

Tabla 16. Listado de plaguicidas usados para el control de enfermedades en tomate

| Nombre comercial | Ingrediente activo | Categoría | Dosis | Modo de acción | Enfermedades que controla | Distribuidor |
|------------------|------------------------|-----------|----------------|----------------------|---|-----------------|
| Amistar 50 WG | Azoxystrobin | IV | 0,2 g/l | | Alternaria, antracnosis de fruto, cenicilla, moho clorótico, oidium | Syngenta |
| Elosan 720 SC | Azufre | III | 1-3 cc/l | Protectante | Cenicilla, moho clorótico, oidium | Bayer |
| Top-sul SC | Azufre | III | 1 cc/l | | Cenicilla, oidium | Colinagro |
| Benomil 50WP | Benomil | III | 0,5-1 g/l | Sistémico | Antracnosis de fruto, botrytis, cenicilla, damping-off, fusarium, moho clorótico, oidium, Sclerotinia | Coljap |
| Bezil 50WP | Benomil | III | 0,5-1 g/l | | Antracnosis de fruto, botrytis, cenicilla, damping-off, fusarium, moho clorótico, oidium, Sclerotinia | MK |
| Baycor DC 300 | Bitertanol | IV | 1,25 cc/l | Sistémico curativo | Cenicilla, moho clorótico | Bayer |
| Bavistin 500 SC | Carbendazim | III | 0,5 cc/l | Curativo, preventivo | Antracnosis de fruto, botrytis, damping-off, fusarium, sclerotinia | Basf |
| Derosal 500 SC | Carbendazim | III | 0,75-1,25 cc/l | Protectante | Antracnosis de fruto, botrytis, damping-off, fusarium | Bayer |
| Equation PRO | Cimoxanil + famoxadone | III | 1-2 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Du pont |
| Curathane | Cimoxanil + Mancozeb | III | 2,5 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Dow Agrosiences |
| Curzate M8 | Cimoxanil + Mancozeb | III | 2,5-3 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Du pont |
| Fitoraz WP 76 | Cimoxanil + propineb | III | 3 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Bayer |
| Euparen WP 50 | Didofluanid | III | 1 g/l | Protectante | Alternaria, botrytis, damping-off, sclerotinia | Cropsa |
| Score 250 EC | Difenoconazol | III | 0,5 cc/l | Sistémico | Alternaria, antracnosis de fruto, cenicilla, moho clorótico, oidium, botrytis | Syngenta |
| Forum 500 WP | Dimetamorf | III | 0,6-0,75 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Basf |
| Acrobat MZ 69 | Dimetamorf + | III | 3,75 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Basf |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----|-----------|----------------------|--|------------------|
| | mancozeb | | | | | |
| Metalfun 40 EC | Dodermorf acetato | III | 1 cc/l | Sistémico curativo | Cenicilla, moho clorótico, oidium | Basf |
| Teldor combi SC 416.7 | Fenhexamid + tebuconazole | III | 0,5 cc/l | Preventivo, curativo | Botrytis, sclerotinia | Bayer |
| Brestanid 500SC | Fentin hidróxido de estaño | III | 0,5 cc/l | Protectante | Alternaria, gota | Bayer |
| Switch 62.5 WG | Fluodioxonil + cipronidil | III | 0,5 g/l | | Alternaria, botrytis, sclerotinia | Syngenta |
| Aliette 80 WP | Fosetil aluminio | IV | 2,5-3 g/l | Sistémico | Marchitez por verticillium, gota | Bayer |
| Rodhax 70 WP | Fosetil aluminio + mancozeb | III | 2,5 g/l | Sistémico | Damping-off, gota, marchitez por verticillium | Bayer |
| Kocide 101 | Hidróxido cúprico | III | 2-3 g/l | Protectante | Alternaria, antracnosis de fruto, erwinia, fumagina, gota, marchitez por verticillium, pseudomonas, xantomonas | Proficol |
| Rovral FLO | Iprodine | III | 1 cc/l | Protectante | Alternaria, botrytis, damping-off, sclerotinia | Bayer |
| Kasumin 2% (drenchs, follaje) | Kasugamicina | III | 1,5 cc/l | | Erwinia, pseudomonas, xantomonas | Fedearroz |
| Stroby SC | Kresoxim metil | III | 0,25 cc/l | Preventivo | Botrytis, sclerotinia | Basf |
| Dithane M-45 | Mancozeb | III | 3 g/l | Protectante | Alternaria, antracnosis de fruto, damping-off, erwinia, gota, xantomonas | Dow AgroSciences |
| Manzate 200WP | Mancozeb | III | 3 g/l | Protectante | Alternaria, antracnosis de fruto, damping-off, erwinia, gota, xantomonas | Du pont |
| Rally 40 WP | Myclobutanil | III | 0,2 g/l | Sistémico | Alternaria, cenicilla, oidium | Dow AgroSciences |
| Sandofan M | Oxadixil + mancozeb | III | 2 g/l | Sistémico | Damping-off, gota | Proficol |
| Oxiclor 35 WP | Oxicloruro de cobre | III | 2 g/l | Protectante | Alternaria, antracnosis de fruto, erwinia, fumagina, marchitez por verticillium, pseudomonas, xantomonas | Superabono |
| Cobrethane | Oxicloruro de cobre + mancozeb | III | 2 g/l | Protectante | Damping-off, erwinia, gota, pseudomas, xantomonas | Dow AgroSciences |
| Previcur N SL | Propamocarb | IV | 1,5 cc/l | Sistémico | Damping-off, gota | Bayer |
| Sumilex 50 WP | Proximidona | III | 1 g/l | Preventivo | Alternaria, botrytis, damping-off, sclerotinia | Fumitoro |

| | | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|----------|-------------------------|--|-------------|
| Folicur EW 250 | Tebuconazole | III | 0,5 cc/l | Preventivo, curativo | Alternaria | Bayer |
| Mertect 500SC | Tiabendazol | IV | 1 cc/l | Preventivo | Antracnosis del fruto, botrytis, damping-off, fusarium, sclerotinia | Syngenta |
| Equation Pro | Famoxadone | III | 1-2 g/l | Protectante | Gota, alternaria | |
| Validacin | | III | | Preventivo, curativo | | Fedearroz |
| Agrodyne (Drenchs o follaje) | Ácido Yodhídrico, polietoxi etanol | III | 2-3 cc/l | | Erwinia, pseudomonas, xantomonas | Electrowest |
| Saprol | Triforina | III | | Preventivo curative | Oidium, cenicilla | Basf |
| Sincosin | Extractos de plantas, citoquininas, triacontanol, adenosin, ácidos grasos, ácido salicílico | IV | 3 cc/l | Sistémico | Nematodos | Magro S.A |
| Agrodyne | Ácido Yodhídrico, polietoxi etanol | III | 2,5 cc/l | | Desinfectante para utensilios y herramientas | Electrowest |
| Hipoclorito de sodio al 1% o 2% | Hipoclorito de sodio | | | | Desinfectante para utensilios y herramientas | |

(OJO: los productos resaltados no se van a incluir según FAO)

5.4. Desórdenes fisiológicos y nutricionales

Los desórdenes fisiológicos, también llamados enfermedades abióticas, causan una serie de anomalías a diferentes estructuras de la planta, generalmente debidas a condiciones climáticas adversas o por deficiencias nutricionales. Entre los más comunes están:

Putridión apical del fruto o culillo

Es uno de los desórdenes nutricionales más comunes de la producción de tomate bajo invernadero, y es ocasionado por la deficiencia de calcio en la planta. Este desorden fisiológico se presenta en frutos verdes y maduros (figuras 199 y 200), se manifiesta como una necrosis o pudrición en la parte apical del fruto y deteriora su calidad.



Figuras 199 y 200. Daño típico en fruto por una deficiencia de calcio

Para prevenir este desorden pueden tomarse algunas medidas preventivas, como son: encalar el suelo para subir el pH y aumentar la disponibilidad de calcio, mantener un buen nivel de calcio en la solución nutritiva, evitar el estrés de agua en el suelo, sea por déficit o por exceso, prevenir tanto la alta humedad relativa como la baja dentro del cultivo, utilizar variedades tolerantes a poco calcio en el suelo y realizar aplicaciones foliares en el momento de la floración con productos a base de calcio, como nitrato o cloruro de calcio.

Grietas en frutos

Las grietas en frutos se presentan por las siguientes razones:

- Riego irregular.
- Fluctuaciones de la humedad del suelo.
- Alta temperatura y alta irradiación del día y temperaturas nocturnas bajas.
- Diferencias extremas de temperatura entre el día y la noche, las cuales crean condiciones para la expansión y contracción de las células en el fruto.
- Variedades sensibles.
- Alta humedad del aire que limita la evaporación a través del follaje y crea estrés de agua causando rajamiento.
- Aparición de virosis, sobre todo YLCV.

- Plantas viejas con poca área foliar y escasa vegetación, u hojas dañadas o defectuosas, limitan la evaporación a través del follaje, y esto puede resultar en frutos rajados debido al exceso de agua que alcanzan.
- Poda fuerte de hojas que resulta en una reducción de la evaporación y pérdida de protección del fruto, lo cual incrementa el rajamiento debido a la presión de las raíces.
- Bajos niveles de nutrientes especialmente potasio, calcio y magnesio, los cuales son esenciales para la construcción y fortalecimiento de la pared celular.
- En tomates que son expuestos a los rayos directos del sol principalmente por pérdida de follaje.
- Altas concentraciones de azúcar y sólidos solubles genera más bajo potencial osmótico en el fruto que en otras partes de la planta; esto fomenta la circulación de agua dentro del fruto formando rajamientos; esta causa es común en tomates cherry.

Se pueden presentar tres tipos de rajamiento en los frutos: las grietas radiales (figuras 201 y 202) que se desarrollan desde el cáliz del fruto hacia la parte apical del mismo; las grietas concéntricas (figura 203), se presentan alrededor del cáliz y tienen forma de círculo o semicírculo, y las grietas diminutas (figura 204), pequeñas fisuras que se desarrollan alrededor de los hombros del fruto, de apariencia desigual y se presentan en grandes cantidades.



Figuras 201 y 202. Grietas radiales



Figura 203. Grietas concéntricas



Figura 204. Grietas diminutas

Medidas para reducir el rajamiento

- Extrema sequía del suelo seguido por la aplicación de un gran volumen de agua causa rajamiento del fruto; es importante mantener una rutina regular de fertirrigación y un nivel uniforme de humedad en el suelo.
- Cuando las temperaturas son muy bajas, especialmente en días muy nublados, es necesario irrigar con muy poca cantidad de agua para prevenir el exceso y la acumulación de humedad, que podría ser absorbida por las raíces de la planta, la cual crea presión sobre el fruto y causa rajamiento.
- Evitar una poda severa a las plantas para no disminuir la tasa de evaporación vegetativa y entonces reducir el estrés de agua sobre el fruto.
- Fertilización adecuada para promover un crecimiento continuo de follaje sano, que permita la transpiración y la evaporación del agua absorbida por las raíces.
- Mantener el cultivo sano, principalmente de mildes, mohos foliares que reducen significativamente la superficie de evaporación del follaje.
- Fertilización adecuada con calcio, magnesio y potasio para el fortalecimiento de la pared celular y, así, fomentar una resistencia del fruto al rajamiento.

Para reducir o prevenir las grietas en los frutos, se deben usar variedades tolerantes al rajamiento, mantener la humedad del suelo constante, evitar sembrar en épocas de altas temperaturas y radiación solar, evitar riego accidental o lluvia, mantener una nutrición adecuada con potasio, calcio y magnesio y proteger las plantas de enfermedades y plagas que dañen la vegetación.

Malformaciones (caregato)

Es un desorden común en cultivos bajo invernadero. Se presenta por la presencia de alta humedad relativa y bajas temperaturas, lo que implica disminuir la viabilidad y la cantidad del polen; se distorsionan tanto el ovario como los estambres y se produce la deformación del fruto (figuras 205 y 206), acompañada de un tejido corchoso en las cavidades que se forman; lo anterior hace que este tipo de frutos sean rechazados en el mercado.



Figuras 205 y 206. Frutos con malformaciones. Cara de gato

Para su control se debe buscar disminuir las bajas temperaturas y altas humedades dentro del invernadero; para ello se realizan mediciones de humedad y temperatura a diferentes horas del día y de la noche y se toma la decisión de abrir o cerrar las cortinas del invernadero.

Caída de flores

Ésta se presenta cuando la humedad relativa del invernadero está por debajo del 60%; igualmente se produce cuando la planta está expuesta a vientos, lo cual evita la polinización normal de la flor; el polen se seca y causa su aborto (figura 207). También se presenta por una deficiencia de boro en la planta, especialmente en época de floración, cuando se hacen aplicaciones excesivas de nitrógeno y por la presencia de enfermedades como moho gris o *Botrytis cinerea*.



Figura 207. Aborto de flores en la inflorescencia

Maduración manchada (Blotchy ripening)

Se presenta como una pérdida de color en ciertas áreas del fruto durante el proceso de maduración. Algunas áreas no adquieren el color rojo característico (figura 208), sino que forman coloraciones bronceadas; las manchas no son uniformes ni en forma ni en tamaño, y se extienden hasta cubrir una gran superficie del fruto. Generalmente las áreas no maduras presentan mayor dureza que las áreas rojas.



Figura 208. Frutos con maduración manchada

Las condiciones que favorecen este desorden fisiológico en el cultivo de tomate bajo invernadero son las bajas temperaturas, la radiación solar baja, la nubosidad y la humedad relativa altas; también se atribuye a una deficiencia de potasio, y se ha reportado que algunas variedades son más sensibles a este desorden.

Para su control, es conveniente evitar que la época de cosecha coincida con la época de alta nubosidad; tratar de aumentar las temperaturas en el invernadero en las horas de la noche; ventilar el invernadero para prevenir la acumulación de exceso de humedad alrededor de los racimos; evitar altas densidades poblacionales, las cuales reducen o impiden el paso del aire y de la luz entre las plantas; remover hojas de las plantas para permitir la penetración de la luz en sus bases; aplicar mayores cantidades de potasio, y mantener la relación nitrógeno potasio de 1:2 en el suelo. Por último, evitar variedades sensibles al Blotchy ripening.

Hoja enrollada

Este desorden se caracteriza por un enrollamiento hacia arriba o hacia abajo de las hojas. El enrollamiento hacia arriba (figura 209) se produce porque la planta es sometida a condiciones extremas de estrés, por altas o bajas temperaturas, o por agua. El enrollamiento hacia abajo (figura 210) es producido por la exposición a la radiación directa del sol sobre la planta. Las hojas se vuelven quebradizas y frágiles. Plantas con hojas enrolladas tienen baja tasa de fotosíntesis y transpiración, que reduce significativamente la producción. Cuando el enrollamiento de las hojas es severo, los frutos quedan expuestos a condiciones extremas de temperatura, y se incrementa la susceptibilidad del fruto al agrietamiento y a diferentes niveles de golpe de sol, y aun se puede dañar su firmeza. Las hojas se mantienen turgentes pero no se marchitan. El crecimiento de la planta no se afecta y la formación de frutos es normal.



Figura 209. Hoja enrollada hacia arriba por condiciones de estrés en la planta



Figura 210. Hoja enrollada hacia abajo por alta radiación solar

Pérdida del punto de crecimiento o planta macho

Cuando plantas de crecimiento indeterminado paran el punto de crecimiento (figuras 211 y 212) por razones desconocidas, aparece una inflorescencia o una hoja en la corona similar a lo que sucede al final del punto de crecimiento en variedades determinadas. Es muy común en campo, cuando las plantas tienen una vegetación densa, un tallo delgado y grandes hojas, como resultado de fertilización e irrigación incontroladas.



Figuras 211 y 212. Plantas que perdieron su punto de crecimiento

La desaparición del punto de crecimiento puede ocurrir tanto en semillero como en los primeros días del trasplante, o después de la aparición normal de la 5.^a o 6.^a inflorescencia en la planta, y ésta aparece sólo en un pequeño porcentaje del cultivo. En ciertos casos, la cesación del crecimiento es total, mientras que en otros casos una nueva rama secundaria crece para reemplazar el punto de crecimiento.

Frutos huecos

Este desorden en la planta es ocasionado por el excesivo uso de nitrógeno en la aplicación de fertilizantes, el exceso de hormonas para el cuajamiento del fruto, la baja radiación solar, una mala polinización y el empleo de variedades sensibles a este desorden. Por estas mismas condiciones también pueden formarse frutos triangulares, que no presentan las mismas características de la variedad.

Los frutos huecos (figura 213) presentan una cavidad o hueco entre la pared del fruto y la placenta que contiene las semillas, lo cual le da pérdida de firmeza al fruto y acorta su vida útil.



Figura 213. Frutos huecos

Para controlar este desorden en la planta se debe mejorar la entrada de luz al invernadero, limpiando los plásticos en el caso que éstos tengan gran acumulación de suciedad, sembrar en épocas oportunas para que la alta luminosidad coincida con la época de cosecha, favorecer la polinización con técnicas de vibración de inflorescencias, evitar la fertilización nitrogenada excesiva y las altas densidades poblacionales, y podar las hojas que impidan la penetración de la luz hacia los frutos, evitando igualmente podas severas.

Edema

Se caracteriza por protuberancias verdes como callos (figura 214) en las superficies superiores e inferiores de la hoja. Estas protuberancias pueden quebrarse a medida que crecen.



Figura 214. Edema por saturación de agua en las hojas

Esta alteración se desarrolla cuando el tejido de la hoja está saturado de agua, como resultado de una presión que ejerce la raíz al continuar llevando el agua hacia la planta cuando la transpiración es pobre. Generalmente, esto sucede cuando el suelo está tibio y húmedo y la temperatura del aire está fresca, combinación de alta humedad y baja temperatura. Los periodos prolongados de humedad favorecen esta alteración.

La incidencia de esta alteración se reduce manteniendo la ventilación adecuada para los cultivos de invernadero y los niveles de humectación del suelo.

Fruto con estrías tipo cremallera

Se presentan unas cicatrices delgadas bronceadas que van desde el cáliz del fruto hacia su base (figura 215), en diferentes longitudes, causadas por un problema de mala polinización, ya que al momento de formarse el fruto las anteras quedan adheridas en la pared del ovario. El desorden aparece cuando hay extremos de temperaturas (altas o bajas) y exceso de humedad en el invernadero. Algunas variedades son más sensibles que otras.



Figura 215. Frutos con estrías tipo cremallera

Golpe de sol

Se produce por una exposición directa del fruto a los rayos del sol, lo cual genera un área blanca brillante y correosa (figura 216). Se origina cuando se realizan podas fuertes de hojas que dejan el fruto descubierto, lo que aumenta repentinamente la temperatura del fruto y ocasiona un daño en el tejido.



Figura 216. Fruto con golpe de sol

El uso de variedades resistentes al marchitamiento y a las enfermedades foliares puede reducir las pérdidas por golpe de sol. También se pueden reducir

las pérdidas al cosechar y podar cuidadosamente los cultivos para disminuir la defoliación y la exposición directa del fruto a la luz del sol.

6. Manejo seguro de plaguicidas

Los residuos de agroquímicos están considerados hoy en día como un factor de alta sensibilidad en el intercambio internacional de productos hortofrutícolas tanto en estado fresco como procesados. El nivel de residuos y las tolerancias establecidos por los distintos gobiernos, pueden llegar a constituir una seria limitación para la estabilidad y expansión de las exportaciones hortofrutícolas, lo cual se agravaría aún más si no se desarrolla un manejo adecuado de los plaguicidas dentro del contexto de las Buenas Prácticas Agrícolas —BPA— en la protección fitosanitaria, y si no se tiene un conocimiento pleno de las exigencias impuestas por los diferentes mercados internacionales, teniendo en cuenta la utilización de los agroquímicos registrados en los países de destino, sin exceder los límites de residuos.

La aplicación masiva de plaguicidas es parte integral de la agricultura moderna y de los programas de salud pública. Su utilidad ha quedado demostrada por el control de las enfermedades tropicales transmitidas por insectos y el mejor rendimiento por hectárea de numerosos cultivos, con su benéfica repercusión económico-social. En contraposición, surgen sus efectos tóxicos, no sólo sobre la salud humana y animal, sino sobre los ecosistemas. En Colombia es más notable el efecto de contaminación, por tratarse de un país agricultor donde cerca del 50% de la población se dedica a las labores del agro.

Colombia es un país agrícola por excelencia, y el uso de plaguicidas se ha convertido en una necesidad básica en los cultivos de frutas y hortalizas, como una herramienta eficaz para controlar enfermedades, insectos, malezas y otros organismos que interfieren la producción de cultivos. Sin embargo, su uso inadecuado, particularmente cuando es excesivo, su aplicación en tiempos inapropiados y en cultivos que no se han registrado, hacen de estas sustancias un riesgo potencial para la salud humana y para el ambiente en general, ya que se trata de productos generalmente tóxicos, que pueden permanecer como residuos en el producto final que va al consumidor, y, por tanto, reducen su calidad. En el país se utilizan plaguicidas de manera indiscriminada, porque una de las prácticas agrícolas más frecuentes es el monocultivo no tecnificado, además del bajo nivel educativo de quienes manejan el producto en el campo, lo que ocasiona un incremento en el nivel de riesgo para los agricultores, los consumidores finales y el medio ambiente.

Con el objetivo de proteger la salud humana y asegurar que sobre los alimentos se aplique solamente la cantidad mínima de plaguicida para combatir una plaga, la legislación colombiana acoge los Límites Máximos de Residuos —LMR—, definidos por el Codex alimentarius de la FAO, los cuales indican la cantidad máxima de residuo de un plaguicida en un determinado producto, con base en estudios de ingesta diaria promedio de ese alimento y en la toxicidad de ese plaguicida en particular.

En nuestro país son frecuentes las intoxicaciones colectivas con plaguicidas, generalmente a través de alimentos contaminados o por exposiciones de grupos humanos, pero hasta el momento no están bien dilucidados los efectos a largo plazo que pueden producir dichas sustancias al consumirlas diariamente con los alimentos. Se han realizado algunos estudios en el país para determinar la presencia de residuos de pesticidas de alto riesgo en cultivos de fresa, tomate, uchuva, repollo, etc.

Muchos de los plaguicidas usados en el país son altamente tóxicos, basta una mínima dosis para afectar a un ser humano. Otros, de menor toxicidad, afectan el medio ambiente, y persisten por años en el ecosistema, para luego transferirse a los alimentos y después acumularse en el tejido adiposo de seres humanos y animales.

Según datos del ICA, hay registrados en el momento 609 plaguicidas de uso agrícola, formulados a base de 228 ingredientes activos diferentes; se consumen por año más de 40.000 toneladas de ellos, con un costo aproximado de \$23.000.000.000; gran parte de estos insumos se aplican por vía aérea, y se fumigan más de un millón de hectáreas por año desde 220 pistas pertenecientes a 50 empresas de aviación agrícola.

Se calcula que un 36 a 40% de la población colombiana está directamente expuesta al contacto con plaguicidas (formuladores, agricultores, fumigadores), por lo cual podemos asegurar que son los tóxicos más ampliamente distribuidos en el país.

6.1. Definición

De acuerdo con la FAO, los plaguicidas se definen como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales; las especies no deseadas de plantas y animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que puedan administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

6.2 Origen

Los plaguicidas pueden obtenerse de distintas fuentes, veamos:

Productos inorgánicos: se trata de compuestos de diferentes elementos, como arsénico, mercurio, cobre, boro, azufre, etc. La mayoría han caído en desuso o han sido prohibidos, pero aún se utilizan algunos como el oxiclورو de cobre y el azufre.

Productos orgánicos: son aquellos que tienen carbono en su molécula y pueden subdividirse en:

- Derivados de plantas: las piretrinas naturales, la nicotina, la rotenona, la sabadilla y el extracto de neem son ejemplos de plaguicidas obtenidos de plantas.
- Orgánicos de síntesis: son sustancias creadas por el hombre gracias a la química. La mayoría de los plaguicidas usados actualmente pertenecen a este grupo. Ejemplo: los órganofosforados, los carbamatos, los piretroides, los órganoclorados.

Los órganofosforados y carbamatos causan la muerte a los insectos al desencadenar desajustes en el sistema nervioso por inhibición de la acetil colinesterasa. Esta enzima es la encargada de regular la actividad de la a. colina inmediatamente después que ha permitido la transmisión del impulso nervioso.

El mecanismo de resistencia específico a estos insecticidas se presenta por insensibilidad de la colinesterasa. Probablemente por pequeños cambios químicos (formas químicas), ésta continúa su función a pesar de la presencia del insecticida.

Los órganofosforados y piretroides bloquean la transmisión del impulso nervioso, y afectan los cambios de potencial de membrana por interferencia de los canales de sodio, ocasionando desajustes funcionales que posteriormente causan la muerte del insecto.

El mecanismo de resistencia específico se presenta por insensibilidad en el sitio de acción. En este caso, por cambios en los sitios de acople, el insecticida no es capaz de bloquear el sistema por falta de afinidad por el mismo.

Productos biológicos: son microorganismos como virus, bacterias, hongos, nematodos, etc., que atacan y matan diversas clases de plagas y que el hombre está utilizando en su lucha contra ellas. Desde hace varios años hay un interés creciente por estudiar y utilizar este método de control. Los mayores éxitos se han obtenido en el control de insectos y ácaros. Bacterias como el *Bacillus thuringiensis*, hongos como el *Beauveria bassiana* son ejemplos de estos organismos.

6.3 Clases de plaguicidas

De acuerdo con el tipo de problema que controlan, los plaguicidas se clasifican en:

- Insecticidas: usados para controlar insectos.
- Fungicidas: para controlar hongos causantes de enfermedades.
- Herbicidas: para controlar malezas.
- Acaricidas: para controlar ácaros.
- Nematicidas: para controlar nemátodos.
- Molusquicidas: para controlar babosas y caracoles.
- Rodenticidas: para controlar roedores como ratas.

- Desinfectantes del suelo: son productos que controlan casi todos los organismos que habitan en el suelo, como hongos, malezas, insectos y nematodos.
- Atrayentes: usados para atraer las plagas (generalmente a trampas).
- Repelentes: usados para ahuyentar las plagas.
- Defoliantes: provocan la caída de las hojas sin matar las plantas.
- Reguladores fisiológicos: aceleran o retardan el crecimiento, estimulan la floración o fructificación o cambian en alguna forma el comportamiento normal de las plantas.

6.3.1. Características de los plaguicidas más comunes

Insecticidas

Pueden agruparse de la siguiente forma:

Por su vía de acción. Pueden ser de contacto, de ingestión y de inhalación. Generalmente tienen más de una vía de acción (figura 217). El contacto se puede dar en el momento de la aplicación: le cae el plaguicida al insecto; o después: el insecto llega y camina o se posa en una superficie tratada con el insecticida. La ingestión se puede dar cuando el insecto come (mastica) hojas u otra parte de la planta tratada, o al chupar en plantas tratadas con insecticidas translaminares o sistémicos. La inhalación se presenta con algunos insecticidas que se evaporan fácilmente y los insectos al respirar absorben esos vapores.



Figura 217. Formas de acción de los plaguicidas

Por su movimiento en la planta. De superficie, translaminares y sistémicos. Los insecticidas de superficie, al ser aplicados sobre las plantas, quedan formando una película superficial; los translaminares, llamados también “con efecto de profundidad”, pueden penetrar en las hojas u otras partes de la planta, y los sistémicos penetran y además circulan dentro de la planta. Los sistémicos pueden ser absorbidos por el follaje o por las raíces. Desde el punto de vista de la seguridad, estas características son muy importantes: es fácil entender, por ejemplo, que si un fruto ha sido tratado con un producto de superficie, puede ser lavado para eliminar cualquier residuo de producto; pero si fue tratado con un producto sistémico, y el residuo está dentro del

fruto, no es posible eliminarlo. Por esta razón, se deben respetar los tiempos entre la última aplicación y la cosecha, recomendados en la etiqueta.

Por su selectividad frente a la fauna benéfica. Pueden ser selectivos y no selectivos. Se dice que un insecticida tiene selectividad cuando afecta más a la plaga que va a controlar, que a sus enemigos naturales. La selectividad depende de varios factores: vía de acción del insecticida, forma de aplicación, formulación, dosis utilizada, hábitos de la plaga y sus enemigos, etc. Cuando el insecticida es más tóxico para la plaga que para sus enemigos, la selectividad se denomina fisiológica. En general, la selectividad es un concepto relativo y, con excepción de algunos insecticidas biológicos, nunca se logra una selectividad total.

Fungicidas

Pueden clasificarse de la siguiente forma:

Por su movimiento en la planta. En protectantes (o preventivos), curativos y erradicantes. Generalmente los fungicidas de superficie dan un control preventivo, y por tanto deben ser aplicados antes de que se presente la enfermedad o al presentarse los síntomas iniciales. Los fungicidas translaminares y sistémicos pueden penetrar el tejido de las plantas y matar el hongo que ha invadido el tejido, y por eso se denominan “curativos”. Además, pueden evitar la formación de esporas, lo cual constituye la acción erradicante. Su aplicación, entonces, puede ser preventiva, antes de que se presenten los síntomas de la enfermedad, o curativa, cuando ya se han presentado.

6.3.2. Formulación de plaguicidas

Formulación es la forma como se presenta una sustancia, sólida, líquida o gaseosa, para su uso práctico. En muy pocos casos una sustancia con acción plaguicida se utiliza pura. La casi totalidad de las veces un plaguicida es una mezcla de varias sustancias que tienen una función determinada. Éstas son:

Ingrediente activo

Es la sustancia responsable del efecto biológico del plaguicida. Generalmente un plaguicida tiene un ingrediente activo, pero en algunos casos puede tener dos o más ingredientes activos.

Ingredientes aditivos o coadyuvantes

Sustancias que se adicionan en la formulación de plaguicidas, o a los plaguicidas ya formulados en el tanque de mezcla, con el propósito de mejorar su eficacia biológica. No tienen acción plaguicida por sí mismas; en la etiqueta aparecen también como “ingredientes inertes”.

Las principales funciones de los coadyuvantes son:

- *Acondicionadores de pH:* en términos generales, a medida que el pH del agua esté por encima del neutro, la vida media de los agroquímicos disminuye. Los herbicidas son los que requieren pH más ácido, seguidos de los insecticidas, y por último los fungicidas. Lógicamente cada caso es particular, puesto que está estrechamente relacionado con el ingrediente activo correspondiente.
- *Corrector de la dureza:* la dureza es la concentración (ppm) de Ca y de Mg expresada como carbonatos, presentes en el agua. Interfiere los procesos

de emulsificación o de dispersión del agroquímico, que se traduce en la homogeneidad y estabilidad de la mezcla. Aguas con dureza por encima de 150 ppm pueden presentar problemas con los agroquímicos.

- *Efecto tensoactivo:* para romper la tensión superficial del agua, es la fuerza de cohesión de las gotas de agua para no romperse. Los coadyuvantes tensoactivos reducen la tensión superficial y facilitan la humectación y penetración del agroquímico.

Existen varias clases de ingredientes aditivos o coadyuvantes; los más comunes son:

Solventes: muchos ingredientes activos no se disuelven bien en agua, y por eso se utilizan como solventes productos tales como hidrocarburos, cetonas, alcoholes, etc.

Portadores: son sustancias que se emplean en las formulaciones, como rellenos, diluyentes o portadores del ingrediente activo. Tienen un efecto físico-químico sobre el ingrediente activo del agroquímico al formar una emulsión aceite en agua, que aísla los componentes lipofílicos de los componentes hidrofílicos, y evita el posible efecto deletéreo del agua sobre el ingrediente activo.

Mejoran la penetración del ingrediente activo en las plantas, insectos u hongos, por efecto de afinidad lipofílica entre el vehículo de la aspersión y las sustancias cerosas de las cutículas de las plantas, insectos u hongos.

Humectantes: llamados también hipotensores. Reducen la tensión superficial y permiten que las gotas de aspersión se extiendan al caer sobre una superficie, lo cual mejora el cubrimiento de la aspersión.

Adherentes o pegantes: hacen que el plaguicida se pegue a las hojas y forme una película que se adhiere a la superficie foliar, la cual evita el lavado del ingrediente activo en caso de lluvia y lo protege en condiciones ambientales adversas, como altas temperaturas, evaporación, alta radiación solar (fotodegradación), vientos fuertes (deriva del producto), etc.

Dispersantes: evitan la agrupación de las partículas para retardar la sedimentación de ciertas formulaciones que se mezclan con agua.

Detergentes: lavan la cutícula cerosa de las hojas y facilitan el contacto del plaguicida.

Emulsificantes: posibilitan la mezcla con agua de productos que normalmente no se mezclan con ella, como el aceite.

Acondicionadores: mejoran las propiedades químicas del agua de aspersión, especialmente el pH y la dureza, ya que estos factores influyen negativamente sobre la estabilidad y la actividad biológica de los ingredientes activos de los agroquímicos.

Encapsuladores:

- Formulaciones sólidas o secas. Los más comunes son:
 - Polvos para espolvoreo (DP)
 - Polvos mojables (WP)
 - Polvos solubles (SP)
 - Gránulos dispersables (WG)
 - Granulados (GR)
 - Cebos tóxicos (GB)

- Formulaciones líquidas:
 - Concentrados emulsionables (EC)
 - Concentrados solubles (SL)
 - Suspensiones concentradas (SC)
 - Formulaciones ULV
 - Microencapsulados (CS)

6.3.2.1. Condiciones para lograr la eficacia de un plaguicida

Para que un plaguicida ejerza su acción tóxica sobre insectos, malezas o microorganismos, son indispensables algunas de las siguientes condiciones o combinaciones de ellas:

Contacto del producto

El contacto puede ser con el suelo, con la planta, con el insecto plaga, etc., pero es indispensable para que se ejerza la acción del compuesto por contacto directo, absorción o ingestión, interfiriendo procesos biológicos, bioquímicos o químicos.

Retención

El producto debe permanecer el tiempo necesario sobre las superficies de tratamiento para las cuales se ha elegido. En algunos casos es indispensable una retención prolongada, traducida en mayor protección o en un efecto total, como sucede con ciertos herbicidas, concepto que se asimila al efecto “acción residual” o “efecto prolongado”, y que, en algunos casos, se mejora mediante el empleo de surfactantes.

Penetración

Dos criterios se desprenden de la palabra penetración: el primero, relacionado con la retención del producto en el medio, bien sea el suelo o el follaje de la planta; y el segundo, el ingreso del producto en los individuos por controlar, lo cual requiere diversas vías, tales como el aparato digestivo o la cutícula en el insecto, o también la superficie foliar o las estructuras de los microorganismos en las malezas, patógenos, etc.

Traslación

En el caso de los productos cuya actividad se manifiesta mediante desplazamiento interno hacia los puntos en los cuales se ejerce su acción (sistémicos o traslocables), la penetración y el posterior desplazamiento son condiciones indispensables para lograrse la eficacia de tales compuestos.

Efecto tóxico

Sólo si el compuesto interfiere sobre algún proceso biológico o bioquímico podrá demostrar su bondad; por ello es indispensable conocer claramente la forma como cada compuesto ejerce su acción tóxica.

6.3.3. Clasificación toxicológica de los plaguicidas

Las cuatro categorías toxicológicas establecidas en Colombia son las siguientes:

| | |
|----------------|------------------------|
| Categoría I: | Extremadamente tóxicos |
| Categoría II: | Altamente tóxicos |
| Categoría III: | Medianamente tóxicos |
| Categoría IV: | Ligeramente tóxicos |

La etiqueta de cada plaguicida tiene impresa la categoría toxicológica del producto, y en su parte inferior aparece una banda o franja de color para identificar en forma más rápida a qué categoría pertenece el producto (Tabla 17).

Según el Artículo 63, del Capítulo VII del Decreto 1843 de 1991, “Uso y Manejo de Plaguicidas”, del Ministerio de Salud, los productos clasificados dentro de las categorías I y II (“extremadamente y altamente tóxicos”), requieren ser formulados por un ingeniero agrónomo, médico veterinario u otro profesional capacitado en las áreas agropecuarias o de salud debidamente inscrito ante la entidad correspondiente.

El productor agropecuario, antes de comprar plaguicidas, debe, primero que todo, contar con asesoría técnica, y de ser necesario su uso debe decidirse por productos de categorías III y IV (“moderadamente y ligeramente tóxicos”).

Tabla 17 Identificación de la categoría toxicológica por color

| Categoría | Descripción | Color etiqueta |
|------------------|-------------------------------|-----------------------|
| I | EXTREMADAMENTE TÓXICOS | ROJO |
| II | ALTAMENTE TÓXICOS | AMARILLO |
| III | MODERADAMENTE TÓXICOS | AZUL |
| IV | LIGERAMENTE TÓXICOS | VERDE |

En el futuro, de acuerdo con la norma andina sobre plaguicidas, los colores de las bandas serán: categorías I y II rojo, categoría III amarillo y categoría IV azul.

6.3.4. Normas que se deben seguir antes de aplicar plaguicidas

- Leer cuidadosamente la etiqueta del producto (Figura 218); ésta contiene información muy valiosa, como: licencia de venta, nombre comercial, composición, indicaciones de uso, restricciones, categoría toxicológica, fechas de formulación y de vencimiento, etc.
- Revise que la aspersora esté funcionando bien, que no gotee y que no tenga empaques y filtros defectuosos.
- Las personas y animales deben estar fuera del área de aplicación.
- Preparar las mezclas de plaguicidas al aire libre y utilizando el equipo de protección recomendado (figura 219).
- No revolver la mezcla con la mano.
- No trabajar solo.
- Medir o pesar exactamente las cantidades de plaguicidas que va a utilizar.
- Los elementos usados en las mediciones no deben utilizarse para otros usos.
- No utilizar utensilios domésticos en las mediciones y preparaciones.
- Cerrar bien los envases y empaques que aún contengan plaguicidas.



Figura 218. Lectura de etiqueta de plaguicidas



Figura 219. Preparación de mezclas de plaguicidas con equipo de protección apropiado

6.3.5. Normas durante la aplicación de plaguicidas

- Revisar cuidadosamente los equipos y accesorios de aplicación, con el fin de corregir fugas en las diferentes partes de los equipos.
- Aplicar a la presión adecuada.
- Emplear todos los elementos de protección personal recomendados.
- Aplicar con bajas temperaturas, en las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde; es decir, evitar las horas más calientes del día (hay mayor evaporación, y los equipos de protección producen mayor sudoración).
- Aplicar con viento leve o en calma, y de tal manera que el viento aleje la nube de aspersión del operario.
- No permitir que los niños apliquen o manejen plaguicidas.
- Tomar las precauciones necesarias y aplicar las recomendaciones técnicas para evitar daños al ambiente, cultivos cercanos y animales.
- No permitir el ingreso de personas y animales al lugar o a los cultivos donde se esté realizando la aplicación.
- No fumar, no consumir alimentos y no beber líquidos mientras realiza las aplicaciones.
- No destape boquillas obstruidas con la boca.

6.3.6. Qué hacer después de las aplicaciones de plaguicidas

- Lavar los equipos de aplicación, sin contaminar fuentes de agua. Pueden lavarse directamente en el sitio de trabajo y echar el agua del lavado al cultivo.
- Los empaques o envases con sobrantes deben guardarse bien cerrados, en la bodega destinada a los plaguicidas.
- Los envases que vayan quedando vacíos deben descontaminarse, mediante un triple enjuague (figura 220), en la siguiente forma: llenarlos con agua a una tercera o cuarta parte; taparlos y agitarlos vigorosamente; echar el enjuague a la fumigadora o al tanque donde se está preparando la mezcla; repetir el procedimiento dos veces más. Esta práctica, además de descontaminar el envase, permite aprovechar la totalidad del plaguicida. Los envases vacíos no deben ser utilizados para almacenar alimentos ni agua.
- La ropa usada para la aplicación de plaguicidas debe lavarse separada de la ropa de la familia y la persona que realiza esta actividad doméstica debe usar guantes de caucho para evitar intoxicaciones.
- Bañarse el cuerpo con agua y jabón.
- Almacenamiento temporal de envases y empaques en sitios determinados para este fin (figura 221).



Figura 220. Triple lavado para los envases vacíos de plaguicidas



Figura 221. Almacenamiento temporal de envases y empaques de plaguicidas

6.3.7. Selección de agroquímicos

Al elegir qué plaguicida se debe utilizar para el manejo de determinado problema, hay que identificar el problema y definir claramente la necesidad o no de un control químico, para lo cual se debe contar con asesoría técnica. De ser necesario el control químico, se debe tener en cuenta:

- Los productores deben emplear productos oficialmente registrados en el país y recomendados para el cultivo.
- En lo posible, optar por productos que sean específicos para el control de la plaga, enfermedad o arvense y que afecte lo menos posible la fauna y las aguas.
- Es preferible usar los plaguicidas de niveles III y IV de toxicidad, exceptuando carbamatos y organofosforados.
- Mantener registros de inventario de los agroquímicos que está empleando para la protección de cultivos.
- Los agricultores deben rotar o mezclar adecuadamente los plaguicidas para asegurar que las aplicaciones tendrán buenos resultados y que se han realizado según las normas nacionales dadas.
- Los agricultores deben ser conscientes de restricciones de ciertos químicos en países específicos.
- El centro de acopio o comercializador debe revisar con frecuencia las restricciones sobre el empleo de agroquímicos e informar a los productores.
- Los productores deben aplicar correctamente las recomendaciones especificadas en las etiquetas. No comprar productos en envases deteriorados, rotos, o con fecha de expiración vencida.
- Tener en cuenta la recomendación técnica con relación a la oportunidad y frecuencia de aplicación según el problema por tratar, como también tener en cuenta los plazos recomendados entre la última aplicación y la cosecha de los productos; así se evitará contaminación de los productos cosechados.

6.3.8. Cantidad y tipo de plaguicida

Las recomendaciones para la aplicación de plaguicidas deben ser realizadas por profesionales o técnicos debidamente calificados. Hay que tener en cuenta el momento de la aplicación de los agroquímicos para evitar derivas y pérdidas del producto por lluvias. En algunos casos se deben emplear adherentes.

El volumen de producto se calcula de acuerdo con el área donde se va a aplicar y la calibración del equipo (figura 222).



Figura 222. Calculo de la cantidad de plaguicida a aplicar

6.3.8.1. Registros de aplicación

Para registrar las aplicaciones, incluya el nombre del producto, el cultivo, la dosis, la época de aplicación, el estado sanitario del cultivo y el nombre del operario.

6.3.9. Seguridad, entrenamiento e instrucciones

- Toda persona que aplique agroquímicos debe estar previamente entrenada.
- Cuando se inicie una fumigación, se deben establecer señales y demarcaciones en el área donde se va a aplicar (figura 223).
- Los trabajadores deben estar equipados con ropa protectora apropiada, de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta sobre posibles riesgos de salud y seguridad.
- La ropa de protección debe ser aseada y almacenada independiente de los plaguicidas.
- Es importante realizar periódicamente mantenimiento a los equipos de fumigación, así como lavarlos después de cada aplicación.



Figura 223. Señalización de áreas tratadas con plaguicidas

6.3.9.1. Calibración de fumigadoras

Calibrar una aspersora quiere decir asegurarse de que con el equipo de aplicación que se tiene, se va a aplicar la cantidad de plaguicida recomendada por el técnico o por la etiqueta; se garantiza además que se va a usar la cantidad de agua adecuada para que el plaguicida quede bien esparcido y así tener como resultado un buen control de la plaga o del problema que se tenga.

Ventajas de calibrar la aspersora de espalda

- Se evita aplicar más plaguicida del que se necesita, así no se pierde dinero.
- Se evita aplicar menos plaguicida del que se necesita, así se logra hacer un buen control de la plaga y entonces no se tendrá que repetir la aplicación.

Una aspersora se debe calibrar en los siguientes casos: cuando se cambie la boquilla, cuando una persona diferente vaya a usar el equipo, cuando se tenga que cambiar de

equipo, cuando se cambie de producto, cuando cambie de cultivo o cuando cambie la edad del cultivo.

Cuando se vaya a realizar la calibración se debe alistar la aspersora con las boquillas que se necesite usar, según el producto que se va a aplicar, un balde, un decámetro, agua y un recipiente que tenga medidas marcadas.

Para calibrar fumigadoras de espalda hay varias maneras. Lo más práctico es hacer la calibración por área, por metros de surco o por número de árboles, de acuerdo al tipo de cultivo que vamos a tratar.

Calibración por área

Antes de hacer la calibración se selecciona la boquilla apropiada, se pone un poco de agua en la fumigadora, se acciona la palanca unas cinco o seis veces y se deja salir agua por la boquilla para que se llene todo el sistema. Luego se saca el agua que quedó en el tanque de la fumigadora. Se verifica que la boquilla esté funcionando adecuadamente y que no hay ninguna fuga de líquido. Se hace un cuadro de 10 m por 10 m (100 m²) en el campo donde se va a aplicar. La diagonal del cuadrado debe medir 14,14 m.

Se echa en la fumigadora una cantidad exacta de agua, por ejemplo 10 litros, se aplica sobre el cuadrado a una velocidad que pueda mantenerse durante la jornada. Se saca con cuidado el agua sobrante y se mide (supongamos que sobraron 7 litros), a partir de allí se hacen los siguientes cálculos:

A) Volumen de agua aplicado por hectárea.

Si en 100 metros cuadrados gasté 3 litros, en 10.000 metros cuadrados (1 ha) ¿cuánto gastaré?

$$X = \frac{10.000 \times 3}{100} = 300 \text{ litros por ha.}$$

B) Cantidad de producto por cada fumigadora. Supongamos que vamos a aplicar un fungicida en dosis de 400 cc por ha. El paso siguiente es saber cuántos cc debo echar por cada fumigadora. El razonamiento es el siguiente:

Si en 300 litros de agua (agua total por ha) debo echar 400 cc (dosis por ha), en 20 litros de agua (capacidad de la fumigadora) ¿cuántos cc debo echar?

$$X = \frac{20 \times 400}{300} = 26,66 \text{ cc por fumigadora}$$

Calibración por metros de surco

Se usa en cultivos sembrados en surco como tomate, papa, pimentón, habichuela, etc. Antes de hacer la calibración se selecciona la boquilla, se pone un poco de agua en la fumigadora, se acciona la palanca unas 5 o 6 veces y se deja salir agua por la boquilla para que se llene todo el sistema, luego se saca el agua que quedó en el tanque de la fumigadora. Se verifica que la boquilla está funcionando adecuadamente y que no hay ninguna fuga de líquido.

Se mide una longitud determinada de surco, por ejemplo 50 m. Se echa en la fumigadora una cantidad exacta de agua, por ejemplo 10 litros. Se aplica sobre el surco a una velocidad que pueda mantenerse durante la jornada. Se saca con cuidado el agua sobrante y se mide (supongamos que sobraron 7,6 litros). A partir de allí se hacen los siguientes cálculos:

A) Número de metros por surco por ha (se asume una Ha de 100 × 100 metros). El número de surcos que caben es igual a 100 dividido por la distancia entre surcos.

Por ejemplo: en un cultivo de tomate sembrado a 1,20 entre surcos, el número de surcos sería 100 dividido por 1,20 = 83,33. La longitud total de surcos por ha es $83,33 \times 100 = 8.333$ metros.

B) Volumen de agua aplicado por ha.

Si en 50 metros de surco gasté 2,4 litros, en 8.333 metros de surco ¿cuántos litros de agua gastaré?

$$X = \frac{8.333 \times 2,4}{50} = 399,98 \text{ litros (aproximadamente 400 litros)}$$

C) Cantidad de producto por cada fumigadora. Supongamos que vamos a aplicar un fungicida en dosis de 2 kg por ha. El paso siguiente es saber cuántos gramos debo echar por cada fumigadora. El razonamiento es el siguiente:

Si en 400 litros (agua total por ha), debo echar 2.000 g (2 kg) dosis por ha, en 20 litros de agua (capacidad de la fumigadora) ¿cuántos gramos debo echar?

$$X = \frac{20 \times 2.000}{400} = 100 \text{ g por fumigadora}$$

6.3.9.2. Intervalos pre cosecha

Los productores deben conocer y aplicar las recomendaciones sobre el intervalo de tiempo que debe transcurrir entre una aplicación de plaguicida y la recolección o cosecha.

6.3.9.3. Equipo de fumigación

El equipo de fumigación empleado debe seleccionarse según el cultivo y el terreno, mantenerse con una correcta calibración y almacenarse en buenas condiciones (figura 224).



Figura 224. Almacenamiento del equipo de fumigación

6.3.10. Disposición de excedentes de mezclas de plaguicidas

Los residuos que resultan de las operaciones de triple lavado de los envases o de los equipos pueden ser esparcidos sobre el cultivo mismo, en caminos o calles entre el cultivo, evitando que el agua contaminada escurra hacia pozos, quebradas o ríos de donde se obtenga para consumo humano, animal o para operaciones de limpieza de instalaciones o frutos, y en general hacia ninguna fuente de agua.

Los excedentes de agroquímicos se pueden disponer en terrenos baldíos de la finca, siempre y cuando no presenten riesgos de contaminación. Se deben mantener registros para referencias futuras.

6.3.11. Análisis de residuos de plaguicidas

Se recomienda realizar análisis de residuos de plaguicidas en pre-cosecha. Los análisis de residuos los deberán hacer laboratorios acreditados por la respectiva autoridad regional o nacional. Los agricultores o abastecedores deben estar dispuestos para proveer evidencias de pruebas de residuos.

Los resultados de las pruebas de residuos deben ser monitoreados por el cultivador y los productores de la localidad. En caso de encontrar concentraciones de plaguicidas superiores a los aceptables, se debe implementar inmediatamente un plan de acción.

6.3.12. Almacenamiento de plaguicidas

Los sitios o bodegas donde se almacenan los plaguicidas y la forma de almacenarlos deben cumplir con ciertos requisitos. Cuanta mayor cantidad de plaguicida se almacene, mayor es el riesgo potencial y, por lo tanto, los requisitos que se deben considerar son más estrictos. El almacenamiento de plaguicidas se debe realizar en sitios con buena ventilación, protegidos de la acción directa del sol o la lluvia, y no almacenarlos con otros productos.

En esta actividad se deben tener en cuenta aspectos como:

- El acceso al sitio donde se almacenan los plaguicidas debe ser restringido a personal no autorizado, debe tener señalización de que son productos tóxicos, inflamables y peligrosos (figura 225).
- La construcción debe mantenerse siempre en buen estado. Las murallas y techos deben ser sólidos y cerrados para evitar el ingreso de lluvia, animales u otros, pero deben permitir una adecuada ventilación, ser resistentes al fuego, tener pisos lisos e impermeables, paredes lisas y lavables y contar con un sistema de contención de derrames. En Colombia existe un reglamento por la norma técnica del Icontec NTC 4702, la cual regula los materiales de construcción para las bodegas donde se almacenan los plaguicidas.
- Los insumos restringidos o prohibidos por el ICA deben ser eliminados del inventario.
- El sitio de almacenamiento de los productos debe estar alejado de áreas donde se realicen actividades de poscosecha, de la casa y del almacenamiento de alimentos.
- Descartar del inventario insumos cuya fecha de vencimiento haya expirado.
- Todos los plaguicidas deben conservar su empaque original.
- Que el sitio de almacenamiento esté separado de la vivienda.
- La bodega debe tener ventilación.
- Debe prohibirse estrictamente fumar en las bodegas, teniendo presente que muchos productos son inflamables o muy inflamables, por lo que se debe contar con extintores de fuego.
- Los plaguicidas no deben colocarse directamente en el suelo sino sobre estantes, teniendo en cuenta su formulación y toxicidad: los líquidos abajo y los sólidos arriba, los más tóxicos abajo y los menos tóxicos arriba, lo cual

está regido por la Norma Técnica Colombiana NTC 1319 y el Decreto 1843 de 1991 para el almacenamiento y ubicación de plaguicidas (figura 226).

- En la bodega de plaguicidas no se debe almacenar concentrados para animales.
- Los productos deben permanecer siempre en sus envases y con sus etiquetas originales.
- Las semillas y herbicidas deben almacenarse aparte.



Figura 225. Señalización adecuada en los sitios de almacenamiento de plaguicidas



Figura 226. Almacenamiento y ubicación correcta de plaguicidas

6.3.13. Transporte de plaguicidas

El transporte de plaguicidas también se convierte en una actividad riesgosa por la naturaleza de los productos que se transportan y pueden suceder accidentes y derrames durante el viaje. Por lo tanto, deben tomarse todas las precauciones necesarias para asegurar que éstos no tengan problemas. Se debe tener en cuenta:

- Los plaguicidas se deben transportar en la parte de atrás del vehículo.
- No mezclar los plaguicidas con ropas y alimentos para consumo humano o animal.
- Evitar el movimiento durante el transporte.

Los vehículos dedicados al transporte de plaguicidas, según el Decreto 1609 de 2002, debe cumplir con las definiciones y clasificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 acerca del transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado.

6.3.14. Derrames de plaguicidas

Los derrames de productos fitosanitarios pueden producir contaminaciones de suelo y aguas subterráneas. El procedimiento a seguir depende de si el producto es líquido o sólido:

Líquidos: retirar los envases dañados y absorber el líquido con tierra, aserrín o arena.

Polvos: retirar los envases dañados y cubrir el derrame con materiales humedecidos (tierra, arena o aserrín).

En ambos casos hay que barrer cuidadosamente y eliminar los desechos de manera segura, enterrarlos en lugares donde no haya peligro de contaminación, cubriéndolos con cal, materia orgánica y tierra. Utilizar durante esta operación la ropa protectora adecuada.

6.3.15. Recipientes vacíos de plaguicidas

Al terminarse el contenido de un envase de plaguicida éste deberá limpiarse lo más a fondo posible. En lo que respecta a los preparados líquidos (por ejemplo concentrados emulsionables) o sólidos (por ejemplo polvos humectables), que se diluyen antes de la aplicación, los envases deberán enjuagarse tres veces y el agua de enjuague utilizarse como parte del diluyente del producto. Los envases de productos que se aplican en seco deberán vaciarse completamente en la medida de lo posible.

Lo más conveniente es que los envases vacíos y lavados que no sean aprovechados nuevamente por los proveedores de los plaguicidas sean perforados, o que se usen otros modos para que sean inutilizables para cualquier otra finalidad. Aun los envases aparentemente vacíos contienen residuos que no pueden eliminarse por completo y, por tanto, no deben destinarse jamás a otro uso que no sea la conservación de los mismos plaguicidas para los que estaban destinados.

En muchos países, los envases de plaguicidas son muy preciados y a menudo se venden o intercambian para conservar otros materiales, como combustibles, sustancias químicas e incluso alimento y agua. Estas prácticas son peligrosas y deben impedirse, por ejemplo, perforando todo envase vacío que no pueda devolverse al proveedor.

Los envases vacíos no deben quemarse ni enterrarse. A menudo los proveedores y distribuidores, las etiquetas de los productos, e incluso las autoridades nacionales recomiendan estas prácticas, que pueden ser sumamente peligrosas para la salud humana y de los animales y para el medio ambiente. Con el fin de aplicar técnicas de quema seguras y exentas de riesgos se necesita un buen conocimiento de la química de los plaguicidas. Por otro lado, su enterramiento en condiciones de seguridad supone el conocimiento de la hidrología del lugar y del comportamiento de los plaguicidas en el medio ambiente. Muchos usuarios finales de estos productos

carecen de este tipo de conocimientos o no pueden aplicarlos a sus situaciones particulares. Así, pues, se recomienda firmemente disuadir acerca de las prácticas de quema y enterramiento de desechos de plaguicidas y de envases vacíos, en lugar de fomentarlas como se hace actualmente.

Siempre que sea posible, los envases vacíos deberán devolverse al distribuidor o llevarse a una instalación autorizada para su recogida. En el caso que no existan servicios de devolución o de eliminación, en condiciones de seguridad, de envases vacíos, o de plaguicidas inutilizables o inutilizados, los usuarios finales deberán solicitar a los distribuidores, a las autoridades locales y a los asesores agrícolas que se establezcan dichas instalaciones. Ello con el fin de que no sean los usuarios sino las autoridades competentes, que cuentan con los recursos necesarios para tratarlos en condiciones de seguridad, los que se encarguen de la eliminación de los desechos de plaguicidas y de los envases vacíos potencialmente peligrosos.

6.3.15.1. Prácticas inadecuadas de eliminación

El enterramiento de los desechos de plaguicidas no es una opción correcta. Los plaguicidas que se entierran pueden dispersarse en los suelos circundantes y contaminar grandes zonas. Los vertidos pueden filtrarse al agua y contaminar acuíferos subterráneos, lagos, ríos e incluso el mar. Los plaguicidas que entran en contacto con el agua pueden dañar o destruir la vida acuática, y ser perjudiciales para las personas y el ganado si el agua se usa para beber, regar o lavar. Cuando los plaguicidas y los envases se entierran repetidas veces en el mismo sitio, la zona puede contaminarse gravemente y volverse inutilizable, de igual modo, si los desechos de plaguicidas se entierran en varios y diversos lugares, a la larga la zona contaminada puede ser mucho mayor.

La incineración de desechos de plaguicidas, envases vacíos y materiales contaminados es otra práctica incorrecta. Cuando los plaguicidas se queman, muchos de ellos liberan vapores tóxicos que pueden hacer daño a las personas y a los animales que los inhalan o que entran en contacto con ellos. También, muchos de los materiales con que se fabrican los envases de los plaguicidas emanan vapores tóxicos cuando se queman. A menudo los plaguicidas incinerados al aire libre dejan residuos tóxicos a causa de la combustión incompleta. Por lo tanto, la quema al aire libre o en fogones no es una práctica recomendable para destruir los desechos de plaguicidas y los envases vacíos.

Otro método de eliminación inadmisibles es la descarga de desechos de plaguicidas, envases vacíos y materiales contaminados en vertederos de basuras o en otros lugares donde se recogen basuras (figura 227). La mayor parte de los lugares de eliminación de desechos no están diseñados para prevenir el derrame de materiales tóxicos en la superficie o su arrastre hacia las masas de aguas a causa de las lluvias. Los plaguicidas, sus envases y los materiales contaminados deben ser tratados como desechos tóxicos, y eliminarse exclusivamente en lugares de recogida de desechos tóxicos debidamente autorizados y que cuenten con una construcción y un

mantenimiento apropiados. En general, a dichos lugares podrían acceder solamente contratistas especializados en la eliminación de desechos tóxicos o las autoridades nacionales competentes.



Figura 227. Prácticas inadecuadas de disposición de empaques vacíos de plaguicidas

Los plaguicidas nunca deberán verterse en desagües, canales de drenaje, arroyos, lagos o ríos, ni en ninguna masa de agua. Bastan pocos mililitros de plaguicida para matar los peces y otros organismos acuáticos y para contaminar enormes cantidades de agua para uso humano. La eliminación de los plaguicidas del agua es una tarea sumamente costosa y compleja y en ciertos casos simplemente no puede realizarse.

6.3.15.2. Prácticas adecuadas de eliminación

La mayoría de los usuarios de plaguicidas no cuentan con los equipos para eliminar los plaguicidas y los correspondientes materiales de desecho en forma segura. La gestión de productos plaguicidas por parte de los fabricantes y distribuidores, prevista en el marco del “Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas” de la FAO, deberá incluir el establecimiento de instalaciones que permitan que los usuarios eliminen los envases vacíos y los desechos en condiciones de seguridad.

- Los recipientes vacíos no se deben reutilizar y los empaques vacíos se deben disponer de tal manera que no afecten la salud de animales y humanos, y no contaminen el medio ambiente.
- Los envases y empaques originales de los plaguicidas deben romperse o perforarse y enviarse al sitio de disposición de estos desechos (rellenos sanitarios o acopio de basuras).
- Mantener los empaques vacíos en un lugar seguro, mientras se realiza su disposición final.
- Se deben conocer y acatar todas las normas dadas por el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Salud o las entidades regionales y municipales para la disposición de material contaminante.
- Los empaques vacíos deben ser perforados o rotos para evitar su reutilización.

6.3.16. Equipos de protección para la aplicación de plaguicidas

El equipo de protección para el manejo de plaguicidas está compuesto de diversos elementos destinados a evitar la exposición por vía dérmica y respiratoria (figura 228). Los elementos más comunes son:

- Vestido u overol lavable de algodón y mangas largas.
- Sombrero o casco impermeable.
- Botas de caucho con caña alta.
- Guantes impermeables largos.
- Gafas tipo industrial.
- Máscara respiratoria.

Los elementos de protección no deben guardarse en el mismo sitio donde se almacenan o manipulan los plaguicidas. Deben guardarse totalmente limpios y renovarse de acuerdo con el tiempo, las condiciones de uso y el estado de conservación.

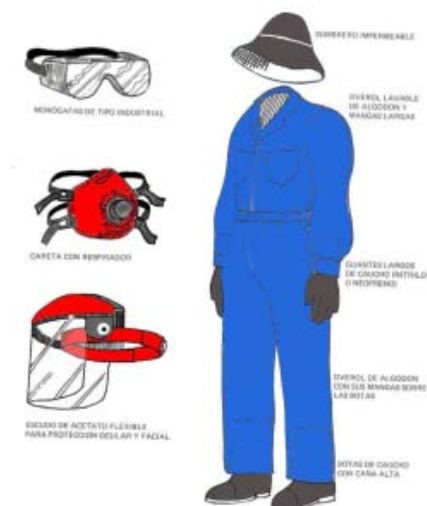


Figura 228. Equipos de protección adecuados para la aplicación de plaguicidas

6.3.17. Registro de aplicación

Toda aplicación de productos fitosanitarios, ya sea uno solo o en mezclas, debe ser registrada con el mayor detalle posible. Los registros deben llevar los siguientes datos:

- Nombre de la persona que hizo la recomendación técnica, y la calificación con que cuenta. Objetivo de la aplicación.
- Fecha y hora de cada una de las aplicaciones realizadas.
- Nombre comercial e ingrediente activo del producto utilizado. En caso de utilizar mezclas, se deben detallar todos los productos utilizados.
- Registrar la dosis utilizada en gramos, centímetro cúbicos o kilogramos.
- Nombre de las personas que participaron en la aplicación del producto.

6.3.18. Manejo de residuos plásticos agrícolas

La producción de tomate bajo invernadero implica el uso de plásticos, cuya utilización ha generado problemas por los residuos que se generan y su manejo. A continuación se presentan algunas medidas para considerar en las fincas con buenas prácticas agrícolas, respecto al manejo de estos desechos.

- La utilización y disposición de los plásticos debe realizarse bajo la premisa de reducir a lo mínimo necesario su uso, reutilizarlos y reciclarlos cada vez

que sea posible, de manera que se minimice su impacto en el medio ambiente. Por lo tanto, es importante que los productores, y la población en general, tomen conciencia de la problemática generada por estos residuos.

- Al adquirir insumos plásticos, además de considerar los aspectos técnicos y el costo del producto, se debe examinar su composición, velocidad de degradación y alternativas para su disposición final. Hay que preferir aquellos que generen el mínimo impacto en el medio ambiente.
- Es importante conocer el volumen de plásticos generados por la explotación agrícola, a fin de planificar el mejor método para su disposición final, de acuerdo a la composición y durabilidad del producto.
- Se debe definir un lugar para recolectar o almacenar los residuos plásticos en el predio, mientras se acopian para su disposición definitiva. Este lugar debe quedar aislado y distante de residencias, con miras a evitar riesgos de contaminación en la población.
- Se debe conocer la procedencia de los residuos plásticos y las actividades a las cuales fueron sometidos, junto con los productos químicos a los que estuvieron expuestos, con el fin de conocer su riesgo potencial para las personas que los manipulan.
- El retiro de los plásticos se debe realizar con la mayor limpieza y la máxima precaución para evitar accidentes. Se recomienda lavarlos para estimular su reutilización o reciclaje.
- Se debe favorecer el reciclaje de los distintos plásticos utilizados en la actividad agrícola. Éstos pueden ser empleados en la confección de postes, vallas, tuberías, maceteros, aislantes de canales de riego, etc.
- Los plásticos que no puedan ser reutilizados ni reciclados deben disponerse en el vertedero municipal autorizado más cercano.
- Se debe evitar la quema de residuos plásticos, a menos que se cuente con algún sistema de incineración controlada, que minimice las emisiones atmosféricas contaminantes.