el cadáver, los líquidos caen en otras partes de la planta o son diseminados por salpique de lluvia.

Bacillus spp: entre las bacterias entomopatógenas, las que pertenecen al género *Bacillus*, son las que se han desarrollado y utilizado con mayor éxito. Afectan el sistema digestivo, paralizando los intestinos y provocando la muerte de las larvas. La muerte ocurre 17 horas en hospederos muy susceptibles y de 27 días en los menos susceptibles.

Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae: los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier etapa de desarrollo del insecto. La muerte del hospedero generalmente ocurre 56 días después de la penetración del tubo germinal. Los hospederos afectados se presentan débiles e inactivos, luego se cubren de un moho algodónoso de color variable, dependiendo si éste es atacado con *Beauveria bassiana*, el color es blanco, y si es con *Metarrhizium anisopliae* el color es verde.

6.1. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO DE PRODUCTOS A BASE DE MICROORGANISMOS

- ♦ Se recomienda almacenar los productos microbiales en refrigeración, sin exposición directa a la luz solar y en lugares frescos, sin excesos de humedad.

- Aplique los productos en días frescos o al atardecer; nunca a pleno sol o medio día. Recuerde que éstos son organismos vivos y necesitan de condiciones básicas de humedad y temperatura para su sobrevivencia.
- El equipo de aplicación debe estar calibrado y en perfecto estado de funcionamiento, ajustado de tal forma que brinden una buena cobertura de aplicación.
- Es necesario mantener una buena supervisión y muestreo del cultivo para hacer aplicaciones preventivas oportunas. Estos productos a diferencia de los plaguicidas sintéticos, no están diseñados para ser usados de manera curativa o de choque, sino que por el contrario deben usarse preventivamente para lograr su establecimiento y permanencia a través del tiempo.
- Los productos de utilización al suelo o sustratos de siembra deben aplicarse cuando éstos estén mojados; nunca en condiciones secas o calientes.
- Al hacer una mezcla para aplicar el producto diluido en agua, asegúrese de utilizarla a la brevedad posible y nunca la mantenga por más de 4 horas después de mezclado.
- Regule el pH del agua de la mezcla. Estos microorganismos son susceptibles a extremos de pH. Utilice agua de mezcla con rango de pH entre 5 y 6.
- Utilice adherente.

7. CONTROL QUÍMICO

7.1. PLAGUICIDAS

La mayoría de plaguicidas consiste de un ingrediente activo (el veneno) y una variedad de aditivos, los cuales mejoran su eficacia en su aplicación y acción. Las propiedades físicas y químicas del ingrediente activo determinan el tipo de aditivos y subsecuentemente la formulación. A su vez, la formulación determina la forma de aplicación, la persistencia en el campo y la toxicidad. Estos dos aspectos, el conocimiento del ingrediente activo y la formulación, son centrales para el entendimiento de los aspectos químicos de los plaguicidas.

7.1.1. Clasificación de los plaguicidas

Los plaguicidas son compuestos químicos naturales o sintetizados usados para el control de plagas. En forma general, se pueden clasificar dependiendo del tipo de plaga que controlan, el modo de acción, composición química y presentación:

a) **Por el tipo de plagas que controlan:****Cuadro 5.** Clasificación de plaguicidas por el tipo de plagas que controlan.

Tipo de plaga	Tipo de plaguicida
Insectos	Insecticidas
Hongos	Fungicidas
Bacterias	Bactericidas
Malezas	Herbicidas
Roedores	Rodenticidas

b) **Por su modo de acción:**

- **De contacto:** es necesario que el insecticida bañe al insecto para que pueda penetrar a través del cuerpo de éste, e iniciar el proceso de intoxicación. Por lo general, no son selectivos sino que matan todo lo que tocan. Necesitan tener una buena cobertura para optimizar su control.
- **De ingestión:** es necesario que el insecto consuma la parte tratada (masticar o succionar), para que el ingrediente activo inicie el proceso de intoxicación. Dichos productos dependen en gran manera de la cobertura de aplicación para su eficacia de control.
- **Sistémicos:** el plaguicida se moviliza dentro de la planta, se concentran en la savia y por lo tanto son específicos y efectivos contra insectos chupadores.
- **Translaminares:** el producto penetra por el haz foliar y llega al envés, atraviesa la lámina de la hoja desde la parte superior a la inferior. Se utiliza contra minadores, trips y ácaros que tienen aparato bucal chupador.
- **Asfixiantes:** la penetración es en forma gaseosa a través de los espiráculos de los insectos.
- **Múltiples formas:** pueden actuar sobre la plaga a controlar de las varias formas anteriormente mencionadas.

c) **Por su composición química:**

- **Organoclorados:** su elemento principal es el cloro, caracterizados por su amplio espectro de actividad. Son estables y tienen baja solubilidad en agua, lo que los convierte en altamente persistentes y potenciales contaminantes del ambiente a largo plazo, con gradual acumulación en los tejidos grasos de los animales. Cuando la grasa es desdoblada, por decir durante bajas en la ingesta de alimentos, el químico es liberado en la sangre, provocando envenenamiento y

consecuentemente la muerte. Ejemplos: Thiodan, DDT, Mirex, aldrín, dieldrín, clordano, heptacloro.

- ♦ **Organofosforados:** compuestos derivados del ácido fosfórico. En general, son tóxicos para los mamíferos, pero son usualmente no persistentes por lo que son considerados menos peligrosos que los organoclorados. El uso de organofosforados requiere un monitoreo efectivo y manejo de niveles críticos. Ejemplos: malathion, dimetoato, diclorvos, parathion, diazinon, fenitrothion (sumition), terbuphos (counter, rimafos), perfenophos (tambo), etoprofos (mocup), fenamiphos (nemacur).
- ♦ **Carbamatos:** éstos son derivados del ácido carbámico, el cual ha sido desarrollado más recientemente que los organofosforados, aunque con un modo de acción básicamente similar, afectando la actividad de la enzima acetilcolinesterasa. Sin embargo, en el caso de los carbamatos, la inhibición de la enzima es más fácilmente revertida y los insectos se pueden recuperar si son expuestos a dosis demasiado bajas. Los carbamatos tienen un amplio espectro o rango de actividad y usualmente actúan por contacto o ingestión, unos poco poseen acción sistémica. Ejemplos: aldicarb (temik), propoxur (baygon), Benomyl (benlate), carbofuran (curater, furadan), methomyl (lannate).
- ♦ **Piretroides:** los más efectivos y seguros plaguicidas naturales son las piretrinas derivadas de las flores de *Pyrethrum cineraraefolium* y sus análogos sintéticos, los piretroides. Los piretroides sintéticos tienen alta actividad de contacto y son particularmente efectivos contra larvas de lepidópteros. El efecto de piretroides es frecuentemente extendido más allá de otros insecticidas por su habilidad de repeler insectos. Son usados para el control de un amplio espectro de plagas en agricultura y para el control de vectores de enfermedades. Ejemplos: ambush (permetrina), karate, cipermetrina, deltametrina (decis).

d) **Por su presentación:**

- ♦ El ingrediente activo de un plaguicida raramente es apropiado para la aplicación en su forma pura. Es usualmente necesario agregar otras sustancias no plaguicidas para que el químico pueda ser usado en concentración y formas apropiadas, permitiendo una fácil aplicación, manejo, transporte, almacenamiento y máximo poder plaguicida. Por ello, los plaguicidas pueden ser formulados como soluciones, emulsiones y suspensiones concentradas, polvos solubles en agua, cebos, polvos, fumigantes y pellets granulados.

7.2. FUNGICIDAS

Cuadro 6. Características de los fungicidas.

Característica	Protectante	Sistémico
Acción primaria en la planta	El fungicida queda sobre la cutícula y evita la germinación de las esporas. Ejemplo: mancozeb, dithane.	El fungicida penetra los tejidos y suprime el hongo después de la infección. Ejemplo: ridomil.
Tiempo de aplicación	El fungicida debe aplicarse antes de la infección	Puede aplicarse después de la infección.
Persistencia	Los residuos disminuyen por lluvia, viento y acción microbial.	Residuos dentro de los tejidos disminuyen lentamente.
Movimiento	Distribución sobre la superficie, depende de la aplicación.	Translocado por el floema y por difusión de una célula a otra.
Mecanismos bioquímicos de acción	Afectan muchos sistemas metabólicos simultáneamente.	Afectan sólo unos pocos sistemas metabólicos.
Selectividad	Inhiben una amplia gama de hongos.	Son específicos para una sola clase de hongos.
Resistencia	No es frecuente.	Ocurre con alta frecuencia.

7.3. HERBICIDAS

Existen cientos de herbicidas y decenas de formulaciones disponibles en el mercado. Los herbicidas pueden clasificarse de muchas formas, dependiendo del propósito de clasificación. Basado en la estructura química se pueden clasificar en familias y esto es práctico ya que generalmente los herbicidas de la misma familia tienen el mismo modo de acción. El conocimiento del modo de acción de los herbicidas nos permite hacer diagnósticos de problemas de toxicidad en los cultivos y diferenciar entre los daños causados por la aplicación o deriva de un herbicida y los causados por patógenos o factores climáticos.

Las familias de herbicidas pueden clasificarse de acuerdo a su modo de acción que efectúan en las plantas:

- Inhibidores de fotosíntesis.
- Reguladores del crecimiento.
- Inhibidores del crecimiento de las plántulas.
- Inhibidores de la producción de aminoácidos y la síntesis de proteína.
- Destruidores de membranas celulares.
- Inhibidores de la síntesis de lípidos.
- Inhibidores de la síntesis de los pigmentos.
- Según la época, las aplicaciones de herbicidas se clasifican en:

- De pre siembra:** el concepto básico es aplicar los herbicidas antes que las malezas germinen, de manera que cuando empieza la germinación, el herbicida está en una concentración suficiente para proveer un control efectivo.
- Pre emergentes:** se hacen después de sembrar el cultivo, pero antes de la emergencia del cultivo o las malezas.
- Post emergentes:** se hacen cuando las malezas y el cultivo han germinado. Es importante hacer las aplicaciones cuando las poblaciones de malezas son altas.

7.4. EQUIPO DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS Y SUS PARTES

Existe una amplia variedad de equipos para la aplicación de plaguicidas. Por lo que se puede contar con booms con aguilón de múltiples boquillas, bombas de motor o bombas de mochila. Es importante seleccionar el equipo más adecuado y mantenerlo en buen estado para asegurar una aplicación efectiva del plaguicida.

7.4.1. Manuales del usuario

El manual de usuario es un documento técnico incluido en los equipos con el propósito de brindar asistencia. Puede venir en forma de libro y/o en forma de documento digital, e incluso poder ser consultado por internet. En general, un manual de usuario debería poder ser entendido por cualquier usuario principiante, como el ser útil para usuarios avanzados.

7.4.2. Funcionamiento del equipo de aplicación (Bombas de mochila)

Por medio del bombeo constante, con palanca situada debajo del brazo, se acciona una bomba de pistón que genera presión en la cámara de aire, la cual se comprime a medida que se fuerza el ingreso de líquido en ella. En consecuencia, a medida que la presión aumenta en la cámara de aire, el líquido es dirigido a un tubo de salida conectado a una manguera, que luego pasa a una válvula en el disparador (gatillo) y, a través de la lanza, llega a la boquilla.

7.4.3. Componentes de una bomba de mochila:

- ♦ **Filtros:** los filtros son esenciales ya que el filtrado inadecuado provoca desgaste y destrucción de las bombas y boquillas.
- ♦ **Tanque:** comúnmente con capacidades de 16 a 20 litros. Se lleva sujeto a la espalda con dos correas ajustables a los hombros.
- ♦ **Agitadores:** importantes para mantener la mezcla uniformemente.
- ♦ **Tuberías y mangueras.**
- ♦ **Pistolas de pulverizado.**
- ♦ **Boquillas:** asperjan el líquido en una forma específica y ayudan a regular el caudal de salida. Existen muchos tipos de boquillas con diferentes combinaciones de caudal de salida, tipos de chorro y caudal de operación. Las boquillas están compuestas de cuatro partes: el cuerpo, el filtro (tamiz), la boquilla propiamente dicha y la tapa.



Fig. 20. Componentes de una bomba de mochila.

7.4.4. Cuidados del equipo de aplicación

- ♦ Después del uso diario, o cuando cambie de plaguicida, enjuague la bomba con agua limpia, limpie el filtro y boquillas, vacíe el tanque y deje que se seque. Para limpiar las boquillas, use un cepillo de dientes u otro material suave. Nunca debe guardarse el equipo con caldo sobrante, ya que éste puede degradarse y ocasionar daños al equipo, como por ejemplo deterioro de sellos y válvulas. El caldo sobrante deberá eliminarse en predios montosos y baldíos donde no haya circulación de personas, animales domésticos, ni fuentes de agua cercanas.
- ♦ Una bomba de mochila debe limpiarse rigurosamente antes de usar un plaguicida diferente, principalmente si este es un herbicida, ya que algunos como el 2,4-D, son particularmente persistentes y deben ser eliminados completamente para evitar un posible daño a los cultivos durante otras aplicaciones.
- ♦ Una vez al año revise y repare la bomba de mochila, si es necesario. Mantenga los diagramas esquemáticos de la bomba que vienen en los manuales del usuario y las piezas de repuesto a mano.

- ♦ **El mantenimiento adecuado del equipo es esencial por razones económicas, de seguridad personal y ambiental; un mantenimiento inadecuado puede provocar accidentes, derrames, riesgos a la seguridad personal, contaminación ambiental, pérdidas de ganancia debido a tiempo perdido, costos por el reemplazo de piezas y uso de fuerza de trabajo para la reparación, además de pérdida de cosecha.**

7.5. USO Y MANEJO SEGURO DE PLAGUICIDAS

Proveer a los consumidores de alimentos inocuos es responsabilidad de todos los miembros de la cadena de producción y comercialización. Este compromiso inicia en los campos de producción y una herramienta para lograrlo es el uso de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Las BPA son definidas como la realización de prácticas durante todo el proceso de producción de materia prima, procesamiento y transporte de productos agrícolas, para asegurar la inocuidad de los alimentos. Este proceso abarca leyes y regulaciones normativas que lo rigen, da seguridad al personal involucrado en el proceso productivo e incluye protección al ambiente, para, finalmente, ofrecer un producto que no causará daño al consumidor.

Un manejo de plagas apropiado debe ser técnica y económicamente viable, ejecutado de acuerdo al plan del cultivo y realizado por personas con conocimientos de control de plagas y uso adecuado de plaguicidas como se lista a continuación:

- ♦ **USO DE PLAGUICIDAS REGISTRADOS:** el registro de un plaguicida es un proceso científico, legal y administrativo que permite a las autoridades ejercer un control de la calidad sobre especificaciones presentes en el etiquetado, embalaje y publicidad. Los datos del registro incluyen propiedades químicas y físicas, eficacia, toxicidad para la evaluación de los peligros en la salud humana y posibles efectos ambientales.
- ♦ **SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS:** los plaguicidas sólo deberán ser utilizados en los cultivos para los cuales han sido registrados, sólo cuando sea necesario y en las dosis adecuadas. La etiqueta y el panfleto es la fuente que rige su uso adecuado.
- ♦ La decisión de selección del plaguicida a utilizar deberá estar basada principalmente en el tipo de organismo presente, etapa del ciclo de vida o reproducción en la cual se encuentre, presencia de otros organismos plaga, etapa del cultivo (crecimiento, floración, fructificación, cosecha) y, por último, en el costo de plaguicidas. Si un producto tiene una presentación comercial aparentemente cara, muy probablemente ya no lo es si se considera su dosis por unidad de área y su intervalo entre aplicaciones.
- ♦ **COBERTURA DE APLICACIÓN:** a mayor cobertura de aplicación, mayor control. La cobertura es especialmente crítica para productos que tienen acción de ingestión o de contacto, ya que si el follaje no quedó adecuadamente cubierto, no habrá buen control.

- ♦ **pH Y CALIDAD DEL AGUA DE APLICACIÓN:** los extremos de pH desencadenan reacciones químicas que descomponen rápidamente los productos, degradándolos en moléculas diferentes a la molécula inicial, perdiendo consecuentemente su acción plaguicida. Por lo general, el pH de aplicación óptimo para la mayoría de plaguicidas, oscila entre 5 y 6. En el mercado existen una serie de productos disponibles para regular el pH.
- ♦ **CONDICIONES CLIMÁTICAS PREVALECIENTES Y HORARIOS DE APLICACIÓN:** los excesos de humedad lavan o interfieren con las aplicaciones. La radiación solar constituye el factor ambiental más importante de descomposición de los plaguicidas y factor decisivo en el desempeño de los operarios. Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones deberán ser dirigidas al envés de las hojas durante las horas frescas del día, para prevenir la descomposición por humedad y radiación, al mismo tiempo que colocan los plaguicidas en el lugar donde se encuentran las plagas y por donde penetran las enfermedades foliares.
- ♦ **VOLUMEN DE AGUA A UTILIZAR:** en términos generales, la aplicación de manera lenta, cubriendo adecuadamente ambos lados de la cama de aplicación o el uso de una baja velocidad del equipo de aplicación, utilizando por consiguiente un poco más de agua, pero sin variar la dosis del producto utilizado, tiene excelentes resultados de control, al mejorar directamente la cobertura de aplicación.
- ♦ **USO DE ADHERENTES O SURFACTANTES:** la utilización de adherente o pegante, tienen un efecto directo sobre la cobertura de aplicación, permitiendo una mejor dispersión de la mezcla, independientemente de la serosidad de la hoja y por ello su uso es recomendable aun bajo condiciones secas o en ausencia de lluvias.
- ♦ **MEZCLA DE PLAGUICIDAS A UTILIZAR:** en términos generales, se recomienda aplicar por separado los plaguicidas cuya etiqueta así lo indica y aquellos que contienen calcio o azufre, ya que estos elementos generalmente reaccionan formando productos con efecto quemante o precipitados que taponan las boquillas. Siempre que haga mezclas nuevas realice pruebas antes de mezclar todo el producto.
- ♦ **DOSIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS:** la dosificación que aparece en la etiqueta que acompaña cada plaguicida es la mejor referencia para el productor. Las dosis estipuladas en las etiquetas proveen el mejor control al mejor precio. La costumbre de utilizar un poco más de lo recomendado por las etiquetas es innecesaria y puede resultar perjudicial por exponer a las poblaciones de plagas a una presión excesiva de selección.

7.6. MEDIDAS DE SEGURIDAD PERSONAL Y AMBIENTAL EN EL MANEJO DE PLAGUICIDAS

Para cada plaguicida a utilizar, se debe estudiar y planificar su uso y manejo adecuado, de acuerdo a estipulaciones del producto referentes a la toxicidad a humanos y vida silvestre, límites de tolerancia, residualidad, días al reingreso, periodos de aplicación y días a cosecha. **Lea y estudie la etiqueta para utilizar el plaguicida adecuadamente.**

Se debe brindar capacitación formal a todos los trabajadores sobre higiene y seguridad laboral. Debe existir un botiquín de primeros auxilios e instrucciones verbales y escritas para ser comprendidas claramente por todos los trabajadores de cómo actuar en casos de accidente y emergencia.

Equipo de protección personal

Deberá ser usado siempre, estar completo y en buen estado:

- Gorro o sombrero
- Gafas
- Mascarilla, preferiblemente de carbón activado
- Mandiles
- Overol de 2 piezas
- Guantes
- Botas de hule

Manipulación adecuada de las mezclas:

- La mezcla de productos debe realizarse en una zona destinada específicamente para esta actividad.
- Los equipos de medición deben estar en muy buen estado y ser adecuados para la cantidad de producto a medirse.
- Utilizar agitadores de material no absorbente (madera, metal).
- Utilizar siempre equipo de protección al hacer mezclas.



Fig. 21.
Equipo de protección.

Al aplicar los productos:

- Equipo de aplicación en buen estado y calibrado.
- Usar equipo de protección personal.
- Hacer aplicaciones a favor del viento, bajo condiciones climáticas favorables.
- Si resulta sobrante de la mezcla de aplicación, asperjar éste en áreas de barbecho o barreras.
- No permitir animales ni personas durante la aplicación.
- Usar rótulos de advertencia.
- Mantener una conducta adecuada: no comer, fumar, beber, bromear o mascar goma durante la aplicación de plaguicidas.

Al finalizar la aplicación:

- Lavar bien el equipo sin contaminar fuentes de agua;
- Bañarse, lavar la ropa y equipo que se utilizó;
- Respetar los plazos de seguridad para entrar al campo aplicado.

Fig. 22.
Higiene personal.



7.7. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS Y SUS ENVASES

Los productos fitosanitarios deben almacenarse en un lugar con las siguientes condiciones: estructura sólida, seguro con cerraduras, resistente al fuego, ventilado, iluminado, separado de alimentos, con muro de contención. El manejo correcto de una bodega de agroquímicos implica que debe poseer ciertas condiciones estructurales y operativas:

7.7.1. Condiciones estructurales:

- Lo más alejado posible de fuentes de agua superficial, pozos de agua para consumo humano, tanques de combustible y viviendas.
- El diseño debe contemplar zona de carga y descarga, con sistema de recolección de derrames, paredes lisas e impermeables, pisos lisos, íntegros, con desnivel mínimo del 1%, altura mínima de 3 metros, tarimas y estantes de material *no absorbente*, rótulos de advertencia para la salud y ambiente, ducha de emergencia a no más de

10 metros de distancia y material absorbente (aserrín) para recolección de derrames.

7.7.2. Condiciones operativas:

- ♦ Acceso restringido, seguridad contra robos y vandalismo.
- ♦ No debe existir oficina dentro de la bodega.
- ♦ Manual de procedimientos para casos de emergencia (intoxicaciones, derrames de plaguicidas, inundación, terremotos, incendios).
- ♦ Capacitaciones al bodeguero en uso y manejo seguro de plaguicidas y primeros auxilios.
- ♦ Mantener el lugar limpio y ordenado.
- ♦ Los plaguicidas deben estar separados de los equipos de protección y aplicación.
- ♦ Separar los plaguicidas de acuerdo a su acción biocida, toxicidad y formulación química.
- ♦ Las bodegas de productos fitosanitarios deberían de contar con inventario actualizado de productos en envases originales o etiquetados.
- ♦ Los productos deberán ser ordenados de la siguiente manera: abajo líquidos, en el centro y arriba polvos o granulados.

En el manejo de los envases de productos fitosanitarios se deberán seguir ciertas normas:

- a) Evitar la exposición de las personas a los envases.
- b) Evitar contaminación del medio ambiente por envases.
- c) Los envases vacíos de plaguicidas deben ser lavados tres veces (triple lavado). Además, deberán perforarse en su fondo o base después del lavado, previniendo su reutilización.

7.8. LOS PRODUCTOS PARA LA PROTECCIÓN DE CULTIVOS Y SUS EFECTOS SOBRE LAS PERSONAS

Los productos para la protección de cultivos representan en muchos casos el medio más importante y difundido para lograr una reducción efectiva y confiable de las plagas agrícolas. Sin embargo, su mal uso ocasiona efectos indeseables, como el desarrollo de

resistencia, resurgimiento de plagas, aparecimiento de plagas por eliminación de enemigos naturales, contaminación ambiental, residuos en los alimentos y problemas de intoxicación.

Para conocer sobre la toxicidad de los productos se realizan experimentos en animales y se determina la dosis letal media, también conocida como DL 50, que es la dosis capaz de matar a la mitad de los animales tratados, la cual se expresa en miligramos por kilogramo de peso.

En base a la DL 50 se realiza la clasificación de los plaguicidas y su peligrosidad para los humanos, distinguiendo esta clasificación con bandas de colores que advierte sobre el tipo de plaguicida con el que se está tratando, tal como se ilustra seguidamente.

Cuadro 7. Clasificación convencional de la peligrosidad de los plaguicidas por medio del color

Banda roja	Extremadamente peligroso
Banda amarilla	Altamente tóxico
Banda azul	Moderadamente tóxico
Banda verde	Ligeramente tóxico

Las vías de penetración de los plaguicidas son: la piel, la boca, la nariz y los ojos, con los siguientes grados de absorción para diferentes partes del cuerpo:

Cuadro 8. Grados de absorción de plaguicidas por partes del cuerpo humano.

Cráneo	35%
Frente	40%
Conducto del oído	50%
Abdomen	20%
Antebrazo	8%
Palma de la mano	10%
Escroto	99%
Pie	15%

7.8.1. Signos y síntomas de intoxicación:

Cansancio, dolor de cabeza, mareo, sudorosis, vista nublada, vómito, calambres, dolor de estómago, dificultad para respirar, pupilas pequeñas, goteo de nariz y babeo e inconsciencia.

7.8.2. Procedimientos básicos de primeros auxilios:

- Solicitar ayuda médica o paramédica.
- Alejarse de la fuente de contaminación, retirar al individuo del sitio de exposición y trasladarlo a un lugar ventilado. Las personas en contacto con intoxicados deben evitar contacto directo con vómitos y vestidos contaminados; no olvidar usar guantes mientras se hace el lavado de piel o cabello.
- Descontaminar al intoxicado, quitar la ropa, lavar la piel y cabello contaminado, con abundante agua y jabón.
- En caso de contacto ocular, lavar con abundante agua o con solución alcalina isotónica, por lo menos durante 15 minutos, mover los párpados cada 10 segundos, inmovilizar el ojo afectado con un pañuelo limpio.
- Comprobar la conciencia del intoxicado.
- Colocar al intoxicado en posición de recuperación. Si la persona está inconsciente, acostarla sobre el lado derecho sin provocarle vómito, procurando mantener libres las vías aéreas.
- En caso de dificultad respiratoria, revisar vías aéreas y aplicar respiración artificial.
- En caso de intoxicación por ingestión, inducir al vómito, si no existe contraindicación en la etiqueta, dar a beber horchata de carbón o tortilla quemada.
- Proteger al intoxicado durante las convulsiones.
- No suministrar antídotos caseros (leche o café).
- Trasladar al paciente al centro de atención más cercano y llevar la etiqueta o envase del plaguicida utilizado.
- Mantener al intoxicado bajo vigilancia.

7.9. NORMAS AMBIENTALES SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS

En la actualidad existen varias convenciones internacionales orientadas básicamente a prevenir los riesgos del comercio, uso, manejo y disposición final de los desechos tóxicos y productos químicos, utilizados en la agricultura y la industria.

- El Convenio de Basilea, en vigor desde el 5 de mayo de 1992, es una de las primeras convenciones internacionales orientada a resolver los problemas generados por la presencia de toneladas de residuos tóxicos, en la cual se establece la reducción al mínimo de los movimientos transfronterizos de las sustancias tóxicas.
- El Protocolo de Montreal, en vigor desde el 1 de enero de 1989, es otra de las convenciones más importantes para proteger la capa de ozono. En ella se establecen calendarios para eliminar las sustancias químicas que destruyen el ozono como los CFC (familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, siendo las principales la industria de la refrigeración y de aerosoles) y el bromuro de metilo.
- Otra convención internacional que ha sido suscrita por más de 150 países es el "Acuerdo de Rotterdam" cuyo propósito es supervisar y controlar el comercio de las sustancias peligrosas de origen agrícola e industrial. Esta convención, conocida también como el Principio de Información y Previo Consentimiento (PIC), identifica los plaguicidas más peligrosos y sustancias químicas para regular su comercio global.
- Actualmente, está en proceso de negociación intergubernamental un acuerdo internacional para eliminar 12 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), que incluyen compuestos químicos industriales como PCBs, plaguicidas como el DDT, Aldrín y residuos industriales no deseados, como las dioxinas.
- Estos instrumentos legales a nivel internacional son marcos normativos muy importantes que contribuyen a la regulación del comercio y uso de sustancias peligrosas; sin embargo, su implementación en cada uno de los países puede ser limitada. Una de las mayores dificultades para implementar estas Convenciones son los intereses económicos de los gobiernos, la falta de información oportuna, el desconocimiento de las convenciones por parte de la ciudadanía y, en algunos casos, la falta de voluntad política para adoptar y aplicar las normas establecidas.

PLAGA A ESTUDIAR: COGOLLERO DEL MAÍZ (*Spodoptera frugiperda*)

Preguntas a contestar:

1. ¿Qué ciclo de vida tiene el insecto estudiado? ¿Es de tres o de cuatro etapas? ¿Dónde ocurre y de qué se alimenta cada etapa del ciclo de vida del insecto? ¿Cuál es el tiempo estimado de duración de cada etapa del ciclo de vida del insecto?
2. ¿Cómo puedo utilizar esta información para planificar estrategias de manejo? Por ejemplo: ¿Con cuánta anticipación a la siembra debo limpiar los alrededores? ¿Cuánto tiempo después de un control químico puedo esperar reinfestación y cuándo debo repetir una aplicación? Si voy a utilizar agentes para el control biológico ¿Cómo utilizo esta información para sincronizar el ciclo de vida de la plaga con el del controlador?
3. ¿Tiene el insecto hábitos de comportamiento especiales? Por ejemplo: es de hábito nocturno, es atraído a luces, es gregario en su etapa inicial, se refugia del calor durante el día, vuela únicamente distancias cortas, es más abundante durante el inicio de la temporada de lluvia, etc. ¿Cómo me ayuda esta información específica a diseñar estrategias prácticas de muestreo y manejo del insecto?
4. ¿Qué tipo de insecticida (de contacto, ingestión, sistémico, translaminar o entomopatógeno) puedo utilizar contra cuáles etapas de este insecto?
5. ¿Dónde se alimenta y reproduce el insecto cuando el cultivo que ataca está ausente? ¿Tiene hospederos alternos preferenciales (dónde es más común encontrarlo)? ¿Es especialista, omnívoro o generalista? Haga una lista de hospederos alternos basada en revisión bibliográfica, en observaciones de campo y, en base a lo encontrado, determine sus opciones de manejo de malezas dentro y alrededor del cultivo.

Fitófaga: que se alimenta de plantas.

Foránea: que no es propia de la zona.

Incidencia: número o proporción de plantas, hojas, tallos y frutos que muestran síntomas.

Inmunidad: condición de una planta que está completamente libre de ataque o daño causado por un agente estresante.

Inóculo: sustancia que contiene patógenos que pueden iniciar una enfermedad.

Parásito: organismo que vive en íntima asociación con otro organismo del cual se alimenta.

Pivotante: que se hunde verticalmente, como una prolongación del tronco.

Resistencia: habilidad de una planta de suprimir, retardar o prevenir la entrada o subsecuente actividad de un patógeno u otro factor nocivo.

Saprófito: organismos que puede subsistir en y alimentarse de materia orgánica e inorgánica.

Severidad: cantidad de tejido de la planta que presenta síntomas.

Signo: el patógeno, sus estructuras o productos del mismo que pueden ser vistas sobre el síntoma.

Síndrome: complejo de síntomas que ocurren en la planta en la medida que la enfermedad progresa.

Síntoma: manifestación visible externa e interna de una planta al ser atacada por un patógeno.

Susceptibilidad: planta que no tiene la capacidad de resistir o defenderse de un agente estresante que puede ser biótico o abiótico.

Tolerancia: habilidad de una planta de sobrevivir y producir rendimientos aceptables bajo un nivel de infección que causaría pérdidas económicas a otras variedades de la misma especie.

Virulencia: es el grado de patogenicidad de un organismo.

- Argüello, H. Lastres L. Rueda A. 2007. (ed.). Manual MIP en Cucúrbitas. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPACZAMORANOCOSUDE). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 244p.
- Cave, R. 1995. Manual para la enseñanza del Control Biológico en América Latina, 1era. Ed., Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press. 188p.
- Constanza, J. s.f. Manejo de Agroquímicos y otras Sustancias. Apuntes de Presentación. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPACZAMORANOCOSUDE). El Salvador.
- Dent, D. 2000. Insect Pest Management. Cab International. The University Press, Cambridge. 410p.
- Lardizábal R. 2006. Prácticas Básicas de Producción. Apuntes de presentación. Programa de Diversificación Económica Rural. (USAIDRed). Implementado por FINTRAC Inc.
- Laserna, C. (editor) 2006. Manejo Integrado de Plagas. Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Proyecto Acceso a Mercados y Alivio de la Pobreza. MAPAUSAID/Bolivia. Imagina Comunicación. Impresiones Poligraf. Cochabamba, Bolivia. 96p.
- Lastres, L. Argüello, H. 2008. Identificando Insectos Importantes en la Agricultura: Un enfoque popular. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPACZAMORANOCOSUDE). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 2da ed. 2008. 90p.
- Pitty, A. (editor). 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 300p.
- Ríos, F. Baca P. 2006. Control de Plagas y Enfermedades de los Cultivos. Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC). Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). Managua, 57p.
- Velásquez, L. 2006. Aspectos Bioecológicos de las Plagas en los Cultivos Agrícolas. Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC). Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). Managua, Nicaragua. 41p.
- http://www.rapal.org/index.php?seccion=4&f=convenios_internacionales.php