

# Aplicación de Fitosanitarios

Buenas Prácticas Agrícolas





## Aplicación de Fitosanitarios

Créditos:

*Autor*

Ramón Castillo Lachapelle

*Corrección de estilo*

Ramón Arbona

*Publicación digital*

*Primera Edición*

31 de agosto del 2022

Santo Domingo, República Dominicana

ISBN: 978-9945-18-107-4

# Contenido

Índice de Tablas .....	ii
Índice de Figuras .....	iii
Presentación .....	iv
I. Inspección y diagnóstico en campo .....	1
II. Productos comerciales .....	3
III. Selección de un fitosanitario.....	14
IV. Manejo integrado de plagas .....	16
V. Tácticas de control.....	18
VI. Implementación .....	25
VII. Equipos de aplicación de fitosanitarios.....	36
VIII. Aditamentos de los equipos de aplicación.....	42
IX. Mantenimiento de los equipos .....	51
X. Mezclas y diluciones.....	53
XI. Dosificación.....	61
XII. Calibración de equipos.....	63
XIII. Manejo de las gotas, cobertura y condiciones climáticas.....	68
XIV. Equipo de protección personal .....	72
XV. Manejo de los polinizadores .....	76
XVI. Camas y mesas biológicas .....	78
XVII. Manejo de los envases vacíos y destino final .....	86
XVIII. Medidas de aplicación: antes, durante y después .....	90
XIX. Aplicaciones periurbanas .....	103
XX. Intoxicaciones y primeros auxilios en campo .....	107
XXI. Primeros auxilios en campo según vía de ingreso .....	110
XXII. Referencias .....	112
Anexo. Modelo de panfleto que debe acompañar un producto fitosanitario. ....	115
Créditos por las Imágenes:.....	117

# Índice de Tablas

Tabla 1. Categoría toxicológica (Banda Toxicológica) según nivel de toxicidad de los productos plaguicidas. ....	11
Tabla 2. Umbral económico para diferentes especies de nemátodos en algunos cultivos. ....	30
Tabla 3. Clasificación de las malezas según su estado de desarrollo. ....	33
Tabla 4. Clasificación de equipos según método de división del líquido en gotas. ....	37
Tabla 5. Alturas mínimas de pulverización según la distancia entre boquillas y el ángulo de pulverización. ....	44
Tabla 6. Interpretación de los códigos de las boquillas para aspersión de fitosanitarios. ....	47
Tabla 7. Dureza del agua según concentración de carbonato de calcio. ....	56
Tabla 8. Tiempo de caída de las gotas según su tamaño. ....	68
Tabla 9. Cobertura deseada y tipo de pulverización necesaria según tipo de fitosanitario a aplicar. ....	70
Tabla 10. Sustancias contra las que protegen los filtros según su color. ....	73

# Índice de Figuras

Figura 1. . Protocolo de inspección para el diagnóstico en campo. ....	2
Figura 2. Etiqueta con los elementos que debe contemplar toda etiqueta de productos fitosanitarios líquidos, según RTCA.....	5
Figura 3. Panel central de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre nombre, composición y datos del fabricante. ....	6
Figura 4. Panel derecho de la etiqueta de un fitosanitario con información ambiental y datos del importador.....	9
Figura 5. Panel izquierdo de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre intoxicación y primeros auxilios.....	9
Figura 6. Pictogramas de uso común en manejo de fitosanitarios. ....	10
Figura 7. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas. ....	24
Figura 8. Precisión vs. Exactitud frente a un objetivo deseado. ....	27
Figura 9. Posibles recorridos para el muestreo en un monitoreo: al azar, uniforme o agregado.....	28
Figura 10. Muestreos con recorridos sistemáticos totales. ....	28
Figura 11. Muestreo con recorrido sistemático estratificado. ....	29
Figura 12. Puntos de decisión de control de una plaga, en función de la dinámica de su densidad poblacional en el tiempo y el umbral de daño.....	29
Figura 13. Recorrido para muestreo en Zig-Zag. ....	32
Figura 14. La unidad de muestreo circular de 19.6 m <sup>2</sup> . ....	32
Figura 15. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas y su implementación.....	35
Figura 16. Detalle de partes que componen el cuerpo de una boquilla sin difusor.....	46
Figura 17. Detalle de partes que componen el cuerpo de una ‘boquilla de turbulencia’, con difusor. ....	46
Figura 18. Explicación de la nomenclatura (códigos) en una boquilla. ....	47
Figura 19. Tipos de punta de boquillas y sus principales características según material de fabricación. ....	49
Figura 20. Cobertura foliar de fitosanitarios en función del tamaño de las gotas (un micrómetro equivalente a una milésima parte de un milímetro). ....	71
Figura 21. Cama biológica abierta. ....	79
Figura 22. Cama biológica cerrada. ....	79
Figura 23. Triple lavado de envases vacíos de fitosanitarios.....	87
Figura 24. Letrero de advertencia de peligro que debe colocarse en las áreas donde se aplican fitosanitarios. ....	91
Figura 25. Diagnóstico y tratamiento de intoxicaciones según grupos de fitosanitarios. ....	111

## Presentación

La aplicación de productos fitosanitarios demanda de conocimientos generales para lograr una mayor eficiencia y un manejo responsable de la misma. Esta acción requiere tener presente la seguridad del aplicador, la salud del consumidor y la protección del medio ambiente. Su manejo plantea la necesidad de un diagnóstico presuntivo y definitivo de un especialista, referente al daño del cultivo, considerando una visita a finca para conocer su desarrollo y sus requerimientos. Luego de diagnosticar el agente causal, se selecciona el producto adecuado para seguir las medidas de aplicación.

En toda aplicación se debe considerar la protección de los recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad) para evitar agotarlos, destruirlos o contaminarlos. Así se contribuye a mantener vivo el sistema productivo para una agricultura sostenible, asegurando eficiencia productiva y rentabilidad.

Así mismo, durante todo el proceso de aplicación se debe prevenir cualquier peligro relacionado a la inocuidad de los alimentos, para una agricultura integral y certificada. Se asegura así que estos lleguen sin residuos, desde la finca hasta la mesa de los consumidores.

Estamos ante una población en crecimiento y cada vez más consciente, que requiere de alimentos inocuos y de calidad. Esto se puede lograr mediante las buenas prácticas agrícolas, trabajar para revertir el cambio climático y cambiar la agricultura tradicional por una agricultura regenerativa, respetuosa del medio ambiente y de los consumidores.

Este documento sobre ‘Aplicación de Fitosanitarios’ presenta y discute los conceptos básicos de las buenas prácticas agrícolas. Se enfatiza el cuidado en detalle de la aplicación de estos productos, desde la inspección y diagnóstico de campo, la selección de los productos comerciales a usar, los conceptos de manejo integrado de plagas, los diferentes equipos y aditamentos utilizados y su mantenimiento, mezclas, dosificaciones y diluciones, entre muchos otros temas.

Además, se tratan las medidas de aplicación, incluyendo los detalles antes, durante y después, el manejo de los polinizadores, el uso de camas y mesas de degradación biológica de los fitosanitarios, el manejo de los envases vacíos y su destino final, los equipos de protección personal en las aplicaciones, el tratamiento en intoxicaciones en campo y los cuidados a tener en las aplicaciones periurbanas.

Este es un extracto del libro ‘Buenas Prácticas Agrícolas y Manejo Responsable de Fitosanitarios’, del Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura CEMAAGRI, escrito por Ramón Castillo Lachapelle y publicado en julio de 2021.

Ramón Castillo Lachapelle  
31 de agosto del 2022

## **I. Inspección y diagnóstico en campo**

Para establecer un programa adecuado y objetivo de control de plagas, es importante conocer el agente causal que está provocando el daño a las plantas identificadas. Solo así será posible aplicar las medidas correctivas que controlen las causas del problema. Con este fin se debe seguir el siguiente protocolo para identificar las posibles causas.

Lo primero es visitar la finca y observar todos los casos posibles que están provocando daño y levantar todas las informaciones posibles sobre: el cultivo, manejo agronómico, clima y aspectos fitosanitarios.

Sobre el cultivo, se debe contar con la información sobre edad del cultivo, variedad y área total del cultivo y del lote afectado. En el manejo agronómico, contar con los datos sobre tipo de suelo, programa de fertilización, riegos, etc. Para la información climática se necesita saber el comportamiento de la temperatura, humedad, precipitaciones, velocidad y dirección del viento, etc. Sobre los problemas fitosanitarios anteriores, contar con información sobre el lugar y área de las plantas afectadas (hojas viejas, hojas nuevas, raíces, fruto, etc.), tipo de daño, fitosanitarios aplicados anteriormente, dosis, momento de aplicación y cualquier otro detalle que ayude a diagnosticar, presuntivamente, la causa del daño. Sobre esa base, recomendar las medidas tácticas a seguir.

Los daños en las plantas podrían estar provocados por diversas causas, como son plagas, enfermedades y malezas. Entre las principales plagas agrícolas están los insectos, ácaros, nematodos o roedores, entre otras. Sobre las enfermedades, las plantas pueden presentar síntomas y signos. Los síntomas son manifestaciones visibles causadas por fisiopatías, fitotoxicidad química, malas labores agrícolas o nutrición deficiente o excesiva. También pueden ser causados por agentes bióticos como hongos, bacterias, virus o viroides, entre otros. Los signos pueden verse a simple vista, con la ayuda de una lupa, o llevar material afectado a un laboratorio para su diagnóstico definitivo. Con este diagnóstico definitivo se revisa el diagnóstico presuntivo y sus medidas tácticas y se establecen las medidas tácticas de control definitivas, si es necesario.

Entre los daños que producen las plagas y enfermedades a las plantas se pueden encontrar los siguientes: marchitamiento, enanismo, hojas con agujeros, manchas, entre muchos otros. La identificación del agente causal define la estrategia y las tácticas a seguir para su control.

Una herramienta utilizada para la inspección de campo son los drones con los softwares adecuados y luego dar seguimiento satelital (Figura 1).



Figura 1. Protocolo de inspección para el diagnóstico en campo.

## II. Productos comerciales

Los fitosanitarios se comercializan en compuestos formulados por activo, inertes, aditivos e impurezas. Estos cuatro componentes conforman la fabricación de los productos formulados, para su comercialización.

El activo es la sustancia de la formulación que ejerce el control sobre las plagas. Los activos no pueden usarse en su forma pura, por ser concentrados y extremadamente tóxicos, insolubles y químicamente inestables. La manipulación del activo puro resulta muy riesgosa.

Los inertes son las sustancias que sirven de vehículo al activo en la formulación, y pueden variar según su estado. Si son sólidos pueden ser de arcilla, talco, arena, piedra pómez (piedra volcánica) y fibra celulosa. Los inertes líquidos pueden ser de solventes orgánicos y agua. Por su parte, los inertes gaseosos pueden ser propelentes.

Los aditivos son sustancias estabilizadoras del ingrediente activo en la formulación. Los aditivos son solventes y surfactantes. Muchos plaguicidas no se disuelven en agua. Los solventes más comunes son: hidrocarburo (heptano), polar (metanol), clorinado (dicloroetano), xileno, acetona y etil acetato, entre otros. Los surfactantes más comunes son adherentes, dispersantes, humectantes, antiespumantes, emulsificantes y colorantes, entre otros. Los aditivos definen, en parte, la calidad del producto, porque son los que le dan su estabilidad en el medio donde se aplican.

Las impurezas son residuos del activo que quedan en el proceso de síntesis. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido las impurezas relevantes para cada ingrediente activo. Estas impurezas, en ocasiones, pueden ser más tóxicas que el mismo ingrediente activo, lo cual es una amenaza seria a la salud de las personas y al medio ambiente. (FAO y OMS, 2017).

La calidad del producto se ve afectada por las impurezas, por lo que un producto no debe tener impurezas o tener muy baja cantidad de estas. Las mediciones de equivalencias definen el perfil de impurezas y nivel toxicológico del producto, así como sus propiedades físico químicas. En muchos países los registros de fitosanitarios están basados en equivalencias.

## **a. Etiqueta**

Los fitosanitarios tienen la normativa obligatoria de tener una etiqueta impresa y adherida (pegada) en la superficie del recipiente del producto, así como un panfleto. Estos están regidos por leyes, decretos y resoluciones, como parte de las regulaciones de los fitosanitarios. La base jurídica que regula este aspecto está constituida por la Ley 311, el Decreto y Reglamento 322-88 y la Resolución RES-MA-2016-36.

La Ley N.º 311, del 24 de mayo de 1968, norma la fabricación, envase, almacenamiento, importación, expendio y comercio, en cualquier forma, de insecticidas, zocidas, fitocidas, plaguicidas, herbicidas y productos similares. Para hacer operativa esta ley se dictó el Decreto y Reglamento N.º 322-88, el 12 de julio de 1988, poniendo en funcionamiento esta ley. Este Reglamento regula la clasificación toxicológica, registro y renovación, etiquetado, almacenaje, fabricación, formulación, reempacado y reenvasado de plaguicidas, entre otros aspectos del manejo de fitosanitarios.

La Resolución N.º RES-MA-2016-36, del 5 de diciembre de 2016, aprueba el uso del Sistema Globalmente Armonizado (GHS, por sus siglas en inglés) en República Dominicana y adopta el 'Reglamento Técnico de Insumos Centroamericano (RTCA)', puesto en vigencia en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Belice para normar las etiquetas y panfletos que deben llevar los productos comerciales.

Según la Resolución N.º RES-MA-2016-36, las etiquetas pueden tener uno, dos y tres cuerpos, según la capacidad (tamaño) del envase (para líquidos) o empaque (para polvos). Las etiquetas de los productos fitosanitarios deben incluir todos y cada uno de los aspectos que se muestran en la figura 2 y se describen a continuación:



Figura 2. Etiqueta con los elementos que debe contemplar toda etiqueta de productos fitosanitarios líquidos, según RTCA.

### 1. Nombre comercial.

Los productos comerciales tienen definidos sus nombres o marcas comerciales, con los cuales cada empresa productora los identifica para la comercialización. Este nombre puede variar. Es común que las casas comerciales tengan varios nombres para un mismo producto con el mismo ingrediente activo, acogiéndose a la resolución N.º RES-MA-2016-32. Es la primera línea que describe del producto. Es opcional poner el logo del fabricante encima del nombre comercial o el logo del importador.

Todo producto comercial debe estar registrado en el Ministerio de Agricultura, identificado para sus diferentes usos. Con la resolución N.º RES-MA-2016-35 se indican los requerimientos para el registro de un plaguicida o sus afines (plaguicida; plaguicida botánico, de uso agrícola y urbano; plaguicida microbiológico, de uso agrícola y urbano; producto coadyuvante, de uso agrícola; y productos reguladores de crecimiento, de uso agrícola.). Antes de solicitar su registro en el Ministerio de Agricultura debe tener su nombre comercial registrado en la Oficina Nacional de Propiedad Intelectual -ONAPI-.

Nota: cuando el producto sea denominado ‘De Uso Restringido’ por resolución ministerial, debe llevar la leyenda ‘**PRODUCTO DE USO RESTRINGIDO**’. Esta leyenda debe estar encima del nombre comercial.

## 2. Concentración.

La concentración del formulado está definida por la cantidad total de ingrediente activo que contiene. Es el porcentaje total de los activos en el formulado (Figura 3).

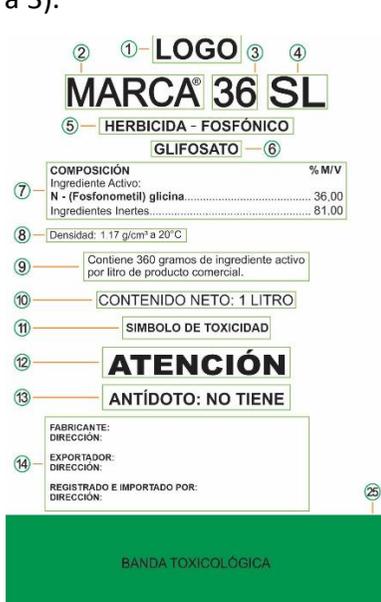


Figura 3. Panel central de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre nombre, composición y datos del fabricante.

## 3. Formulación.

La formulación son los preparados comerciales hechos para facilitar su aplicación, optimizar la estabilidad y uso del activo, tener mayor eficacia biológica, extender el ciclo de vida del ingrediente activo en almacenamiento y reducir los riesgos de toxicidad al usuario.

## 4. Clase.

La clase está determinada por la acción biológica del plaguicida, la cual puede ser insecticida, fungicida, herbicida o nematocida, entre otros.

## 5. Grupo químico.

Nombre del grupo químico, tipo o familia química del plaguicida al cual pertenece un ingrediente activo. Los grupos químicos, tipo o familia química son ordenados por diferentes organizaciones.

## **6. Ingrediente activo.**

Esto es el nombre del ingrediente activo, su nombre común o genérico. Es la sustancia química en estado puro, capaz de eliminar o controlar las plagas. Como ejemplos tenemos cipermetrina, lambda-cihalotrina, deltametrina, entre muchos otros. Estos nombres son aprobados por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

## **7. Composición química.**

La composición química del producto formulado está dada por el ingrediente activo y el inerte. El ingrediente activo está expresado en fórmula química, y esta debe estar aprobada por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

En esta parte se indica la concentración de la composición química (ingrediente activo e inerte) expresada como porcentaje en M/V (masa/ volumen), si es líquido; o en M/M (masa/masa) si es sólido o gaseoso. La sumatoria de ambos no siempre es 100.

## **8. Densidad.**

La densidad o densidad absoluta es la que expresa la relación entre la masa y volumen de una sustancia o un objeto sólido (indicada en kg/m<sup>3</sup>, g/ml o g/cm<sup>3</sup>) a una temperatura determinada. Se expresa solo en los productos líquidos. En los productos en polvo es estándar, igual a 1.

## **9. Contenido de activo.**

Es la cantidad total del ingrediente activo que contiene el formulado.

## **10. Contenido neto del envase/empaque.**

Es la cantidad neta exacta de producto formulado que contiene el envase o empaque. Esto incluye los activos, inertes, aditivos e impurezas.

## **11. Símbolo de toxicidad.**

Los símbolos están relacionados con la categoría toxicológica. Las categorías 1 y 2 llevan una carabela, la 3 lleva una X, la 4 lleva un signo de admiración y la 5 no lleva ningún símbolo.

## **12. Palabras de advertencia de toxicidad.**

Las palabras de advertencia están relacionadas con la categoría toxicológica. Para identificar estas categorías se usan las siguientes palabras clave: 'PELIGRO', para las categorías toxicológicas 1 y 2; 'NOCIVO', para la categoría 3; y 'ATENCIÓN', para las categorías 4 y 5.

### **13. Antídoto.**

Esta es una información muy importante. Indica la sustancia capaz de contrarrestar los efectos nocivos del plaguicida en una persona intoxicada. Desafortunadamente, muchos fitosanitarios no tienen antídoto. En realidad, se dispone de antídotos específicos para muy pocos fitosanitarios. Su uso es delicado y depende de la evaluación clínica del paciente y el fitosanitario utilizado. Si se receta un antídoto equivocado a un paciente intoxicado, le podría ocasionar la muerte. Esta indicación del antídoto que se hace en la etiqueta es para el médico. La atropina es muy recomendada, pero solo se debe usar para productos de los grupos químicos organofosforados y carbamatos.

### **14. Formulador o fabricante, exportador, importador.**

En esta parte de la etiqueta se pone el nombre, dirección del formulador o fabricante (incluyendo país, teléfono y página web), exportador e importador del producto (Figura 4).

### **15. Precauciones y advertencias de uso.**

En esta sección se define el almacenamiento, los equipos de protección personal requeridos y medidas de precaución durante el manejo y aplicación del plaguicida. Los pictogramas indican las precauciones para cada una de estas acciones (Figura 5).

### **16. Síntomas de intoxicación.**

Esta parte describe los posibles síntomas de intoxicación que una persona podría presentar por la manipulación de un plaguicida.

### **17. Primeros auxilios.**

Aquí se indican los primeros auxilios a ofrecer en caso de intoxicación por ingestión del producto, contacto con la piel, inhalación o contacto con los ojos.

### **18. Antídoto y tratamiento médico.**

Esta sección recomienda los antídotos que se pueden usar. Esta es una recomendación muy importante para el médico.



Figura 4. Panel derecho de la etiqueta de un fitosanitario con información ambiental y datos del importador.



Figura 5. Panel izquierdo de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre intoxicación y primeros auxilios.

## 19. Medidas para la protección del ambiente.

Todo plaguicida, aunque sea muy poco tóxico, afecta el medio ambiente. Por esta razón, siempre se deben tomar medidas para impedir o reducir ese efecto. Las sugerencias de manejo que se indican van dirigidas a proteger peces y crustáceos, abejas, anfibios y la vida silvestre en general indicados por el fabricante. También se hacen recomendaciones sobre el manejo de los productos y de los envases vacíos, para evitar la contaminación de suelos, ríos, lagos, estanques y otros cuerpos de agua, y reducir el dióxido de carbono en la atmósfera, evitando el calentamiento global.

## 20. Aviso de garantía.

Los fabricantes garantizan la composición química del producto, siempre que esté en su envase original y con su sello de garantía inalterado.

## 21. País y N.º de registro.

Cada producto debe indicar su número de registro en el Ministerio de Agricultura y país, lo cual asegura que es un producto aprobado por las autoridades gubernamentales.

## 22. Lote, fecha fabricación y fecha expiración.

El número de lote es para que el fabricante pueda localizar inmediatamente el preparado en su almacén, donde guarda una muestra de la fabricación de este producto por cinco años. La fecha de fabricación y vencimiento se pone para identificar si el producto está vencido y discontinuar su uso. Es obligatorio poner 2 años de fecha de vencimiento. No obstante, no todos los productos se vencen en 2 años, algunos pueden tomar más de ese tiempo para su vencimiento real.

## 23. Pictogramas.

Los pictogramas (Figura 6) son muy ilustrativos para indicar: almacenamiento, actividad, precauciones y advertencias de uso, protección al ambiente y triple lavado, entre otras informaciones.



Figura 6. Pictogramas de uso común en manejo de fitosanitarios.

## 24. Leyendas.

Las leyendas deben estar en mayúsculas y en negrita. Algunas de las más usadas son:

**¡ALTO! LEA EL PANFLETO ANTES DE USAR EL  
PRODUCTO. CONSULTE EL PROFESIONAL EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS  
ANTES DE COMPRAR Y USAR ESTE PRODUCTO**

**PROTEJA EL AMBIENTE CON BUENAS PRÁCTICAS  
AGRÍCOLAS CUMPLA LAS RECOMENDACIONES DADAS EN EL  
PANFLETO**

**EN CASO DE INTOXICACIÓN, LLEVE EL PACIENTE AL  
MÉDICO Y DELE ESTA ETIQUETA O EL PANFLETO**

**NUNCA DÉ A BEBER NI INDUZCA AL VÓMITO  
A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCIENCIA**

## 25. Banda toxicológica.

La banda toxicológica es una franja de color que se coloca al pie de la etiqueta del producto comercial, la cual debe tener el 15% de la altura de la etiqueta. Este color está dado por la categoría toxicológica. Es muy importante poder identificar este color, para conocer el nivel de toxicidad (oral o dermal) del preparado que se está usando (Tabla 1):

Tabla 1. Categoría toxicológica (Banda Toxicológica) según nivel de toxicidad de los productos plaguicidas.

CATEGORÍA	ORAL (mg/kg de peso corporal)	CUTÁNEA (mg/kg de peso corporal)	SÍMBOLO	PALABRA DE ADVERTENCIA
1	≤5	≤50		Extremadamente tóxico
2	>5 y ≤50	>50 y ≤200		Altamente tóxico
3	>50 y ≤300	>200 y ≤1000		Moderadamente tóxico
4	>300 y ≤2000	>1000 y ≤2000		Ligeramente tóxico
5	>2000 y ≤5000	>2000 y ≤5000		Precaución

## 26. Código CAS. Fuente: (FAO, s.f.a)

El Código de la Chemical Abstracts Service (Código CAS), de acuerdo al portal de Química.es (Quimica.es, s.f.), «es una división de la Sociedad Química Americana, que asigna estos identificadores a cada compuesto químico que ha sido descrito en la literatura. CAS también mantiene una base de datos de los compuestos químicos, conocida como registro CAS.» Este es un compendio que recoge información sobre nombres comunes, nombres químicos y otra información química descriptiva del fitosanitario, cuyos nombres han sido aprobados por ISO e IUPAC. Este código no se exige en la etiqueta ni el panfleto, pero sí debe aparecer en la hoja de seguridad. Esta descrito en el Artículo 4 (de definiciones) del Capítulo II del Reglamento Técnico Ambiental para el Manejo de Plaguicidas y sus Desechos en las Actividades Agrícolas, Pecuarias, Forestales y de Control de Plagas Urbanas, emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### b. Panfleto

Al igual que las etiquetas, los panfletos son materiales impresos que deben estar adheridos (no necesariamente pegados) al recipiente del producto. Los productos formulados en aerosoles (AE) no llevan panfleto. Los panfletos contienen las siguientes informaciones, similares a algunas informaciones de las etiquetas, como:

- Nombre comercial
- Concentración
- Formulación
- Clase
- Grupo químico
- Ingrediente activo
- Símbolo
- Palabra de advertencia
- Densidad
- Modo de acción
- Equipo de aplicación
- Forma de preparación de la mezcla
- pH óptimo del agua
- Áreas de aplicación (plagas, dosis y observaciones)
- Precauciones y advertencias de uso (almacenamiento y transporte)
- Síntomas de intoxicación (primeros auxilios)
- Centros nacionales de intoxicación
- Medidas para la protección del ambiente
- Manejo de envases
- Empaques
- Desechos y remanentes
- Aviso de garantía
- País y número de registro
- Formulador o fabricante
- Exportador e importador
- Pictogramas y leyendas
- Antídoto y tratamiento médico

En todo caso, los panfletos deben seguir las normas de la Resolución N.º RES-MA-2016-36, del 5 de diciembre de 2016, que aprueba el Sistema Globalmente Armonizado (GHS, por sus siglas en inglés) en República Dominicana y adopta el ‘Reglamento Técnico de Insumos Centroamericano (RTCA)’. En anexo se muestra un ejemplo completo de panfleto.

Nota: cuando el producto sea denominado ‘De Uso Restringido’ por resolución ministerial, debe llevar la leyenda ‘**PRODUCTO DE USO RESTRINGIDO**’. Esta leyenda debe estar encima del nombre comercial.

### c. Hoja de seguridad

La hoja de seguridad o MSDS (Material safety data sheet) es el documento o ficha del producto formulado que indica los datos de seguridad con las particularidades y propiedades de una determinada sustancia, para asegurar su manipulación adecuada. El principal objetivo de esta hoja es proteger la integridad física de los operadores durante la manipulación de la sustancia, desde el almacenista hasta el usuario final.

La hoja de seguridad consta de:

1. Identificación del producto y del proveedor.
2. Información sobre la sustancia o mezcla.
3. Identificación de los riesgos.
4. Medidas de primeros auxilios.
5. Medidas para lucha contra el fuego.
6. Medidas para controlar derrames o fugas.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición/protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones sobre la disposición final.
14. Informaciones sobre transporte.
15. Normas vigentes.
16. Otras informaciones.

En los almacenes de plaguicidas deben estar todas las Hojas de Seguridad de cada uno de los productos que allí se manipulan. Los transportistas también deben llevar consigo todas esas hojas de cada uno de los plaguicidas que transportan.

### **III. Selección de un fitosanitario**

La alternativa química es una opción drástica, pero muchas veces necesaria para manejar las plagas. La decisión de realizar una intervención química con ese propósito, se debe hacer luego de pasar una cuidadosa cadena de eventos. La selección del fitosanitario a aplicar se hace después de realizar una inspección de campo, conocer la sintomatología de daños a las plantas, diagnosticar la plaga o enfermedad asociada a esos daños, seleccionar la estrategia y táctica de control y decidir por la intervención química.

Para la intervención química debemos conocer las ventajas y desventajas de usar fitosanitarios. Se debe elegir el fitosanitario de acuerdo a su acción biológica y la plaga a controlar y conocer su momento de aplicación:

- Insectos, nivel de umbral de daño económico.
- Ácaros, según presencia.
- Hongos y bacterias, conocer condiciones ambientales para prevenir un daño al cultivo para curar o erradicar.
- Virus, de acuerdo a presencia detectada, seguir un programa de control y dirigir control al vector.
- Malezas, herbicida preemergente para inicio de cultivo según malezas presentes y herbicida posemergente para cultivo en desarrollo.
- Nematodos, previo análisis de nivel de nematodos/100 gramos de raíz.
- Ratas, según presencia.

**Nota:** siempre verificar la historia de plagas en los cultivos.

En el proceso de selección del fitosanitario, se debe considerar que este tenga seguridad al medio ambiente, seguridad al consumidor, seguridad al usuario, efectividad y rentabilidad. Hay que conocer o confirmar cada uno de los siguientes aspectos del plaguicida:

1. Registro en el Ministerio de Agricultura.
2. Recomendación en la etiqueta y panfleto para la plaga diagnosticada y el cultivo.
3. Conocer su eficacia contra esta plaga por experiencia propia o por referencia.

4. Formulaci3n y modo de aplicaci3n.
5. Conocer el da1o potencial al cultivo, al medio ambiente y a los enemigos naturales.
6. Fecha de fabricaci3n, vencimiento y fabricante.
7. Confirmar que se encuentra en su envase original y si es falsificado y/o adulterado.

De acuerdo a estos detalles y conociendo su clasificaci3n qu1mica se podr1 seleccionar el fitosanitario m1s adecuado para la intervenci3n qu1mica.

## IV. Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) es el uso de varias tácticas, compatibles con la protección del medio ambiente, para mantener las poblaciones de artrópodos, nematodos, roedores, patógenos, malezas y otras plagas por debajo de los niveles que causan daño económico a los cultivos.

El uso intensivo de fitosanitarios tuvo las consecuencias de un desbalance ecológico severo con la rotura en la cadena alimenticia y el surgimiento de resistencia a insectos. Esto impactó el medio ambiente, redujo las poblaciones de enemigos naturales y ocasionó brotes de plagas secundarias, incremento de los costos y creó una alta dependencia y hábito de los agricultores a los fitosanitarios. En los primeros años no se observaron las consecuencias del uso intensivo de fitosanitarios para controlar las plagas de los cultivos.

Con el objetivo de mitigar el impacto de los fitosanitarios y hacer frente a la resistencia a los insectos que estos producen, surgen nuevos enfoques del control de plagas.

En la década de 1970 se define el enfoque de manejo integrado de plagas (MIP) orientado al manejo general de poblaciones de plagas, con el objetivo de reducirlas con la aplicación de medidas de controles complementarios orientados a la solución general a largo plazo. La idea era manejar las plagas, no erradicarlas.

Con este nuevo enfoque de MIP se desarrollaron los conceptos de umbral de daño económico (UDE), nivel de daño económico (NDE) y punto general de equilibrio (PE). Este nuevo enfoque concibe que los umbrales de una misma plaga varían según el estado fenológico del cultivo y estos varían de cultivo a cultivo. Esto implica que se debe actualizar siempre el UDE de cada plaga en cada cultivo, incluyendo la zona.

El concepto se extendió a toda clase de plagas y se expandió la inclusión de otras tácticas, además de las químicas y biológicas. Este enfoque se constituyó en un sistema multidisciplinario que incluía expertos en entomología, fitopatología, nematología y malezas.

Hoy el manejo integrado de plagas (MIP) forma parte integral del manejo integrado de cultivos (MIC) y este, a su vez, es parte básica de las buenas prácticas agrícolas (BPA).

Algunos autores (Morales, y otros, 1999, págs. 97-98) plantean que:

En atención a lo expuesto, el MIP es, en esencia, un proceder interdisciplinario. Esto requiere cooperación en la investigación y desarrollo, así como también en la implementación de las técnicas de control y sus alcances. La participación de diferentes áreas de la ciencia incluiría los Agrónomos, Economistas, Meteorólogos, Ingenieros, Sociólogos, Matemáticos, Fisiología Animal y Vegetal. Entomólogos, Fitopatólogos, Analistas de Sistemas, expertos en Computación, en Malezas y Toxicología.

## V. Tácticas de control

El manejo integrado de plagas es una estrategia que integra diferentes tácticas empleadas en el control de plagas, nematodos, roedores, enfermedades y malezas en la producción de cultivos, con buenas prácticas agrícolas para una agricultura sostenible. Las tácticas son las que componen esta estrategia, las cuales incluyen diferentes métodos de control: preventivos (indirectos) y curativos (directos) para reducir los niveles poblacionales o daños de las plagas en las plantas. Hoy son más implementadas en el control de insectos y malezas. Se evita así un impacto económico negativo en los cultivos, daños al medio ambiente y la salud de las personas.

El uso del manejo integrado de plagas tiene las siguientes ventajas: reduce el uso de plaguicidas, disminuye los residuos tóxicos en productos cosechados, preserva la salud de las personas, contribuye a la protección ambiental, conserva la biodiversidad, conserva los enemigos naturales, reduce la densidad poblacional de plagas, reduce la generación de resistencia, resulta más económico a mediano y largo plazo; organiza los productores y las acciones gubernamentales, generando conciencia a favor de este propósito.

La prevención, en todo momento, es la mejor herramienta de control. Esto es mucho más importante para el caso de la producción de cultivos donde las plagas pueden afectar sensiblemente los rendimientos y provocar pérdidas considerables de la productividad, rentabilidad y calidad del cultivo.

El MIP busca manejar el uso de los fitosanitarios necesarios y oportunos, a través de la utilización de las diferentes tácticas. Para ello se consideran factores económicos, sociales y ambientales. Se requiere conocer aspectos como la biología de las plagas, sus hábitos alimenticios y de reproducción, ciclo de vida, impacto de los factores bióticos (predadores, parásitos) y abióticos (temperatura, humedad, precipitaciones, etc.) a fin de optimizar el control de plagas en relación a todo el sistema de producción de un cultivo.

Las tácticas en control de insectos, nematodos, roedores, enfermedades y malezas buscan asegurar el óptimo crecimiento y desarrollo para un cultivo inocuo, implementando las buenas prácticas agrícolas. Con la implementación de un manejo integrado de plagas, se requiere conocer las diferentes tácticas de control preventivo (indirecto) y curativo (directo), las cuales tienen las siguientes características:

## **1. Control preventivo**

Dentro de los métodos de control preventivos están el control cuarentenario, el fitogenético y el cultural.

### **a. Control cuarentenario**

El control cuarentenario está relacionado a leyes, decretos, reglamentos y resoluciones que imponen los gobiernos para regular el tráfico de materiales vegetativos como las medidas cuarentenarias, tanto internacionales como interregionales, y las reglamentaciones de la cuarentena vegetal. Las medidas cuarentenarias incluyen también los periodos de veda en siembras de cultivos a nivel regional, entre otras medidas.

Los objetivos de la cuarentena son prevenir o evitar la introducción, establecimiento y eventual diseminación de plagas, enfermedades y malezas de importancia cuarentenaria. Esto se logra a través de la inspección en los puntos de entrada de los productos vegetales o subproductos derivados de estos.

La cuarentena puede ser externa o interna. La externa es un conjunto de medidas técnicas que se toman para impedir o evitar la entrada de una plaga cuarentenaria a un país. Los puntos de control cuarentenario externos son los puestos fronterizos, puertos marítimos y aeropuertos. La cuarentena interna es la prevención en un área contra una plaga que ha roto la primera barrera fitosanitaria y tiene una distribución limitada en el país.

Las medidas cuarentenarias externas deben hacerse sobre la base de consideraciones biológicas, geográficas, climáticas y económicas. Las medidas cuarentenarias internas tratan «de evitar la difusión, propagación e incremento de las plagas existentes en el país. Las principales medidas legales consisten en prohibir la movilización de plantas, o de sus partes, de las zonas infestadas a las zonas libres (Morales, y otros, 1999, pág. 52).»

Para la importación de material vegetal se requiere un certificado fitosanitario del país exportador, constancia de la compañía productora de semillas certificada, constancia de desinfección de semillas del país de origen, constancia de material no transgénico, permiso del Departamento de Semillas, permiso del Departamento de Promoción Agrícola y Ganadera, guía de no objeción, inspección del inspector cuarentenario y posible análisis fitosanitario en laboratorio.

Muchas plagas agrícolas y enfermedades bióticas entran por frutas y vegetales que logran pasar los controles cuarentenarios. Las plagas urbanas pasan en maletas de ropas de viajeros. Muchos de los nematodos llegan al país y se extienden por semillas importadas con tierra. Su diseminación regional ocurre por el transporte de tierra que se hace en los tractores, humanos, defecaciones de animales, etc.

### **b. Control fitogenético**

Con el control fitogenético se trata de seleccionar y utilizar materiales mejorados genéticamente, certificados y de alta calidad, con resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades y/o factores abióticos (sequía, altas o bajas temperaturas), para asegurar la productividad y calidad de la producción. El uso de este tipo de materiales reproductivos resulta en un apoyo a la inocuidad de los alimentos y al impacto medio ambiental. La siembra de variedades resistentes/tolerantes es una forma de control permanente de las enfermedades y algunas plagas.

Se tienen innumerables cultivos con resistencia y tolerancia a diversas enfermedades en frutas, vegetales, musáceas, etc. Las nuevas técnicas biotecnológicas como CRISPR/Cas representan un gran avance en el mejoramiento vegetal por resistencia y/o tolerancia a diversas enfermedades y a condiciones climáticas y de suelo.

### **c. Control cultural**

Son prácticas de cultivo utilizadas para crear condiciones desfavorables para la plaga y favorables para el cultivo. Son prácticas agrícolas para prevenir o retardar los ataques de plagas, nematodos, roedores, enfermedades y malezas, haciéndoles el ambiente menos favorable para su desarrollo, y disminuir así sus daños. Estas técnicas se aplican desde la presiembra hasta la postcosecha.

Este se inicia con la inspección de alrededores y la destrucción de los hospederos alternos (malezas y cultivos espontáneos), en los cuales las plagas y enfermedades sobreviven en ausencia de los cultivos objetivos. En el caso de plagas, esto se hace cuando las poblaciones de los insectos benéficos en estas áreas no son suficientes como para controlar a los insectos plagas.

Otra práctica de control cultural es sembrar cultivos trampas. Estos cultivos se utilizan para atraer insectos y eliminarlos con la aplicación

de insecticidas. Otro uso que tienen estos cultivos trampa es atraer determinados insectos plaga cuando los cultivos son más jóvenes y favorecer el control natural mediante la reproducción de enemigos naturales (depredadores y parásitos). Esto contribuye con un control biológico más efectivo. Una práctica para favorecer el control temprano de malezas es pregerminar las semillas de malezas presentes en el suelo. Se puede así hacer aplicaciones tempranas de herbicidas, a las malezas pequeñas, para reducir su presencia antes de sembrar el cultivo.

La roturación del suelo con subsolado y arado de vertedera ayuda a remover el suelo y exponer capas inferiores. Esta práctica expone los estados de desarrollo de insectos, nematodos y patógenos que viven en las capas inferiores del suelo a la acción del sol, las precipitaciones y los vientos, factores que los pueden eliminar. El barbecho prolongado, por uno a dos años, como agricultura regenerativa, ayuda a reducir las poblaciones de nematodos en el suelo. La planificación de siembras en momentos adecuados logra la producción de cultivos en la época cuando las plagas o patógenos no están presentes, o cuando tienen menos presencia, y las condiciones ambientales no son las más favorables. Con la eliminación de restos de cultivos anteriores y destrucción de residuos de cosecha, que constituyen refugio de plagas y patógenos, se reducen sus poblaciones y la presión que ejercen sobre los nuevos cultivos.

Las podas reducen la cantidad de tejido de las plantas, lo que permite la entrada del sol y reduce la humedad interior de las plantas. También ayudan a eliminar tejidos infectados. Es necesario aplicar una pasta fúngica en las heridas luego de una poda, para reducir la incidencia de enfermedades.

El manejo de las densidades de siembra, el deshoje, el deshije, el raleo de plantas enfermas, la regulación del riego programado y el drenaje adecuado se traducen en menor probabilidad de afecciones por plagas, enfermedades y malezas. Hay que controlar los niveles de nitrógeno en la fertilización, pues niveles elevados de este elemento favorecen la aparición y desarrollo de enfermedades.

La siembra de variedades resistentes/tolerantes es un modo permanente de control de plagas. Otras prácticas de control cultural son la rotación y diversificación de cultivos, para romper el ciclo de las plagas y evitar que los cultivos sean atacados por las mismas plagas.

La siembra de árboles como barreras vivas, cultivos refugios, cultivos trampas, uso de camas levantadas con coberturas (camas plastificadas), coberturas flotantes, arena y/o cobertura vegetal, así como la zonificación de cultivos con fechas límites de siembra (para sembrar en momentos que las enfermedades no coincidan con las condiciones ambientales para su desarrollo), la resiembra y el trasplante son todas prácticas culturales apropiadas.

## **2. Control curativo**

Entre los diferentes métodos de control curativo o control directo están el control mecánico, el físico, el biológico, el etológico y el químico.

### **a. Controles físicos/mecánicos**

Para algunos autores (Morales, y otros, 1999, pág. 46) estos «son los métodos más antiguos y, en algunos casos, los más primitivos de todos los métodos de control de plagas.» Los métodos físicos/mecánicos se interrelacionan y forman uno. Estos controles difieren del control cultural en que las acciones están dirigidas específicamente contra los insectos, las enfermedades o los nematodos y no constituyen una práctica que modifique al cultivo en sí. Pueden ser métodos de control temprano, tanto preventivos como correctivos. Pueden ser medidas directas o indirectas para destruir los insectos de forma inmediata.

Con los controles físicos/mecánicos se busca aprovechar la temperatura, el agua, el fuego, etc. para modificar algunas características físicas del ambiente (temperatura, humedad, luz, etc.). Se pueden aplicar en campo abierto o en ambiente protegido (invernaderos y túneles).

Entre estos están los siguientes:

- recogida manual de insectos adultos, larvas o colonias de huevos;
- uso de trampas (cromáticas y de luz color azul);
- uso de mallas (redes, mosquiteros, etc.);
- uso de sonidos de alta intensidad (140 y 160 dB) para eliminar insectos, o de mediana intensidad (100 y 130 dB) para repeler algunos animales como los pájaros;
- uso de pinturas insecticidas;
- aprovechamiento de factores como temperatura, agua, fuego, solarización, etc.;

- colecta manual de frutos o tejidos infestados y envoltura de frutos sanos, para su protección;
- recogida para destrucción (quemándolos o enterrándolos) de frutos y partes vegetales (ramas) infestadas, sea en la planta como en el suelo;
- uso de trampas para atraer insectos (trampas adhesivas, atrayentes);
- uso de equipos para succionar los insectos (usados en molinos para harina);
- exclusión de insectos con el uso de barreras que imposibilitan su acceso a ciertas áreas o productos. Aquí se consideran el proteger los frutos con bolsas, el uso de pantallas o mallas de tela (casas malla) o de plástico (invernaderos).

### **b. Control biológico**

En el control biológico se usan agentes biológicos (organismos y microorganismos), botánicos (extractos de plantas) y fermentos destinados a combatir las plagas. Los agentes biológicos se clasifican en: parasitoides, depredadores (inferiores y superiores) y patógenos. Los patógenos pueden ser bacterias (como *Bacillus* spp.), las cuales tienen multiplicidad de usos contra plagas y algunas enfermedades. Han surgido algunos herbicidas orgánicos a base de aceites como el eugenol, un aceite esencial de clavo de olor y melaza.

### **c. Control etológico**

El control etológico corresponde al uso de cualquier producto fitosanitario que provoque una alteración en la fisiología de las plagas, provocando su muerte. Generalmente se usan reguladores de crecimiento, que están compuestos por antagonistas de hormonas juveniles e inhibidores de la formación de quitina.

### **d. Control químico**

El control químico se realiza con el uso de fitosanitarios o plaguicidas. De acuerdo con el 'Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas' (FAO y OMS, 2015, pág. 6), un plaguicida es «cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, destruir o controlar cualquier plaga o a regular el crecimiento de las plantas.» Estos pueden ser, según el objetivo de control: insecticidas, acaricidas, nematocidas, fumigantes, rodenticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas, entre otros.

El uso de un fitosanitario es el último control a usar, debido a su impacto en el medio ambiente y la salud de las personas. Su uso tiene ventajas y desventajas. La aplicación de todo plaguicida debe ser racional y sólo después de agotar los métodos anteriores. Su aplicación debe decidirse luego de determinar el umbral de daño económico (UDE) y el nivel de daño económico (NDE) en el cultivo, para minimizar el riesgo de los efectos adversos de los fitosanitarios. Esto es parte integral de los principios del MIP para las buenas prácticas agrícolas.

Los fitosanitarios a usar deben estar registrados en el Ministerio de Agricultura y autorizados para el cultivo en el que se va a aplicar. Las aplicaciones de fitosanitarios deber ser siempre alternadas según las recomendaciones de los comités de resistencia de insecticidas, por el IRAC; fungicidas, por el FRAC; herbicidas, por la WSSA y el HRAC; y raticidas, por el RRAC.

La figura 7 presenta las tácticas de control preventivo y curativo en el manejo integrado de plagas.



Figura 7. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas.

## VI. Implementación

Con la implementación del MIP se reduce el uso de fitosanitarios, la resistencia de las plagas, los brotes de plagas secundarias, los residuos tóxicos en la producción y la carga química por ciclo de cultivo. Todo esto ayuda a preservar la salud y a la protección del medio.

El manejo integrado de plagas forma parte integral del manejo integrado de cultivos (MIC) y este, a su vez, es parte básica de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Las BPA incluyen un Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) con los procesos de inocuidad y seguridad laboral. Con el manejo integrado de plagas se controlan las especies de insectos plaga de manera más efectiva, con costos más bajos, ambientalmente segura y socialmente aceptable.

El MIP reduce la alta dependencia y el hábito de los agricultores a los fitosanitarios. También contribuye a conservar la diversidad biológica y los enemigos naturales. El MIP resulta, así mismo, más económico a mediano y largo plazo, aunque sus resultados no se ven a corto plazo. Las tácticas del MIP y las prácticas del sentido común guardan siempre una estrecha relación, lo que permite aprovechar todas las opciones posibles de tácticas y prácticas de control.

La aplicación del manejo integrado de plagas tiene algunos inconvenientes, porque requiere un trabajo exhaustivo que consta de tres fases:

- a. Conocer la biología y el comportamiento de las plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas.
- b. Determinar el nivel de daño económico (NDE) de las plagas.
- c. Conocer la fenología del cultivo.

Sobre la biología de las plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas se trata de conocer su comportamiento, hábitos alimenticios, reproducción, ciclo de vida, condiciones ambientales de desarrollo, daños que ocasionan, entre otros.

El nivel de daño económico (NDE) es la mínima densidad poblacional de las plagas, donde el valor del rendimiento cubre exactamente los gastos del control. Es donde el productor debe iniciar la acción de control y evitar que la población de plagas sobrepase el nivel de daño económico. Si la densidad de la plaga es menor que el NDE, no es rentable implementar una acción para el control; pero si es mayor,

se interviene con medidas curativas, pero siempre manteniendo las medidas preventivas. Toda acción debe iniciar antes de llegar al NDE. Esto se debe medir en cada etapa del cultivo, el cual puede variar por región.

Para conocer la fenología del cultivo es preciso mantener el monitoreo en cada etapa fenológica del cultivo, a saber: germinación, crecimiento, floración, producción y cosecha. Además, se deben conocer sus periodos críticos.

El manejo integrado de plagas consta de las siguientes cinco etapas para su implementación:

### **1. Identificación**

La identificación de la plaga es fundamental para elegir la táctica de control más adecuada. Es difícil intentar controlar cualquier plaga sin su correcta identificación. Luego de identificar la plaga se debe conocer su comportamiento y biología. El monitoreo de plagas se utiliza para conocer los niveles de presencia de esa plaga. Siempre se debe considerar que una especie puede convertirse en plaga por cambios en el ambiente, cambios en las preferencias de hospedera, uso inapropiado de fitosanitarios o transporte a través de barreras geográficas.

El monitoreo de plagas consiste en implementar muestreos con secuencia planeada y registrada, con el propósito de confirmar niveles de la existencia de las plagas y conocer la dinámica poblacional para toma de decisiones. Es muy importante conocer los periodos críticos de producción de cada cultivo monitoreado (fase de alta sensibilidad para la productividad) y tomar decisiones oportunas.

Las ventajas del monitoreo son:

- a. Aplicación del fitosanitario adecuado.
- b. Ahorrar fitosanitarios en aplicaciones innecesarias.
- c. Menor impacto ambiental aplicando racionalmente los fitosanitarios.
- d. Evitar reducción de rendimiento por manejar con tiempo una infestación.
- e. Conocer la eficiencia del sistema con la información revelada a través del tiempo.
- f. Mejor gestión de la empresa agrícola.

La persona que monitorea debe apreciar lo diferente y convertir en método o técnica de fiabilidad todo lo observado, para registrar y comparar en el tiempo. Toda observación está sujeta a la subjetividad de quien monitorea. Muchas observaciones están sujetas a que se mantengan en el tiempo. La experiencia de esta persona es muy importante, siempre debe ser exacto y preciso para reducir los errores. La figura 8 compara estos dos conceptos, a menudo confundidos.

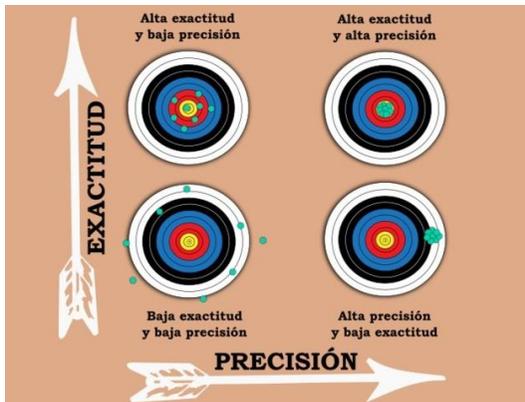


Figura 8. Precisión vs. Exactitud frente a un objetivo deseado.

Fuente: imagen tomada de: (Zita, 2021).

El monitoreo se puede hacer con drones, si se cuenta con un software que pueda identificar los daños por plagas, nematodos, roedores, patógenos y malezas presentes.

El monitoreo se inicia considerando la realización de un muestreo. La toma de muestras debe ser planificada y registrada por localización (lote), con la definición de un instrumento de muestreo.

Cada especie tiene un método de muestreo para el monitoreo, y tiene una táctica de control específica.

Los factores a considerar en el muestreo son:

1. Tamaño del lote.
2. Relieve.
3. Si tiene o no isletas (montes).

4. Si es pegado o no a corredores biológicos (montes).
5. Hora del día.
6. Distribución de las malezas.
7. Proximidad a otros cultivos.
8. Factores climáticos (viento, lluvia).
9. Otros.

El recorrido del lote se puede hacer usando un sistema al azar, uniforme o agregado (Figura 9).

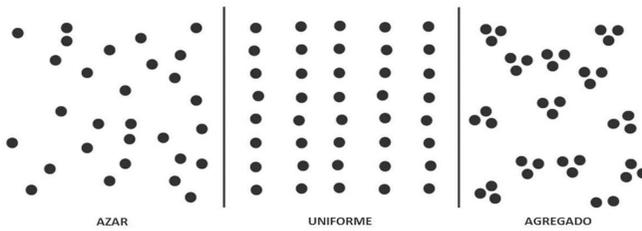


Figura 9. Posibles recorridos para el muestreo en un monitoreo: al azar, uniforme o agregado.

Otra forma de recorrido son los sistemáticos, los cuales pueden ser: total (transecta, zig-zag M o W o ingresos laterales) o estratificado (Figuras 10 y 11).

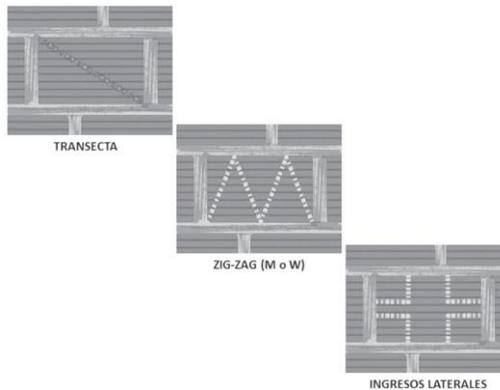


Figura 10. Muestreos con recorridos sistemáticos totales.

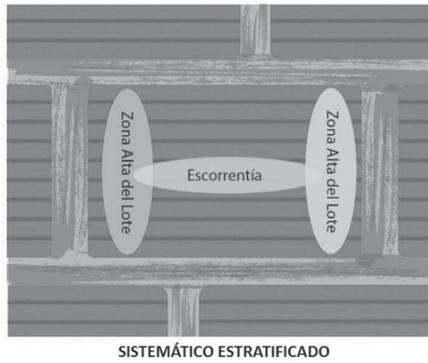


Figura 11. Muestreo con recorrido sistemático estratificado.

### a. Monitoreo de plagas

En un monitoreo de la densidad poblacional de una plaga durante cada etapa del desarrollo del cultivo, se construye una matriz en Excel con la que se define el umbral de daño económico y su nivel de daño económico. Con este cálculo se toman las decisiones de aplicación antes que la densidad poblacional supere el costo de control, que es antes de llegar al nivel de daño económico (NDE) del cultivo (Figura 12). Este puede variar por cultivo, plaga y zona.

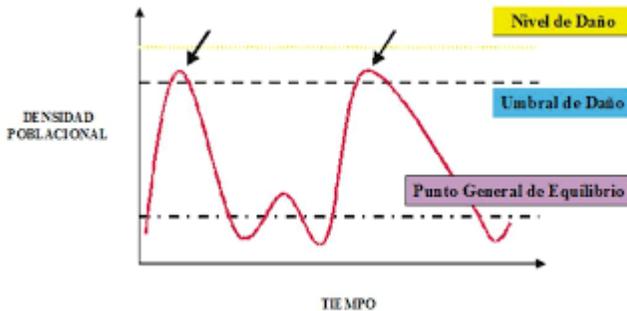


Figura 12. Puntos de decisión de control de una plaga, en función de la dinámica de su densidad poblacional en el tiempo y el umbral de daño.

Fuente: tomado de: (Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza [ISCAMEN], 2021?).

## b. Monitoreo de nematodos

Para conocer el nivel de daño económico (NDE) se necesita tomar muestras al azar de 100 gramos de tierra y enviarlas a analizar al laboratorio. En siembras anteriores se puede inferir su presencia por los síntomas que presentaron las plantas. La tabla 2 presenta un listado de ejemplos de los niveles de umbral económico de algunos nematodos, por 100 gramos de suelo en cultivos:

Tabla 2. Umbral económico para diferentes especies de nemátodos en algunos cultivos.

<b>Nematodo</b>	<b>Umbral Económico</b>	<b>Cultivo</b>
<i>Meloidogyne hapla</i>	9 juveniles/100 g de suelo	Zanahoria
<i>Meloidogyne incognita</i>	4 juveniles/100 g de suelo	Tomate
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	1 nematodo/100 g de suelo	Ajo y cebolla
<i>Pratylenchus penetrans</i>	30 a 180 nematodos/100 g de suelo	Zanahoria
<i>Meloidogyne javanica</i>	1 juvenil/100 g de suelo	Tomate
<i>Pratylenchus penetrans</i>	200 a 400 nematodos/100 g de suelo	Col

Fuente: Damián (2016), citado por: (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI], 2017).

## c. Monitoreo de roedores

El monitoreo se inicia con la inspección, donde se identifican signos como deyecciones, huellas, daños por roídas, madrigueras y salidas de escape.

El proceso de monitoreo se debe iniciar desde las etapas de preparación de terreno hasta unos 20 días antes de la cosecha. Para el monitoreo se usa distribución de cebos no tóxicos colocados en franjas o líneas de 100 metros o menos, dependiendo de la forma y distribución de la finca. Cada cebo debe estar protegido en cajas para proporcionar al roedor un lugar tranquilo, oscuro y protegido contra enemigos naturales, que le permita comer con tranquilidad y en mayor cantidad del cebo colocado en su interior.

Se debe colocar un cebo por cada metro de evaluación y, simultáneamente, se señalan los sitios con cinta plástica y estacas de madera. Con el movimiento o afección del 12% de los cebos se tiene

el nivel de daño económico para la implementación de tácticas de control.

#### **d. Monitoreo de enfermedades**

Las diferentes enfermedades bióticas que afectan los cultivos tienen como agentes causales las talofitas (hongos, algas y líquenes), procariontas (bacterias y fitoplasmas) o protistas (virus y viroides).

Estas enfermedades no aparecen de forma espontánea (Lastres & Soza, 2009, pág. 32), «sino que tienen fuentes de origen, sean estos hospederos alternos, material infectado en descomposición, esporas latentes en el suelo, etc.» Las enfermedades se pueden transmitir por medio vegetativo, mecánico, invertebrados (vectores) y por factores climáticos. Para el desarrollo de una enfermedad se necesita un hospedero susceptible (el cultivo), un patógeno virulento y condiciones ambientales adecuadas.

Es importante establecer inspecciones regulares al cultivo y mantener información de las condiciones climáticas como precipitaciones, humedad y temperatura, ya que las enfermedades tienen condiciones climáticas específicas para su desarrollo. Cuando las condiciones climáticas sean ideales para el desarrollo de una enfermedad presentada en cultivos anteriores, inicie aplicaciones con fungicidas preventivos. Una vez se observe un síntoma de enfermedad en el cultivo, iniciar las aplicaciones con fungicidas específicos.

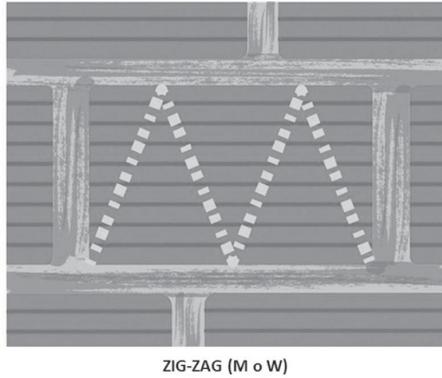
#### **e. Monitoreo de malezas**

El monitoreo se inicia con el diagnóstico de las malezas existentes en el área y su densidad de población, con el fin de tomar decisiones de prevención o control. Para el diagnóstico se debe hacer una evaluación simple. Para esto es necesario conocer: 1. especie, 2. estadios fenológicos, 3. cobertura por gramíneas, hojas anchas y ciperáceas (expresada como porcentaje). Esta evaluación se debe hacer antes del control, después del control y a la cosecha.

La cantidad de muestras a tomar para el monitoreo de malezas depende del área a monitorear. En áreas menores de 15 hectáreas se toman tres muestras, en área de 15 a 60 hectáreas se toman cinco muestras y en aquellas mayores de 60 hectáreas se toman 10 muestras.

El patrón de muestreo debe seguir la siguiente ruta (Figura 13):

Para todos los casos, lo más conveniente es que la unidad de muestreo tenga una superficie circular de  $19.6 \text{ m}^2$  (Figura 14).



ZIG-ZAG (M o W)

Figura 13. Recorrido para muestreo en Zig-Zag.

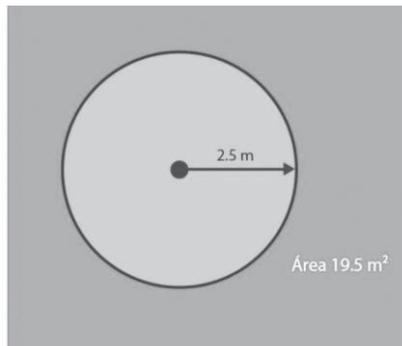


Figura 14. La unidad de muestreo circular de  $19.6 \text{ m}^2$ .

Procedimiento:

1. Observar y determinar la cobertura total de malezas.
2. Dividir el porcentaje total de cobertura en % de gramíneas, % de hojas anchas y % ciperáceas.
3. Anotar las especies de malezas presentes y su estado de crecimiento.

Estado de crecimiento de las malezas. Esto se hace siguiendo el sistema de clasificación que presenta la tabla 3, según el estado de desarrollo de las malezas.

Tabla 3. Clasificación de las malezas según su estado de desarrollo.

<b>Código</b>	<b>Estado de Desarrollo</b>
1	Plántula
2	Vegetativo temprano
3	Vegetativo tardío
4	Floración – Fructificación
5	Senescencia

Tomado de: (Soto & Agüero, 1992).

Esta información de monitoreo de la evaluación con quienes monitorean a pie se puede complementar con fotografías o videos hechos con drones.

Con esta información se pueden diagnosticar las condiciones de las malezas en el campo. Comparando los datos de cada año, se pueden observar los cambios de la flora con la aparición de malezas nuevas, la eficacia de los herbicidas y las malezas resistentes.

En la identificación se define si son anuales o perennes, si son de reproducción sexual o asexual (o ambas), su hábitat, ciclo de vida; tipo de suelo en que crece, hábito de crecimiento (rastrera, erecta o trepadora); etc. Con estas informaciones se va identificando el método de control

Las malezas son más fáciles de controlar cuando están en estado de desarrollo con un máximo de 3 a 4 hojas. También, resulta más económico cuando se hace un control oportuno, previendo el daño por la interferencia de las malezas. El impacto que producen las malezas va más allá de un ciclo de cultivo, por lo que se debe dar seguimiento al monitoreo a través del tiempo.

Cada cultivo tiene su propio periodo crítico y malezas típicas que están presentes según región de siembra, y que tienen mayor agresividad de acuerdo a sus condiciones de desarrollo. Así también, los cultivos tienen definidas las cantidades de malezas/metro cuadrado para iniciar un control con herbicida postemergente. Normalmente, este valor es de 4 plantas en malezas gramíneas y ciperáceas y 3 en

malezas hojas anchas. El estado de desarrollo de las malezas no debe ser mayor de 3 a 4 hojas para su control. Para la aplicación de herbicidas pre-emergente debe siempre observarse las malezas presentes en ese lote en cultivos anteriores.

## **2. Tácticas**

Para el control de insectos, nematodos, roedores y malezas en un cultivo, se debe tener el conocimiento del nivel de daño económico (NDE) presente. Esto permite tomar la decisión de intervención antes de que se supere el NDE. También hay que conocer las condiciones ambientales que favorezcan el desarrollo de estos, para la implementación de las tácticas de control preventivo (indirecto) y/o curativo (directo). Se pueden escoger varias tácticas para un objetivo común.

En todos los casos, las medidas preventivas se deben mantener de manera permanente en todo el proceso de siembra. Las curativas se usarán cuando se diagnostique la presencia de una plaga por encima del nivel de daño económico o las condiciones ambientales sean favorables para su desarrollo.

## **3. Aplicación**

La aplicación oportuna de los fitosanitarios, producto de la decisión de intervención química, es una etapa fundamental en el proceso productivo para evitar daños a la plantación. Pero es muy importante hacer una correcta planificación de las aplicaciones. En caso de ser necesaria la aplicación de fitosanitarios, estas constan de tres momentos: antes, durante y después. La correcta planificación de la aplicación, considerando esos tres momentos, asegura el éxito y eficacia del control.

## **4. Evaluación**

El monitoreo no termina con la decisión de la intervención. Debe seguir en la observación de la efectividad de las aplicaciones y hacer una evaluación de los resultados en el tiempo. La evaluación de las aplicaciones es sumamente importante para determinar el éxito o fracaso de las tácticas aplicadas.

## **5. Mantenimiento**

El mantenimiento del monitoreo de plagas es fundamental para la continuidad del manejo integrado de plagas. Hay que mantener las observaciones de lo establecido permanentemente, debido a posibles reinfestaciones del cultivo en el tiempo y poder actuar en consecuencia.

La figura 15 resume los componentes de una estrategia de manejo integrado de plagas.



Figura 15. Principales tácticas de control en Manejo Integrado de Plagas y su implementación.

## VII. Equipos de aplicación de fitosanitarios

Una exitosa aplicación de plaguicidas se obtiene manejando correctamente todos los factores implicados en la aplicación, con las debidas precauciones. Se considera que los principales errores en las aplicaciones están concentrados en aspectos como el orden de la mezcla y premezcla del tanque, manejo de la gota y deriva al momento de su aplicación y problemas en el equipo de aplicación. Todos estos errores se califican como problemas de manejo.

Las variables que afectan la aplicación de fitosanitarios se inician en el área legislativa, con el registro del producto fitosanitario. Luego están otras variables como las agronómicas, ecológicas, medicinales (tratamiento en intoxicaciones), ingeniería (maquinarias y mantenimiento), de economía (costo/beneficio) y de comercio.

Los plaguicidas, por su naturaleza de toxicidad a los seres vivos, necesitan protección y cuidado preventivo en su manejo. Los productos fitosanitarios pueden causar múltiples efectos al ser humano, si se manejan mal y se entra en contacto con ellos. De ahí que la mejor decisión cuando se utilizan es usar un medio de aplicación adecuado con equipos de protección personal. La elección de todo el equipo ayuda a su correcta distribución para una alta efectividad y rendimiento, con homogeneidad en la distribución.

Los equipos de aplicación pueden ser para aplicación en húmedo o en seco, según la formulación del producto fitosanitario. Los equipos para aplicación en húmedo se llaman ‘pulverizadoras’ o ‘aspersoras’. Aquellos para aplicación de formulados en seco se conocen como ‘fumigadoras’.

Los diferentes equipos pulverizadores pueden ser: a) pulverizador hidráulico; b) pulverizador hidroneumático; c) nebulizador; y d) Pulverizador rotativo.

1. Pulverizadoras. La pulverización es un proceso físico-mecánico de transformación de una sustancia líquida en partículas o gotas dispuestas sobre el objetivo deseado, con tamaño y densidad adecuados a un objetivo propuesto. Los productos de aplicación con pulverizadoras son formulaciones para aplicarse diluidas (en agua, kerosene, gasoil, aceite, etc.). Los equipos de pulverización, o aspersoras, se utilizan para atomizar estas formulaciones. Se clasifican de acuerdo a la forma de dividir el líquido en gotas, como se puede ver en la tabla 4:

Tabla 4. Clasificación de equipos según método de división del líquido en gotas.

FORMA DE DIVIDIR EL LÍQUIDO	TÉCNICA	MÁQUINA
Presión del líquido	Pulverización Hidráulica	Pulverizador hidráulico
Corriente de aire	Pulverización Hidroneumática	Pulverizador hidroneumático
Corriente de aire	Pulverización Neumática	Nebulizador
Fuerza centrífuga	Pulverización Centrífuga	Pulverizador centrífugo

Fuente: tomado de: (Catalán, 2016).

- a. Pulverizadores hidráulicos. Son muy comunes y pueden ser manuales o motorizadas.
  - i. Las manuales son movidas manualmente o por baterías recargables. Su presión y salida de la mezcla es muy variable. No brindan suficiente agitación en la mezcla para mantener los polvos mojables en suspensión. Dividen las gotas mediante un proceso mecánico, aunque muchos de los aspersores manuales tienen un sistema de agitación. De igual manera, muchas motorizadas proveen agitación por un sistema de retorno del líquido al tanque de mezcla.
  - ii. Las motorizadas pueden ser estacionarias o aéreas (para avionetas, helicópteros y drones).
    - Las motorizadas estacionarias pueden estar estacionarias y montadas o haladas por un tractor.
    - Las motorizadas aéreas pueden ser avionetas, helicópteros y drones que llevan acoplados los equipos de aplicación, con sus mangueras y boquillas.

Los drones o Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), también llamados Helicópteros Controlados a Distancia (HCD), son la última innovación en la agricultura de precisión. Se utilizan para múltiples tareas y también para la aplicación de productos fitosanitarios. Resultan ser una herramienta muy útil e importante en lugares de difícil acceso. Cuando se usan para la aplicación de fitosanitarios en la protección de cultivos, aportan precisión con una menor exposición del aplicador. Estos pueden cumplir múltiples funciones en la agricultura al ser usados también para mapeo de fincas, con los que se obtienen

elevaciones en curva de nivel, medición de áreas y volúmenes y otros análisis; y vigilancia y monitoreo de plagas, enfermedades y malezas.

Para estos análisis en mapeo se usa el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés. Este es un índice que se utiliza para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base en la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético. También se pueden obtener datos sobre las condiciones físicas, agronómicas, fenológicas, fitopatológicas, fisiológicas hídricas, entre muchos otros aspectos, tanto del terreno, como de cultivos y animales.

Una gran ventaja de estos equipos es que pueden hacer evaluaciones preaplicación y postaplicación, así como ubicar el objetivo de aplicación.

- b. Pulverizadores hidroneumáticos. Son impulsadas por una corriente de aire con turbinas.
- c. Nebulizadores. También son impulsados por una corriente de aire. Las gotas se producen por el choque de la vena líquida que incide, en flujo laminar, con un chorro de aire a presión. Este equipo produce gotas más pequeñas que, incluso, el atomizador. Los equipos motorizados mecánicos impulsados por aire son los llamados nebulizadores, los cuales pueden ser utilizados en agricultura (invernadero y campo abierto) y en control de plagas urbanas. Pueden ser nebulizadoras en frío o en caliente.
  - i. Nebulizadora (en frío). Estos equipos fragmentan el líquido plaguicida en gotas de 1 a 30 micras, que son muy sensibles a los efectos de la deriva. Algunas nebulizadoras en frío se pueden ajustar para producir gotas de niebla más pequeñas. Algunas máquinas impulsan el líquido hacia unos discos giratorios y rotores. Otras utilizan boquillas de gotas extremadamente finas combinadas con altas presiones. Algunos modelos liberan el plaguicida directamente desde la boquilla de la máquina. Otros tienen mangueras flexibles de extensión que pueden ser utilizadas para aplicar las finas partículas a distancias mayores. Las gotas de los nebulizadores en frío permanecen en el aire por un largo periodo, pudiendo ser acarreadas por las corrientes de aire y llevar el producto fuera de su objetivo. Eventualmente, estas pequeñas gotitas flotantes entran en contacto con los insectos que están expuestos a las corrientes adyacentes. Las

gotitas se adhieren a las cerdas de los insectos expuestos, donde se acumulan para posteriormente adherirse a su cuerpo.

Las máquinas nebulizadoras en frío son efectivas en el control de insectos voladores (moscas, mosquitos, etc.), insectos rastreros (cucarachas) y otros que son expuestos a la neblina en frío durante la nebulización.

Las nebulizadoras en frío están disponibles en una gran variedad de modelos y tamaños. Estos equipos funcionan con gasolina o con electricidad. Las nebulizadoras impulsadas por gasolina generalmente son grandes y se montan sobre carretillas o en las camas de camionetas. Estos modelos, típicamente, se utilizan en programas de nebulización en áreas abiertas o lugares cerrados grandes, en operaciones de control de plagas urbanas.

Las nebulizadoras impulsadas por electricidad generalmente son de uso manual y pequeñas. Se utilizan, por lo general, en áreas interiores residenciales y comerciales y almacenes en control de plagas urbanas e invernaderos. Las mezclas de los productos para las aplicaciones con nebulizadoras se pueden hacer con agua y productos plaguicidas formulados en concentrado emulsificable (EC), emulsión en agua (EW), suspensiones concentradas (SC) o suspensión en cápsulas (CS). Su uso requiere seguir las recomendaciones del fabricante.

ii. Termonebulizadora (en caliente). Estos equipos crean una neblina insecticida, con la formulación adecuada del insecticida, en una cámara que se calienta a la temperatura suficiente para provocar una vaporización inmediata del producto. La fuente de calor utilizada para vaporizar el producto se produce impulsando vapor a través del tubo.

Los termonebulizadores están disponibles en modelos manuales, que pueden ser eléctricos o de gasolina. Los equipos eléctricos tienen capacidad para  $\frac{1}{2}$  galón. Estos pequeños equipos producen pequeñas cantidades de salida (5 a 15 galones/hora) y se usan para tratar los interiores de los edificios o para pequeñas áreas exteriores.

Las pequeñas partículas del plaguicida que se producen en estas máquinas tienen un tamaño que varía entre 2 a 10 micras, las

cuales son muy sensibles a los efectos de deriva. Por esta razón, son «fácilmente llevadas por cualquier corriente de aire que pasa por las grietas, ranuras o huecos en los muros. Las nieblas tienen la habilidad de penetrar entre las áreas inaccesibles.» (Fernández, 2020). Las microgotas flotan en el aire lo suficiente para controlar los mosquitos y otros insectos voladores que usan la vegetación como refugio.

Las grandes termonebulizadoras producen volúmenes de niebla en una proporción de salida de 30 a 60 galones/hora. Por lo general, se usan para trabajos exteriores de gran escala. Las mezclas de los productos para las aplicaciones con termo nebulizadora se pueden hacer con disolvente kerosene, gasoil o aceite mineral y los productos fitosanitarios formulados indicados para estos equipos. Cuando se usa una formulación ULV no se usa disolvente. Para usar estos equipos, se deben seguir las recomendaciones del fabricante.

- d. Pulverizadores centrífugos. En estos equipos, las gotas las producen discos que giran a gran velocidad con una fuerza centrífuga y mantienen su tamaño uniforme. Se acoplan a equipos terrestres y aéreos. Los equipos terrestres usan una ULVA (Ultra Bajo Volumen) y los productos usados se aplican puros en formulación ULV. En los equipos aéreos se usan atomizadores 'Micronair', acopladas a helicópteros o avionetas. Los equipos aéreos se usan donde existen grandes extensiones o donde los equipos terrestres no pueden entrar por lo escarpado de los terrenos.

2. Fumigadoras. Las fumigadoras, de aplicación con formulados en seco, pueden ser:

- a. Espolvoreadoras. Las espolvoreadoras son equipos usados en la aplicación de productos formulados en polvo. Hoy prácticamente no tienen uso en agricultura extensiva, por las dificultades para lograr una distribución homogénea, la peligrosidad de su aplicación y la eficiencia de otros equipos más desarrollados. De acuerdo al Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE), de Paraguay:

Las formulaciones en polvo pueden aplicarse tanto con equipos pequeños como grandes, operarse manualmente o motorizados. El aire es el portador-distribuidor de todas las formulaciones en polvo. La deriva, por lo tanto, es una

desventaja importante para la aplicación de este tipo de formulaciones. (SENAVE, 2009, pág. 23).

- b. Granuladoras. Las granuladoras aplican productos granulados al suelo, de forma dirigida y localizada, al igual que los fertilizantes. Algunos productos granulados se aplican al follaje cuando este termina en forma de embudo (como la piña y el maíz, que pueden retener el granulado). Estos actúan por contacto contra las plagas o se disuelven con el rocío, se asimilan basipetalmente y llegan hasta la raíz para controlar varias plagas. Algunas manuales se usan en bananos y plátanos con la granulometría regulada.
- c. Inyectores. Los inyectores son equipos de aplicación urbana (residencial y comercial) o campo abierto agrícola. Los inyectores para uso en residencias y comercios, comúnmente, se usan para el control de termitas y comején. Los de uso a campo abierto agrícola se usan para plagas de suelo como enfermedades (bacterias, hongos), insectos y nematodos. Son muy usados en invernaderos. Están indicados sólo para personas más especializadas.

Los equipos necesarios para aplicar al suelo a campo abierto agrícola dependen del tipo de fumigante que se use. Hay dos tipos de fumigantes:

Los fumigantes líquidos (dicloropropanos, dicloropropeno y metam sodium). Son de baja volatilidad y de baja presión. Los fumigantes comprimidos (bromuro de metilo) son de alta volatilidad y alta presión, y se mantienen en estado líquido sólo bajo presión. Aplicar estos productos requiere de equipos especiales que los distribuyan y de un elemento que selle la superficie tratada.

La elección del equipo de aplicación depende del área a tratar, el tipo de plaga y la formulación del fitosanitario, para una mayor precisión de la aplicación.

## VIII. Aditamentos de los equipos de aplicación

Los aditamentos de equipos son las piezas que se añaden para completar los equipos necesarios para el objetivo deseado. Para la mayoría de las aplicaciones de fitosanitarios, los equipos tienen los siguientes aditamentos, a los cuales se les debe tener especial atención:

### 1. Tanques de mezcla. De acuerdo al SENAVE:

Los tanques deben fabricarse de material resistente a la corrosión para los plaguicidas usados y tener una boca grande de entrada para facilitar el llenado y la limpieza (deben ser de tapa con cierre hermético). También deben tener un conducto grande de drenaje, situado de forma tal que todo el tanque pueda drenarse. (SENAVE, 2009, pág. 9).

### 2. Bombas. Son las que impulsan la mezcla al agitador hidráulico y a las boquillas. Deben tener capacidad para impulsar el caudal suficiente y mantener la presión adecuada. Los componentes de las bombas deberán ser más resistentes a la corrosión y abrasión (juntas, tapas de los pistones y turbina), principalmente cuando usen formulaciones en polvos mojables o emulsiones concentradas, entre otras.

La Central Nacional de Cooperativas, de Paraguay (UNICOOP) sugiere que:

Las bombas de los equipos pulverizadores no deben operarse a velocidades y presiones por encima de las recomendadas por el fabricante. Las bombas se dañarán si se hacen funcionar en seco o con un volumen de entrada o de salida restringido. Las bombas dependen de la mezcla para su lubricación y enfriamiento. (UNICOOP, 2015, pág. 48).

Estas bombas pueden ser de rodillos, de engranaje, de paletas, centrífugas, de diafragma y de pistón.

### 3. Agitadores. Sobre este particular, el SENAVE recomienda que:

Cada pulverizador debe tener agitación para mantener la mezcla uniformemente. Si hay muy poca agitación, el plaguicida se aplicará de manera dispereja. Si hay mucha agitación, algunos plaguicidas pueden formar espuma e interferir el funcionamiento de la bomba y la boquilla.

Los tipos de agitación necesarios dependen de la formulación del plaguicida usado. Existen cuatro tipos fundamentales de agitación:

a) Agitación manual: mediante una paleta o un aspa de agitación continua puede ser suficiente para los pulverizadores pequeños operados manualmente, pero no es práctica para pulverizadores accionados por otro tipo de energía.

b) Agitación mecánica: se obtiene con paletas unidas a un eje colocado cerca de la parte inferior del tanque pulverizador.

c) Agitación hidráulica: se obtiene cuando una parte de la salida de la bomba se retorna al tanque. El método más simple y efectivo consiste en el retorno de una línea desde la válvula reguladora de presión (agitación por línea de retorno). Este tipo de agitación es conveniente sólo con formulaciones emulsionadas y solubles en agua. No es conveniente para polvos mojables o en tanques con capacidad mayor que 250 L, a menos que se utilice una bomba centrífuga de alta capacidad.

d) Inyección de aire: es la agitación de la mezcla mediante la incorporación de burbujas de aire a través del líquido. Un compresor entrega aire, el cual es soplado desde el fondo del tanque. A medida que las burbujas de aire suben a la superficie, ellas crean turbulencia y esta mantiene la mezcla bien agitada. (SENAVE, 2009, págs. 12-13).

4. Mangueras. Sobre las mangueras, el SENAVE establece que: Las mangueras de succión (que salen del tanque) deben ser reforzadas de modo que no se rompan. Los diámetros de las mangueras de succión deben ser, al menos, tan grandes como la abertura de la entrada de la bomba. Puede usarse el mismo tipo de manguera para la línea de traspaso.

Las mangueras y elementos de ajuste de presión lateral de la bomba deben ser capaces de soportar presiones más altas que las presiones de operación esperadas, preferiblemente tan altas como la máxima presión que la bomba pueda desarrollar, para soportar los incrementos bruscos de presión. Las capas interiores y exteriores de todas las mangueras deberán ser resistentes al deterioro químico producido por los plaguicidas. (SENAVE, 2009, pág. 13).

5. Barras. Las barras se usan para aumentar la capacidad de descarga, colocando mayor cantidad de boquillas y avanzar en la velocidad de las aplicaciones. Se usan en equipos manuales, pero principalmente en equipos motorizados, sean estacionarios, encima del tractor o halado por este. Tienen la ventaja de que se ahorra tiempo en superficies grandes. Se puede colocar una serie de boquillas a una distancia estándar en las barras, dependiendo de la necesidad de cobertura. A mayor altura de barra en la aplicación, se tendrá mala distribución y uniformidad y un aumento del riesgo de deriva. Las barras se deben mantener siempre niveladas en la aplicación, para no afectar la distribución horizontal.

La altura de la barra en la aplicación depende del ángulo de las boquillas usadas, por lo que se deben usar siempre en una barra todas las boquillas y filtros del mismo tipo y serie. El traslape debe ser menor de 15% de cada lado en cada boquilla (Tabla 5).

Tabla 5. Alturas mínimas de pulverización según la distancia entre boquillas y el ángulo de pulverización.

Ángulo de Pulverización (Grados)	Separación entre Boquillas (cm)		
	50	75	100
65	75	100	NR*
80	60	80	NR
110	40	60	NR
120	40	60	75
120	40	60	75

\* NR= No se recomienda.

Fuente: tomado de: (Spraying Systems, Co., 2004, pág. 14).

6. Reguladores de presión. El SENAVE recomienda que (SENAVE, 2009, pág. 13):

El indicador de presión, o manómetro, se monta en una salida lateral de la bomba para brindarle al operador una información visual de control de la presión. Los manómetros deberán tener un rango de presiones de, al menos, el doble de la presión de trabajo esperada. El indicador deberá tener un amortiguador de pulsaciones para suavizar las variaciones bruscas de presión en las bombas de pistón. Los rangos de escala ideales de presión para distintos tipos de plaguicidas son:

- a. Para aplicaciones de herbicidas a bajas presiones, lo ideal es la escala de 0 a 15 bar;
- b. Para aplicaciones de fungicidas e insecticidas, es normal usar una escala de 0 a 20 bar; y
- c. En aplicaciones de alta presión (uso de pistones o barras de alto caudal y gota gruesa) se utilizan manómetros de alta presión de 0 a 100 bar.

Los reguladores de presión incluyen las válvulas.

- 7. Válvulas reguladoras de presión. De acuerdo al SENAVE: El regulador de presión controla la presión e indirectamente, la cantidad de plaguicida que sale por las boquillas. También protege los sellos de la bomba, las mangueras y otras piezas del equipo pulverizador, de los daños debido a la excesiva presión. El rango de presión y la capacidad de flujo del regulador debe concordar con el rango de presión y capacidad de la bomba. Los reguladores de presión incluyen los siguientes tipos: a) válvulas de estrangulamiento; b) válvulas de diafragma; c) válvulas de resorte; d) válvulas de descarga; y e) válvulas de desvío o de alivio. (SENAVE, 2009, pág. 13).
- 8. Pistolas. Se utilizan para aplicaciones a grandes alturas como árboles frutales. Tienen la característica de impulsar chorros o pulverizaciones a grandes distancias. Trabajan a altas presiones. El SENAVE (2009) plantea que las pistolas «...pueden estar formadas por una válvula de cierre y una boquilla en dos piezas diferentes o ambas funciones pueden integrarse en una unidad ajustable. Las pistolas se fabrican de plástico, bronce, aluminio o acero inoxidable o con combinaciones de estos materiales.» (SENAVE, 2009, pág. 14).
- 9. Boquillas. Las boquillas (también conocidos como 'picos') tienen las siguientes funciones: convierten el chorro de mezcla en gotas, determinan el tamaño de las gotas, distribuyen las gotas en un patrón determinado y homogéneo y determinan el caudal o volumen de aplicación.

Están compuestas de cuatro partes: cuerpo de la boquilla, filtro (tamiz), punta de boquilla y tapa, además de una junta para reducir el escape de líquidos (Figura 16).

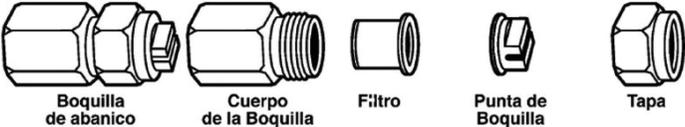


Figura 16. Detalle de partes que componen el cuerpo de una boquilla sin difusor.

Fuente: (SENAVE, 2009, pág. 15).

De acuerdo con el SENAVE, «Algunos picos, llamados ‘de turbulencia’, incluyen un difusor que ayuda a regular el tamaño de la gota» (SENAVE, 2009, pág. 15) (Figura 17). Estas se usan en pulverizadores con inducción de corriente de aire, lo cual permite aplicar herbicidas de forma dirigida entre los cultivos sin crear espumas y evaporación. Además, sirven de antideriva para cualquier tipo de aplicación terrestre o aérea.

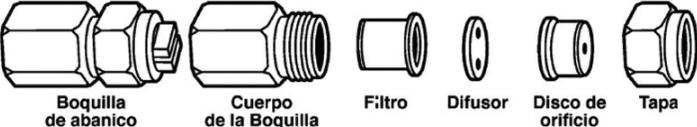


Figura 17. Detalle de partes que componen el cuerpo de una ‘boquilla de turbulencia’, con difusor.

Fuente: (SENAVE, 2009, pág. 15).

## Nomenclatura de las boquillas (Figura 18).



Figura 18. Explicación de la nomenclatura (códigos) en una boquilla.

Fuente: imagen tomada de: (Kahl, s.f.).

Los ángulos de pulverización más comunes de las boquillas son 110°, 80° y 65°.

### Rendimiento

Para escoger una boquilla hay que buscar las que se adecúan al caudal (galones/minuto) requerido para la aplicación. El caudal que entregan las boquillas está dado por su número de identificación. La tabla 6 presenta algunos ejemplos de interpretación de los códigos o la nomenclatura de las boquillas.

Tabla 6. Interpretación de los códigos de las boquillas para aspersion de fitosanitarios.

Boquilla Número	Ángulo de Pulverización	Caudal de Salida de Mezcla a 40 psi
110-04	110 = 110 grados	04 = 0.4 gl/minuto 1.5 L/minuto
80-15	80 = 80 grados	15 = 1.5 gl/minuto 5.68 L/minuto
80-02	80 = 80 grados	02 = 0.2 gl/minuto 0.76 L/minuto

En el rendimiento de las boquillas influyen factores como la temperatura, la viscosidad, la presión y la velocidad del viento, entre otros.

Características de los principales tipos de boquillas que se utilizan en la aplicación de fitosanitarios:

1. Boquillas de abanico, chorro plano o hendidura.
2. Boquillas de cono (cono hueco y cono lleno).
3. Boquillas de impacto o espejo.
4. Boquillas de chorro compacto o varias salidas.
5. Boquillas antideriva o limitantes de deriva.

Para la selección de las boquillas influyen factores como el tipo de producto a usar (herbicida, insecticida, fungicida, fertilizantes foliares), modo de acción de los fitosanitarios (contacto, penetración y sistémico), riesgo a deriva (alta, media y baja), tipo de equipo de pulverización (hidráulica, hidromecánica, etc.), caudal de la boquilla, tamaño de la gota (presión, sección del orificio, densidad y viscosidad del producto), velocidad de avance y volumen de aplicación, tipo de material y su capacidad de distribución, entre otros. Las recomendaciones generales para la selección del tipo de boquilla deben seguir la NORMA ISO 10625-2018, la cual indica el caudal nominal en litros/minuto (galones/minuto) en bar (psi) color (9), código y tipo. Para esto es importante ver el catálogo del fabricante.

Los materiales más comunes para hacer las boquillas son: cerámica, acero inoxidable endurecido, acero inoxidable, polímero y latón. Las de acero inoxidable son las que tienen mayor resistencia a los fitosanitarios, seguidas de las de cerámica, acero inoxidable endurecido y polímero. Las de latón son las más susceptibles a la corrosión.

La suciedad en las boquillas puede cambiar las proporciones de salida del mezclado y no ser fiable su uso en aplicaciones de fitosanitarios. Por eso, siempre se deben calibrar tanto el equipo como las boquillas.

La figura 19 resume las principales características de las boquillas según el material del que estén hechas. Se puede observar su durabilidad y resistencia a los fitosanitarios.

Una boquilla debe sustituirse cuando proporcione un caudal 10% mayor al caudal nominal (indicado por el fabricante). En este caso se deben cambiar todas las boquillas en las barras.

Características de materiales comúnmente utilizados en puntas de pulverización	
Material	Características
 Cerámica	Muy alta resistencia al desgaste; muy resistente a los productos químicos abrasivos y corrosivos.
 Acero inoxidable endurecido	Alta resistencia al desgaste; buena durabilidad y resistencia a los productos químicos.
 Acero inoxidable	Buena resistencia al desgaste; excelente resistencia a los productos químicos; orificio duradero.
 Polímero	Resistencia al desgaste de media a buena; buena resistencia a los productos químicos; el orificio se daña fácilmente al limpiarlo.
 Latón	Baja resistencia al desgaste; susceptible a la corrosión, especialmente con fertilizantes.

Figura 19. Tipos de punta de boquillas y sus principales características según material de fabricación.

Fuente: Imagen tomada de: (Blaich, 2021).

#### 10. Filtros. Para el SENAVE (SENAVE, 2009, pág. 14):

Los filtros son esenciales en todos los equipos pulverizadores. El filtrado inadecuado provoca desgaste y destrucción de las bombas, los manómetros y los orificios de los picos. Frecuentemente, los picos tapados son, frecuentemente, el resultado de un filtrado inadecuado, causando largos tiempos de parada. Los filtros deben usarse a la entrada del tanque, en la tubería de succión y en la línea de presión del sistema de pulverizado.

Los filtros se pueden clasificar de la siguiente forma (SENAVE, 2009, pág. 14):

- a. Filtros de los tanques. Se coloca un embudo con un tamiz. El filtrado en esta etapa elimina sólo los contaminantes más gruesos. Las partículas abrasivas más pequeñas pasan a través de este filtro.
- b. Filtros de la línea de succión. Se inserta a través de la parte superior del tanque. Este sistema previene que el exceso de contaminantes en el fondo del tanque llegue a la bomba, pero las mezclas nunca pueden eliminarse totalmente del tanque excepto mediante el drenaje.

c. Filtros de la línea de presión. Estos pueden usarse además de los filtros de la línea de succión sin tener que reemplazar uno al otro.

d. Filtros de boquillas. Son esenciales para evitar el tapado de las boquillas. Según el equipo, hay multiplicidad de filtros, que varían según la estructura que se requiera.

## **IX. Mantenimiento de los equipos**

El SENAVE recomienda que:

Un pulverizador deberá limpiarse antes del uso inicial cuando es nuevo, luego del uso diario, al cambiar plaguicidas y antes del almacenamiento al final de la temporada. Nunca debe guardarse el equipo con caldo sobrante, ya que ésta puede degradarse y ocasionar daños al equipo, como por ejemplo deterioro de sellos y válvulas. Además de lo señalado anteriormente, debe considerarse que un equipo con mezcla es un riesgo para personas, animales y alimentos. Los equipos nuevos pueden contener fragmentos metálicos y polvo, del proceso de fabricación. Desmunte los picos, enjuague el pulverizador con agua limpia y limpie todos los filtros y picos. (SENAVE, 2009, pág. 21).

También se deben limpiar y dar mantenimiento al inicio de la temporada, al final de la temporada, antes de cada aplicación, al final de cada aplicación, al cambiar el producto, al cambiar de cultivo y lote de aplicación. Igualmente, cuando se envíe a reparación.

**Instrucciones de limpieza después del uso diario para la eliminación de la mayoría de los fitosanitarios** [Tomado de: (SENAVE, 2009, pág. 21)]:

1. Ponerse equipo de protección (guantes de goma, gorra, delantal y anteojos de protección), para evitar el contacto con los plaguicidas durante las operaciones de limpieza.
2. Lave la parte exterior del pulverizador con agua y jabón (o detergente ligero), seguido de un enjuague completo con agua. Las acumulaciones de plaguicida endurecido pueden eliminarse con un cepillo de cerdas rígidas.
3. Desmunte todos los filtros y puntas de boquilla y límpielas con una solución de detergente usando un cepillo suave de dientes u otro material suave para limpiar las puntas de las boquillas. Nunca utilice un pedazo de alambre, una puntilla u otro objeto de metal, pues estos dañarán el orificio, distorsionarán el patrón de aplicación e incrementarán el caudal de salida de la boquilla.
4. Mezcle alrededor de 200 g de detergente con 100 L de agua en el tanque (40 g/20 L de agua, en el caso de mochilas). Haga circular la mezcla por 30 minutos, luego descárguelo a través de la barra.

Cuando se usa aceite como portador del fitosanitario, en la limpieza deben usarse solventes a base de petróleo en lugar de soluciones detergentes. Se debe vaciar la mezcla encima de una cama de degradación biológica o aplicarla en un terreno baldío o borde camino, pero siempre lejos de personas (especialmente de niños), construcciones, cultivos, animales y fuentes de agua.

5. Vuelva a colocar los filtros y puntas de boquilla.
6. Llene el tanque con agua hasta  $\frac{1}{3}$  de su capacidad, luego añada 1 L de amoníaco doméstico o 200 g de soda de lavado (200 mL/20 L de amoníaco o 40 g/20 L de soda, en el caso de mochilas). Haga circular la mezcla por cinco minutos, permitiendo que alguna parte salga a través de las boquillas. Deje el resto de la solución en el sistema durante la noche, luego, sáquela a través de las boquillas a la mañana siguiente (esta es una de las mejores maneras de lavar los equipos).
7. Enjuague el sistema con un tanque de agua limpia rociando a través de la barra con las boquillas desmontadas.
8. Si la bomba tiene ajustes que lleven grasa, lubríquelos moderadamente de vez en cuando. La lubricación excesiva puede romper los sellos y provocar goteo en la bomba.
9. Desmonte las boquillas y filtros y colóquelos en aceite ligero para su almacenamiento.
10. Cubra las aberturas de modo que los insectos, el polvo u otro material extraño no puedan entrar al sistema.
11. Guarde el pulverizador, las mangueras y la barra en un local seco.

### **Revisión de los equipos**

Se debe revisar el estado de los equipos de aplicación antes de su uso. Aspectos como la velocidad, mangueras, boquillas con el ángulo de aplicación correcto, obstrucciones, goteo, manómetros (si existieran), el boom de aplicación, GPS, marcadores, el tractor u otro equipo usado en la aplicación conviene verificarlos siempre.

Con la revisión de los equipos se previenen pérdidas de tiempo y recursos. Es anteponerse a posibles inconvenientes como son pérdida de productos, tiempo e inversión. También se evita el riesgo de producir daños al cultivo y al medio ambiente. Incluso, se reducen los riesgos laborales, al reducir los riesgos al personal.

## **X. Mezclas y diluciones**

Los productos fitosanitarios se aplican sin diluir o diluidos en agua, gasoil, kerosene o aceite. Esto depende de la formulación del producto. El agua es el diluyente por excelencia y el más usado. Las diluciones se hacen para lograr una mejor distribución de los fitosanitarios, dados el equipo de aplicación y la formulación a utilizar.

### **1. Mezclas y reacciones**

Al hacer las diluciones se mezclan diferentes formulados, los cuales se hacen por diferentes razones:

1. Ampliar el rango de control.
2. Ahorrar tiempo y dinero.
3. Minimizar los posibles riesgos de resistencia.

En el proceso de mezcla de los fitosanitarios pueden tener lugar diferentes reacciones, las cuales pueden ocurrir por incompatibilidad o por sinergia. Las reacciones por incompatibilidad pueden ser por reacciones físicas, químicas o biológicas.

#### **Reacciones por incompatibilidad:**

- Física. Estas reacciones se dan por la precipitación que ocurre cuando alguno de los productos en la mezcla se cristaliza en sólidos y va al fondo de los tanques. Estos sedimentos tienen una pésima disolución. Ejemplos de este tipo de incompatibilidad se dan en las formulaciones SC.
- Química. En este tipo de reacciones de mezclas, los formulados cambian a otros tipos de productos (metabolitos). Muchas veces pueden ser más tóxicos o menos tóxicos que el original. Ejemplos de este tipo de incompatibilidad se dan en las formulaciones EC.
- Biológica (Fisiológica). Ocurren cuando se mezclan y aplican dos productos fitosanitarios (activos) y provocan fitotoxicidad que no producen ellos aplicados individualmente.

Por esta razón, hay que evitar las mezclas de los siguientes productos:

- Metsulfuron methyl + bentazon + 2,4-D.

- Graminidas + bentazon + 2,4-D.
- Propanil + insecticidas fosforados.
- Propanil + insecticidas carbamatos.
- Aceite + azufre.

Nota: Para evitar las incompatibilidades, antes de hacer aplicaciones de mezclas de productos, es preciso hacer pruebas en pequeña escala.

### **Reacciones por sinergia:**

Este tipo de reacción ocurre cuando las mezclas de productos se potencializan, bien sean los dos o sólo uno de ellos, creando un sinergismo.

Muchos fitosanitarios vienen mezclados de fábrica, en busca de una sinergia que se potencialicen los ingredientes activos. Como ejemplo se pueden mencionar los siguientes productos: herbicidas como penoxsulam + fenoxapropethy, cyhalofopbutil + bispiribac sodio, picloram + fluroxipir, butaclor + oxadiazon; insecticidas como tiametoxam + lambda cyhalotrina, acetamiprid + lambda cyhalotrina, benzoato de emamectina + indoxacarb; fungicidas como azoxistrobina + tebuconazol, pyraclostrobin + boscalid; entre otros.

Algunas mezclas de herbicidas postemergentes no se deben realizar porque uno de los ingredientes reacciona primero en la planta que el otro, impidiendo su acción. Un ejemplo de esto es la mezcla de paraquat + glifosato, donde el paraquat destruye los canales donde circulará el glifosato y la acción de este queda nula. Otras mezclas actúan muy bien por la velocidad y dosis en la aplicación, como el glifosato + glifosinato de amonio.

Algunos ejemplos de mezclas usadas que se potencializan y aumentan las coberturas de malezas a controlar son las siguientes:

- Paraquat + diurón 80 WG.
- Glifosinato de amonio + oxifluorfen.
- Glifosato + oxifluorfen.
- Glifosato + 2,4- D.
- Picloram + 2,4-D.
- Picloran + fluroxipir.
- Dicamba + 2,4-D.
- Asulam + trifloxisulfuron.

Algunas condiciones que predisponen la incompatibilidad de mezclas de fitosanitarios son:

- Bajo volumen de agua.
- Calidad del agua (sedimentos, aguas duras y pH).
- Bajas temperaturas.
- Secuencia de mezclas.
- Poco tiempo de agitación de cada uno y no esperar a que se disuelva uno para agregar otro.
- Ingredientes activos.
- Formulaciones.
- Tiempo de la mezcla en el tanque.

## **2. Calidad del agua**

El agua es el disolvente universal, por ser el que más sustancias disuelve. También es el líquido más usado para disolver fitosanitarios. Su calidad es fundamental para una buena aplicación de plaguicidas, por la estabilidad química que necesitan estos.

La calidad del agua depende de tres factores, a saber: nivel de sedimentación o sólidos en suspensión, pH y dureza.

### **Sedimentos**

Los sedimentos son sólidos en suspensión como arcillas, limo, materia orgánica y otras partículas contenidas en el agua de aplicación. Se pueden encontrar flotando o en el fondo del tanque cuando se deja en reposo. Los productos fitosanitarios, al diluirse en agua, se fijan a los sedimentos y se inactivan. Mientras más sedimento tenga el agua de aplicación, más pueden perder su efecto los fitosanitarios, hasta casi su totalidad.

El uso de agua limpia es el mejor remedio para evitar sedimentos. Se debe usar siempre agua limpia para evitar que los plaguicidas se queden adheridos al sedimento y se inactiven. Use siempre un buen filtro en la entrada de los tanques de los equipos de aplicación.

### **pH**

El pH es un indicativo del grado de acidez o de alcalinidad que tiene una sustancia, en este caso el agua. Este se mide en una escala de 0 a 14, en la que de 0 a 7 el agua es ácida, de 7 a 14 es alcalina y 7 es neutra. Todo plaguicida tiene un pH ideal del agua para su aplicación. El pH ideal para la mayoría de insecticidas es de 6 a 6.5 mientras el del glifosato es de 3.5.

Antes de aplicar un producto, cerciórese de conocer el pH requerido y adecue el agua a este. Para medir el pH hay varios métodos, desde cintas de papel hasta aparatos electrónicos que indican el pH digitalmente.

Cuando no se asegura el pH del agua adecuado al fitosanitario a aplicar, se puede provocar una hidrólisis ácida o alcalina con la consecuente descomposición del formulado. Algunos grupos de familias, como las sulfonilurea, pueden sufrir hidrólisis ácida cuando se mezclan en agua con  $\text{pH} < 7$ . Fungicidas como benomil, o clorotalonil, e insecticidas como fosforados y carbamatos se degradan rápidamente en condiciones alcalinas. Algunos herbicidas, como glifosato y 2,4-D, penetran mejor en condiciones ácidas.

### **Dureza**

La dureza del agua es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua. Es causada por la cantidad de sales disueltas de sulfatos y carbonatos (Ca, Mg, Na, Fe y K) en el agua, siendo las más comunes las de sulfatos y bicarbonatos.

El agua, como disolvente universal, en su recorrido por la superficie de la tierra disuelve muchos minerales y por ello se puede mantener como agua blanda o convertir en agua dura.

La cantidad de sulfatos y carbonatos varía con los periodos de lluvia y sequía. Estos se acumulan durante los períodos de sequías, cuando el agua se estanca. Por eso, el agua de pozos tiene más dureza.

La cantidad de carbonato de calcio que contenga el agua (expresada en ppm, partes por millón) determina su dureza, que se puede clasificar de la siguiente manera (Tabla 7):

Tabla 7. Dureza del agua según concentración de carbonato de calcio.

<b>Dureza del Agua</b>	<b>Cantidad de Carbonato de Ca (ppm)</b>
Blanda	71 a 142
Semi-dura	142 a 320
Dura	320 a 534
Muy dura	Mayor de 534

Los minerales disueltos en el agua pueden afectar la eficacia de los plaguicidas, especialmente de aquellos herbicidas formulados como sales. El calcio, el magnesio y el hierro pueden reducir la eficacia de herbicidas como glifosato, 2,4-D, bentazon, imazethapyr y glufosinato de amonio, al formar sales insolubles. Concentraciones de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) > 500 ppm pueden afectar la eficacia de graminicidas formulados como EC. Las aguas con 600 ppm de carbonato de calcio pueden desactivar, casi en su totalidad, el 2,4-D amina.

Para la aplicación de los fitosanitarios, el agua debe estar por debajo de 142 ppm de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Si el agua a usar en la dilución pasa de este nivel, se debe usar un ablandador de agua que capture los carbonatos (Ca, Mg, Na, Fe y K). Si no lo encuentra y quiere aplicar glifosato, utilice sulfato de amonio a dosis de 15 a 20 gramos/litro de agua. Esta combinación forma glifosato- $\text{NH}_4$ , que las plantas absorben mejor.

La urea y el nitrato de amonio también se pueden usar, pero su eficacia para controlar la dureza es menor que la del sulfato de amonio. El ácido cítrico se podría usar a razón de 0.5 kg/200 litros (agua con 250 ppm de  $\text{Ca}^{++}$ ), pero se debe aplicar inmediatamente debido a su inestabilidad en la mezcla.

Hay que tomar en consideración que no todos los productos que bajan la dureza bajan el pH, y que muchos productos que bajan el pH no necesariamente bajan la dureza también. Siempre se regula primero la dureza del agua y luego el pH. Para las premezclas siempre regule toda la dureza y el pH de toda el agua y luego tome de esta agua para premezclar los productos.

La alta dureza del agua se puede observar en labores de limpieza, como el lavado de ropa o el lavado del pelo, cuando los detergentes o jabones pierden eficacia y no hacen espuma. También se evidencia con la formación de costras en las paredes de la ducha, el inodoro, las cañerías, ollas, etc. Las aguas duras también tapan las boquillas de los equipos de aplicación. Los productos más sensibles a la dureza del agua son los formulados SL (Concentrado solubles), SG (Gránulos solubles) y SP (Polvo soluble).

### 3. Acondicionadores de agua

Son químicos o combinaciones de químicos destinados a regular el agua de dilución que usamos en las aplicaciones. Estos acondicionadores, adyuvantes o coadyuvantes de agua mejoran la actividad del formulado. Algunos de los aspectos que mejoran son la consistencia de la estabilidad del preparado, reducción de la deriva, calidad de la gota y, por consiguiente, la calidad de la pulverización y la tasa de movimiento del fitosanitario dentro de la planta (absorción o penetración).

Los acondicionadores de agua se clasifican en activadores, utilitarios y otros. Los activadores pueden ser humectantes, adherentes, dispersantes, penetrantes, retenedores y protectores.

1. Los activadores constituyen la gama más amplia de los acondicionadores de agua. Los activadores son surfactantes que aumentan la eficacia de los fitosanitarios en la mezcla de aspersión, por varios mecanismos (Devendra, Umamahesh, Ramachandra, & Ganesh, 2004):
  - Reducen la tensión superficial de la gota asperjada, lo cual permite la reducción del tamaño de la misma y facilita la emulsificación, dispersión, aspersión, adherencia y/o acción humectante del herbicida. Ello maximiza la diseminación de la gota sobre las hojas y, de este modo, permiten una distribución homogénea y completa sobre la superficie foliar.
  - Alteran la disponibilidad del herbicida en la gota (previenen la cristalización, volatilización, ionización y formación de sales u otros complejos).
  - Cambian el coeficiente de difusión de la molécula de herbicida (Coeficiente de difusión octanol/agua:  $K_{ow}$ ) y su movilidad, permitiendo que compuestos hidrofílicos o poco lipofílicos puedan atravesar la cutícula serosa de las hojas.

Los surfactantes pueden ser no iónicos, siliconados, aceites vegetales, aceites minerales y penetrantes.

2. Los utilitarios son acondicionadores de agua (correctores de dureza y pH, buffer), antiespumante y antideriva (algunos encapsulan el activo) que minimizan los problemas de manejo y aplicación.

3. Otros son acondicionadores de agua que se clasifican en limpiadores, esencias de olores y colorantes, y que no entran en las clasificaciones anteriores.

#### **4. Secuencia de las diluciones**

La secuencia de las diluciones está relacionada con la solubilidad del formulado. La solubilidad es la capacidad que tiene una sustancia de disolverse en otra llamada disolvente (agua, gasoil, kerosene o aceite).

Los formulados menos solubles se ponen primero en la mezcla, y los más solubles van de último. Los acondicionadores de agua son lo primero a poner en el agua, regulando primero la dureza y luego el pH. Después se colocan los fitosanitarios, según la secuencia por su solubilidad de mayor a menor.

El orden de mezcla de los fitosanitarios en tanque es el siguiente:

- a. Acondicionadores de agua
  1. Ajustar la dureza del agua.
  2. Ajustar el pH del agua.
- b. Fitosanitarios sólidos
  1. Polvos mojables (WP).
  2. Gránulos dispersables (WG).
  3. Polvo soluble (SP).
- c. Fitosanitarios líquidos
  1. Suspensión concentrada (SC).
  2. Emulsión de aceite en agua (EW).
  3. Concentrado soluble (SL).
  4. Gránulos solubles (SG) -único sólido en líquidos-.
  5. Concentrado emulsionable (EC).
  6. Suspensión de encapsulado (CS).
- d. Otros
  1. Coadyuvantes (surfactantes, dispersantes, adherentes, aceite agrícola).
  2. Fertilizantes.
  3. Agentes anti-deriva.

Orden de mezcla en aplicación de aceites:

El orden de mezcla para aplicación de aceites en suspensión solo, es el siguiente: 1. Aceite.

El orden de mezcla para aplicación de aceites en suspensión con fitosanitarios, es el siguiente: 1. Aceite; 2. Emulsificante, 1% del aceite; y 3. fitosanitarios en secuencia.

El orden de mezcla para aplicación de aceites en emulsión solos es el siguiente: 1. Agua; 2. Acondicionador de agua (dureza y pH); 3. Aceite; y 4. Emulsificante, 1% del aceite. Lo ideal, en este caso, es a) mezclar en un recipiente aparte el aceite con el emulsificante (1% del volumen del aceite); b) en otro recipiente se pone el agua y se le corrige la dureza y el pH; c) luego se agrega la premezcla de aceite más emulsificante, poco a poco, manteniendo la mezcla en agitación.

El orden de mezcla para aplicación de aceites en emulsión con fitosanitarios, es el siguiente: 1. Agua, 2. Acondicionador de agua (dureza y pH), 3. Aceite y 4. Emulsificante, 1% del aceite; y 5. Fitosanitarios en secuencia.

Notas para el momento de preparar la mezcla de productos fitosanitarios a aplicar:

1. Nunca mezclar productos puros entre sí.
2. Nunca premezclar EC.
3. Siempre premezclar los WP.
4. Siempre prepare la mezcla lo más próximo posible a la aplicación.
5. Respete el orden de la mezcla, más cuando tenga aplicación aérea por las concentraciones del preparado.
6. Cuando no conozca la mezcla de los productos para premezcla haga pruebas en pequeño.
7. Regularice la dureza del agua primero y luego el pH.

## **XI. Dosificación**

La dosificación es la cantidad de activo formulado capaz de controlar el objetivo deseado. Es muy importante manejar la dosificación recomendada, para evitar sobre dosificación o subdosificación y sus consecuencias.

La sobredosificación provoca mayores costos en inversión de productos; posible fitotoxicidad a los cultivos; mayor residualidad, con efectos colaterales a la salud de las personas y al medio ambiente; y desarrollo de resistencia al fitosanitario utilizado; entre otros. La subdosificación provoca baja efectividad del producto sobre la plaga objetivo, mayores costos por repetición de la aplicación y desarrollo de resistencia al fitosanitario utilizado, entre otros.

Hay dos tipos de dosificación, una por concentración (o porcentaje) y otra por área (o superficie). Ambos tipos de dosificación están plasmados en los panfletos de los productos comerciales. La dosificación por concentración o porcentaje se indica como el por ciento o la cantidad del fitosanitario a poner por cada cien unidades de un determinado volumen de agua. Se expresa como tanto por ciento, con el signo %. Por ejemplo, si en el panfleto de un producto se recomienda aplicar la dosis de 0.5%, eso equivale a poner 5 mL del fitosanitario por cada litro de mezcla (igual a 100 mL del fitosanitario por 20 L de agua o 500 mL del fitosanitario en 100 L de agua).

Este tipo de dosificación se utiliza en cultivos de crecimiento expansivo (como las habichuelas) y extensivo (como mango, aguacate, cítricos y otros frutales). Cuando estos cultivos están en pleno desarrollo (todavía pequeños), tienen una baja cobertura del terreno. En cambio, si se encuentran en desarrollo total (ya grandes), pueden cubrir toda el área del terreno. A menor edad del cultivo, se produce una menor cobertura del terreno y menor consumo de mezcla. Por el contrario, a mayor edad del cultivo se produce una mayor cobertura del terreno y mayor consumo de mezcla. En ambos casos el follaje será diferente. Cuando se aplica la dosis por concentración o porcentaje, siempre se estará aplicando la misma dosificación, no importa si el cultivo está pequeño o grande. Lo que varía es el consumo de mezcla según el tamaño del follaje, pero la proporción de la dosis será siempre la misma.

En la dosificación por área o superficie, se utiliza la indicación de dosis por área a cubrir con la aplicación. Por ejemplo, un producto tiene la

recomendación de dosis en su panfleto de un rango de 1.2 a 1.6 litros/hectárea. En este caso, este producto se deberá distribuir en todo el terreno a razón de 1.4 litros en cada hectárea usando el agua necesaria para su disolución y distribución. Este tipo de dosificación es común en cultivos de alta cobertura como el arroz, pastos, entre otros. La distribución del producto sobre el cultivo es fundamental para una exitosa aplicación. Siempre se utilizará la misma dosis no importa el desarrollo del cultivo, lo importante es la cobertura. Cuando el cultivo esta pequeño, por su poca cobertura, se usa el menor nivel en el rango de dosis y cuando está grande se usa el mayor nivel en el rango de dosis.

En algunos cultivos se aplica solo en el área cubierta por el cultivo como tomate industrial, caña de azúcar, maíz, habichuelas (frijol), entre otros, con lo cual se reduce la dosificación por área total y su eficiencia es mayor. Aplicando productos solo en el área cubierta por el cultivo (aplicación en banda), se puede bajar la carga química.

La cantidad de agua necesaria para la aplicación de un producto varia de cultivo a cultivo de acuerdo a su desarrollo, equipo de aplicación, presión, velocidad y aditamentos utilizados, como las boquillas. En todo caso se debe mojar bien las plantas cuando se trata de un insecticida, fungicida, herbicida quemante o foliar. En caso de herbicida pre-emergente se debe cubrir el terreno objetivo completamente, y la dosificación siempre deberá estar indicada por área o superficie.

El volumen de la mezcla promedio en aplicaciones con dosificación por área o superficie es el siguiente:

Aplicaciones terrestres:

Insecticidas y fungicidas: 200 a 400 litros/ha  
Herbicidas: 100 a 300 litros/ha

El volumen de mezcla a aplicar en cultivos expansivos y extensivos varía según su desarrollo.

Aplicaciones aéreas:

Fitosanitarios en general: 25 a 65 litros/ha

## **XII. Calibración de equipos**

Con la calibración de equipos se busca medir caudal, cobertura y tamaño de gota. Con esta práctica se busca determinar la cantidad de mezcla que se necesita en una determinada área, para la distribución del fitosanitario, considerando la boquilla que tiene, su altura y traslape; además de la velocidad y la presión del equipo. Esta cantidad de mezcla se calcula a una velocidad y presión constante, midiendo el área cubierta y el gasto de la mezcla en ese espacio. El dato que arroja es la cantidad de mezcla que hay que aplicar, en litros/área cubierta.

Para calibrar equipos de aplicación de fitosanitarios, se deben seguir los siguientes pasos:

### **a. Pulverizadoras hidráulicas manuales**

#### **I. Antes de aplicar:**

- » Elija el volumen de agua a usar y la distancia a medir para calibrar el equipo.
- » Verificar que el equipo este limpio y está en condiciones aceptables incluyendo goteos y escapes en mangueras, boquillas, filtros, etc.
- » Eche agua limpia y mida su cantidad en el tanque del equipo.
- » Calibre el equipo con la misma persona que va a aplicar el producto.

#### **II. Durante la aplicación:**

- » Fije la velocidad y la presión del equipo y mantenga la altura de las boquillas. Esta será la velocidad, presión del equipo y la altura de la boquilla que mantendrá en la aplicación definitiva.

#### **III. Después de la aplicación:**

- » Mida la distancia tratada, considerando el ancho de cubrimiento de la boquilla igual a 1 metro.
- » Mida la cantidad de agua restante y calcule el agua gastada.
- » Repita este procedimiento tres veces y saque un promedio.

La cantidad de agua gastada (en L/ha) es la cantidad de agua a usar en esta área del tratamiento, según la siguiente fórmula.

$$\text{Litros/ha} = (\text{Agua gastada en litros} \times 10,000 \text{ m}^2) / \text{Área aplicada en m}^2$$

## b. Pulverizadoras hidroneumáticas terrestres

La calibración de estos equipos se hace de manera similar que la anterior. En la aplicación de este método se mide la descarga, el ancho de franja y la velocidad, y luego se calcula el volumen de aplicación por hectárea.

### I. Antes de aplicar:

1. Revisar el equipo y asegurarse de que esté limpio, y en condiciones aceptables incluyendo goteos y escapes en mangueras, boquillas, filtros, agitador, dispositivo para el lavado del envase, etc. Limpie y lubrique el equipo.
2. Escoger la presión, la altura de la barra, la velocidad de avance, la cantidad de agua y la distancia a recorrer para la calibración del equipo. Escoger las boquillas que mejor se ajusten a las características de aplicación a realizar y colocarlas a 50 cm una de otra. Asegurarse que todas las boquillas de la barra sean iguales y que todas tengan el mismo tipo de filtro. También, que todas estén a la misma distancia (50 cm).
3. Determinar el ancho de la barra. Para esto, se multiplica el número de boquillas por la distancia entre boquillas. Por ejemplo, si la barra tiene 24 boquillas separadas a 50 cm, entonces el ancho de barra es de 12 m.
4. Ajustar la presión del equipo. Registrar la TDP (Toma de potencia) en 540 rpm y acoplar el eje cardan.

### II. Durante la aplicación:

1. Determinar la descarga de las boquillas de la barra. Para esto, se recoge el volumen de agua que descarga cada una de las boquillas de la barra durante un minuto a una presión determinada y se anota. Se deben sustituir todas las boquillas si tienen variaciones mayores de 10% de su descarga nominal.

2. Multiplicar la descarga promedio (litros/min) por el número total de boquillas en la barra, para obtener la descarga total por minuto en el espacio total de la barra. Por ejemplo, si la descarga promedio de las boquillas fue de 900 ml (0.9 L) y si la barra tiene 24 boquillas, la descarga total sería  $0.9 \times 24 = 21.6$  litros por minuto.
3. Llevar el tractor al sitio donde se va a realizar la aplicación y marcar con dos estacas una distancia de 50 metros. No se debe calibrar la velocidad en un camino pues las condiciones del terreno pueden ser diferentes a las del campo en el que se va a trabajar en la realidad.
4. Ponga agua limpia en el tanque y mida la cantidad, fije la presión, la altura de la barra y la velocidad de avance. Recuerde que la velocidad, presión del equipo y la altura es la que usará en la aplicación definitiva.

### III. Después de la aplicación:

1. Determinar el tiempo en segundos que tarda el tractor en recorrer los 50 m. Hacer tres mediciones y calcule el promedio. Es conveniente que el tractor empiece a caminar unos 5 m antes de la estaca para que se estabilice la velocidad antes de entrar al área marcada.
2. Calcular la velocidad del tractor. Para esto, se divide la distancia recorrida (50 m) entre los segundos tardados. Por ejemplo, si el tractor tardó en promedio 33 segundos en recorrer los 50 m, entonces la velocidad es de 1.51 m/segundo. Para obtener la velocidad en m/minuto, multiplicamos por 60; entonces  $1.51 \times 60 = 90.9$  m/min.

Con estos datos utilizamos la siguiente fórmula para calcular el volumen de aplicación (VA) en L/ha:

$$VA = (10,000 \times \text{Descarga de la barra}) / (\text{Ancho de franja} \times \text{Velocidad})$$

Entonces, si:

Descarga de la barra completa = 21.6 L/min

Ancho de franja = 12 m

Velocidad = 90.9 m/min

$$\frac{10,000 \times 21.6}{12 \times 90.9} = 198 \text{ L/ha}$$

Hoy tenemos equipos pulverizadores hidroneumáticos montados en un tractor con sistema de módulos RPK autopropulsados. Estos equipos permiten movilizarse por el campo con tecnología GPS, y el asperjador se programa, desde una pantalla táctil para interfaz del usuario, a la dosis a ser utilizada con la descarga de la mezcla planificada (calibrada) según las necesidades de cada área de la finca. Estos equipos, al igual que los drones, no se calibran, se programa su descarga.

### c. Calibración de equipos aéreos

Los equipos aéreos usados en aplicación de fitosanitarios pueden ser avionetas y helicópteros. Para su calibración se sigue el siguiente procedimiento:

#### I. Antes de aplicar:

1. Verificar que el equipo esté limpio y en condiciones aceptables, incluyendo goteos y escapes en mangueras, boquillas, filtros, etc.
2. Escoger la presión, la altura de la aeronave, la velocidad de avance, la cantidad de agua y la distancia para la calibración del equipo.
3. Escoger las boquillas que mejor se ajusten a las características de aplicación a realizar y colocarlas. Asegurarse que todas las boquillas de la barra sean iguales y que todas tengan el mismo tipo de filtro.
4. Llevar la aeronave al sitio donde se va a realizar la calibración y marcar con dos estacas la distancia definida de recorrido para calibración.

#### II. Durante la aplicación:

1. Fije la velocidad y la presión del equipo, y mantenga la altura del equipo.
2. Determinar la descarga de las boquillas de la barra.
3. La velocidad, la presión y la altura del equipo deberán ser iguales a las usadas en la aplicación definitiva.

III. Después de la aplicación:

1. Determine el área tratada.
2. Mida la cantidad de agua restante y calcule el agua gastada.
3. Repita este procedimiento tres veces y saque un promedio.

La cantidad de agua gastada es la cantidad de agua a usar en esta área del tratamiento. Haga la misma regla de tres usada en la calibración de equipos terrestres.

### **XIII. Manejo de las gotas, cobertura y condiciones climáticas**

#### **A. Manejo de las gotas**

En toda aplicación de fitosanitarios se debe manejar el tamaño de las gotas, para evitar las consecuencias de usar un tamaño inadecuado.

El tamaño de las gotas en las aplicaciones de los productos fitosanitarios es fundamental para una correcta aplicación. Las gotas grandes tienen > 400 micras, las gotas medianas de 200 a 400 micras y las pequeñas < 200 micras. Una micra es una milésima parte de un milímetro. En los equipos autopropulsados se puede programar el tamaño de las gotas y la descarga. La tabla 8 presenta el tiempo de caída de las gotas, según su tamaño.

Tabla 8. Tiempo de caída de las gotas según su tamaño.

<b>Tamaño de Gotas (<math>\mu</math>)</b>	<b>Tiempo Necesario para Caer 3 m</b>	<b>Deriva con Viento de 5 km/hr (m)</b>
5	66 minutos	4.827
20	11.58 minutos	330.25
50	72.8 segundos	54.29
100	11 segundos	14.64
400	4 segundos	2.59
1,000	0.75 segundos	1.48

Fuente: adaptado de: (INTA, Argentina, s.f., pág. 12).

Las gotas pequeñas son lentas al caer, son de alta evaporación, dan muy buen cubrimiento sobre las hojas, pero son sensibles a altas derivas. Las gotas grandes son rápidas al caer, se consumen altos volúmenes de mezclas y presentan alto deslizamiento sobre las hojas y bajo cubrimiento.

Con el tamaño de las gotas se debe evitar la evaporación y la deriva y buscar buen cubrimiento del follaje, para lograr el máximo aprovechamiento y eficacia de los fitosanitarios aplicados. La evaporación es el paso gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, con la consecuente pérdida de ingrediente activo. La deriva es el movimiento de las gotas de la mezcla de pulverización fuera del área objetivo de aplicación, como consecuencia del tamaño de la gota

y del viento. La deriva aumenta el riesgo de exposición a seres vivos y a personas cercanas que no están aplicando. También aumenta el potencial de daño a los cultivos vecinos, en el caso de herbicidas, e incrementa el riesgo de contaminación ambiental. Todo esto reduce la eficacia de las aplicaciones y produce pérdidas económicas.

Las derivas, según la caída de las gotas, pueden ser exoderivas y endoderivas. Las exoderivas son las que salen del lugar de aplicación por partículas o volatilización. Las endoderivas son aquellas que, sin llegar al blanco, quedan en el lugar de aplicación y duplican la dosificación planificada.

Para el control de la evaporación y la deriva durante una aplicación, controle:

- **Producto:** a mayor presión de vapor del producto, mayor evaporación. Evite productos de alta presión de vapor y use coadyuvantes anti derivas por su volatilidad y viscosidad.
- **Equipo de aplicación:** a mayor presión del equipo, se obtienen gotas más pequeñas con mayor evaporación y deriva.
- **Tamaño de la gota:** a menor tamaño, mayor evaporación y deriva. Use las boquillas adecuadas según tipo y caudal.
- **Altura de la aplicación:** a mayor altura mayor evaporación y deriva.
- **Tipo de aplicación (terrestre o aérea):** La aplicación aérea es más propensa a producir una mayor evaporación y deriva. En aplicaciones aéreas se hacen vuelos rasantes, para reducir el tiempo de caída de las gotas. La aplicación terrestre es menos propensa para la evaporación y deriva.
- La combinación de gotas muy pequeñas y productos con alta presión de vapor ocasionan que se evaporen las gotas en la aplicación, que no lleguen al objetivo y que se pierda el ingrediente activo.
- Con el uso de coadyuvantes antideriva se reducen los efectos de la evaporación y la deriva, reduciendo el tiempo de caída de las gotas.

## **B. Cobertura**

Se busca siempre lograr una buena cobertura, para asegurar una buena distribución del fitosanitario. La cobertura se puede medir

mediante una aplicación con colorantes o usando papel hidrosensible, trazadores fluorescentes, lentes polarizados y con ayuda del sol. Se debe tener un tamaño de gota que cumpla los objetivos de cobertura. La tabla 9 muestra la cobertura deseada y el tipo de pulverización a realizar según el modo de acción del fitosanitario.

Tabla 9. Cobertura deseada y tipo de pulverización necesaria según tipo de fitosanitario a aplicar.

Tratamiento	Tipo	No de gotas/m <sup>2</sup>		Tamaño de gota (VMD en $\mu\text{m}$ )
		En las hojas	En el suelo	
Fungicidas	Contacto	50-70		100-200
	Sistémico	30-40		200-300
Insecticidas de aplicación foliar	Contacto	40-50		100-200
	Sistémico	20-30		200-300
Abono líquido	Aplicación al suelo		5-15	500-1000
	Aplicación foliar	30-40		200-400
Herbicidas	Preemergencia		20-50	300-500
	Plántulas	30-40		150-250
	Planta contacto	30-40		150-250
	Planta sistémico	30-40		150-250
	Sobre terreno inundado (Arroz)		1.5-3.0	800-1000

Fuente: tomado de: (Vásquez, 2003)

El aplicador evalúa la situación al momento de aplicar y, con esa base, debe tomar decisiones como presión del equipo, velocidad de trabajo, altura de las boquillas, uso de campana de aplicación si es necesario y la hora de aplicación. Decisiones incorrectas afectarán la calidad del resultado de la aplicación.

La figura 20 muestra la cobertura foliar que ocurre según el tamaño de gota aplicada.

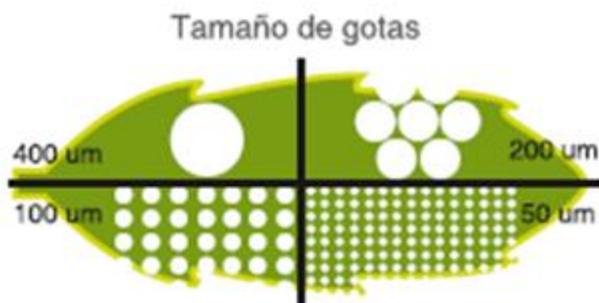


Figura 20. Cobertura foliar de fitosanitarios en función del tamaño de las gotas (un micrómetro equivalente a una milésima parte de un milímetro).

Fuente: (Serrano, 2009).

### C. Condiciones climáticas

Los factores ambientales que afectan la evaporación y la deriva en la aplicación de los fitosanitarios son temperatura, humedad relativa y viento, según se describen a continuación:

- Temperatura: altas temperaturas provocan mayor evaporación y deriva. La temperatura debe ser menor de 28 °C. Las temperaturas mayores de 30 °C aceleran la evaporación, por lo que debe aumentarse el volumen de mezcla y evitar aplicar en horas muy calientes y soleadas.
- Humedad relativa: con baja humedad relativa ocurre mayor evaporación. Debería estar en el rango de 50% a 55%. Cuando las superficies de las hojas no están hidratadas, los productos de penetración y sistémicos no actúan.
- Vientos: a mayor velocidad del viento mayor evaporación y deriva. La velocidad de los vientos para aplicaciones debe ser entre 3.5 km/hora a 6.5 km/hora. Se debe usar un anemómetro para medir constantemente la velocidad del viento, la humedad relativa y la temperatura, y poder tomar decisiones correctas. Vientos fuertes provocan deriva y aumentan la evaporación, al quedar suspendidas las gotitas. Por otro lado, nunca aplique fitosanitarios en ausencia total de viento.

Otros factores que inciden son el tamaño de la gota, altura de la pulverización y velocidad de avance.

## **XIV. Equipo de protección personal**

Como todos los productos químicos, los fitosanitarios pueden causar efectos negativos en las personas, como los aplicadores, operarios de maquinarias, ayudantes y personas que se encuentren cerca y puedan entrar en contacto o ser alcanzados por la deriva en una aplicación de fitosanitario. Para evitarlo, hay que aplicar las medidas preventivas correspondientes, en términos de los equipos de protección personal para los operarios, que se indican en las etiquetas.

El riesgo es la probabilidad de que una sustancia química produzca un daño en condiciones específicas de uso o manejo, para lo cual se debe reducir el riesgo, el cual es igual a toxicidad por exposición ( $\text{RIESGO} = \text{TOXICIDAD} \times \text{EXPOSICION}$ ). Si reducimos la toxicidad o la exposición reducimos el riesgo. Con los equipos de protección personal reducimos la exposición y por tanto el riesgo. Sin equipo de protección personal hay alta exposición y alto riesgo.

Todos los envases de los fitosanitarios traen una etiqueta con las instrucciones de uso y precauciones, en el idioma del país que registra. Eso se logra con pictogramas que indican los equipos de protección personal que se deben utilizar, desde antes de la aplicación, y los cuidados después de la aplicación.

Los equipos de protección personal son usados para reducir los riesgos a la exposición al fitosanitario al momento de su aplicación, según tipo de equipo de aplicación. Cada uno tiene sus riesgos, por la exposición que provoquen.

En algunos climas con altas temperaturas, usar equipos de protección personal resulta caluroso. Hay que buscar una solución a eso, a fin de asegurar el uso continuo de estos equipos. Inicie el uso del equipo de protección personal desde antes de preparar la mezcla de productos.

Los componentes de los equipos de protección personal para aplicaciones de fitosanitarios son los siguientes, de acuerdo al área del cuerpo a proteger (cabeza, ojos, vías respiratorias, manos, torso y pies):

1. Cabeza: use una capucha o gorro impermeable para proteger la piel y el cabello, y que garantice la protección del cuello. Debe cubrir todas las partes por encima de los hombros. El material utilizado debe ser resistente a la penetración de productos agroquímicos.

2. Ojos: use gafas o capucha o gorro impermeable. Siempre deben ser utilizadas para proteger los ojos, pero que no sean ahumadas. Se debe llevar una careta que cubra la totalidad de la frente y del rostro hasta debajo de la mandíbula. En este caso, no es necesario usar gafas. Esta protege contra salpicaduras accidentales de líquidos peligrosos que pudieran ocurrir mientras se abren los recipientes o se vierten los líquidos.
3. Vías respiratorias: tenga máscara respiratoria en la nariz, que cubra también la boca. Existen distintos modelos, según la sustancia a aplicar (polvos, líquidos, gaseosos), con filtros intercambiables. Los tipos de filtros a usar varían según el producto a aplicar. Su limpieza es fundamental, así como su almacenaje después de uso. El color de los filtros indica contra qué sustancias protegen, según se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Sustancias contra las que protegen los filtros según su color.

Tipo de Filtro	Color	Contra qué protege
A	Marrón	Vapores y disolventes orgánicos con punto de ebullición >65 °C
AX	Marrón	Vapores y disolventes orgánicos con punto de ebullición <65 °C
B	Gris	Gases y vapores de ácidos inorgánicos como el cloro (CL <sub>2</sub> ), el sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S) y el cianuro de hidrógeno (HCN)
E	Amarillo	Dióxido de azufre, cloruro de hidrógeno (Ácido clorhídrico)
K	Verde	Amoníaco
HG	Rojo	Vapores de mercurio
NO	Azul	Vapores nitrosos y dióxido de nitrógeno
CO	Antracita	Monóxido de carbono
I	Naranja	El yodo radiactivo y los compuestos

Fuente: tomado de: (Royal Brinkman [España], 2021).

El equipo de protección facial no debe limpiarse con solventes orgánicos, porque se deteriora. Hay que limpiarlo sólo con bactericidas.

4. Manos: use guantes de nitrilo, acrilonitrilo o PVC para proteger la piel. Los guantes deben ir colocados debajo de las mangas de la camisa. No obstante, cuando se trabaje con los brazos hacia arriba, los guantes se colocarán sobre las mangas o según posición del trabajo.

5. Tronco del cuerpo: para proteger esta parte del cuerpo, se utiliza el delantal impermeable y el mameluco. El delantal impermeable se usa para proteger el torso, zona pelviana, muslos y rodillas. Solo se usan durante la carga y descarga de fitosanitarios y durante la preparación de mezclas o limpieza de equipos. El mameluco se usa para proteger la piel, sea este entero o conjunto de tres piezas. Se usan durante todo el periodo de aplicación.
6. Pies: use botas impermeables de suela gruesa. Deben ir siempre colocadas debajo del pantalón.

Las prendas de vestir usadas durante las aplicaciones de fitosanitarios (como camisas mangas largas, pantalones y botas) deben ser fuertes y confortables. Deben ser usadas por la misma persona, cosidas o remendadas. Evite la contaminación cruzada. Cada lavado de esta ropa contaminada debe hacerse separado de la ropa común de la casa. Esta ropa se guarda en un lugar limpio; colgada en un lugar aireado, ventilado, fresco y seco; protegido de la luz solar y el calor.

Una vez finalizada la aplicación, proceda al lavado del equipo de protección y mantenga el control del lavado de estos equipos. Por seguridad, estos equipos se almacenan siempre en un lugar específico.

Los equipos de protección personal deben permanecer colocados hasta que concluya la operación y la persona se retire del área de la aplicación. Para retirar el equipo del cuerpo y guardarlo, colóquese en un lugar seguro, alejado del área de tratamiento. Coloque dicho papel en una bolsa de residuos para su disposición final.

Luego, retire la protección ocular y la máscara respiratoria. Retire los filtros de esta última y guárdelos en una bolsa hermética, tipo ziploc, separada del resto del equipo de protección personal. Retire y lave las botas. Luego retire el delantal, la chaqueta y, finalmente, el pantalón. Guarde todo el equipo de protección personal en forma ordenada, en un recipiente cerrado y separado de otros insumos y materiales. Finalmente, vuelva a lavarse los guantes con agua limpia, séquelos con papel absorbente (coloque dicho papel en una bolsa de residuos para su disposición final) y retírelos, evitando tocar la parte externa de los mismos con las manos desnudas. Si los guantes utilizados fueran descartables, estos deben ir junto al papel con el que se secaron, en una bolsa de residuos para su disposición final.

Una vez retirado el equipo, y antes de retirarse del lugar de aplicación, proceda a lavarse las manos, brazos, cuello y cara con abundante agua

y jabón (neutro en lo posible). Siempre realizar esta acción en algún lugar donde no tengan acceso los niños ni personas inexpertas. Lave los equipos de protección personal separados de la ropa, con agua y jabón neutro. No obstante, hay que tener presente que no todos los equipos de protección son lavables y no todas sus partes. Algunos son desechables, de una sola postura. A los desechables se les debe dar una disposición final adecuada. No guarde los equipos de protección personal en el mismo lugar donde se guardan los productos fitosanitarios ni en el lugar de guardar la ropa de uso cotidiano.

Toda recomendación sobre el equipo de protección personal está indicada en la etiqueta y el panfleto.

## XV. Manejo de los polinizadores

Según un informe del 2016 de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas –IPBES, por sus siglas en inglés–, existen miles de especies de polinizadores que ayudan a polinizar alrededor del 80% de flores de plantas silvestres, que contribuyen a la sostenibilidad y biodiversidad. Las abejas polinizan más de un tercio de los cultivos alimenticios del mundo. Hay más de 20,000 especies de abejas y alrededor de 30 razas de *Apis mellifera* que ayudan a la producción de miel, propóleos y jalea real.

Los cultivos de alimentación básica como el trigo, arroz y el maíz, no dependen de la polinización por insectos, pero de 5% a 8% del volumen de la producción agrícola global depende de la polinización por insectos. Algunos cultivos, como la chinola y la guanábana, dependen casi exclusivamente de los insectos (abejón *Xylocopa*).

Las abejas y polinizadores están bajo estrés por la amenaza que representan factores como la disminución de hábitat, el cambio de clima, deficiencias nutricionales, enfermedades causadas por virus y bacterias, el ataque de insectos y *Varroa* en abejas (ácaro que produce la enfermedad denominada varroosis), por el uso inadecuado de aplicaciones de fitosanitarios y las malas prácticas agrícolas en general.

Un programa de buenas prácticas apícolas incluye acciones como las siguientes:

- Identificar los apiarios que están a un kilómetro alrededor del cultivo.
- Conocer los calendarios florales de los cultivos y malezas de la zona.
- Evitar aplicaciones fitosanitarias a malezas florecidas que sean atractivas a las abejas.
- Comunicar a los apicultores de la zona los posibles momentos de aplicaciones de fitosanitarios.

Siembre camas de plantas de flores en los bordes de la plantación, donde no planifique aplicar fitosanitarios. Implemente un plan de manejo integrado de plagas en el que aplique fitosanitarios sólo cuando sea necesario, según su umbral de daño económico.

Informe con tiempo a los apicultores su planificación de aplicación de fitosanitarios para que estos puedan mover o proteger sus colmenas. Las aplicaciones no deben hacerse en momentos de mucho viento, para evitar la deriva de productos que puedan alcanzar los apiarios. Evite las aplicaciones en tiempos de floración de los cultivos, en cuanto sea posible.

Debe conocer el rango de vuelo de las abejas, que, normalmente, es menor a un kilómetro. Procure llevar registros del crecimiento de los apiarios en su zona y siembre barreras de protección para los momentos de aplicación de fitosanitarios.

Para la aplicación de plaguicidas con apiarios cercanos, seleccione fitosanitarios no tóxicos a las abejas. Infórmese antes de elegir el producto (lea la etiqueta y el panfleto) y siga las instrucciones. Aplique cuando haya menos probabilidades de que las abejas se estén alimentando. Estas se alimentan, principalmente, desde media mañana hasta después del mediodía. Al momento de la aplicación de algún fitosanitario, tape los apiarios hasta que se seque el producto.

El mejor momento de aplicación es por las tardes-noches o temprano en las mañanas. Las abejas pueden aumentar su productividad hasta un 30%. Proteja la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

## **XVI. Camas y mesas biológicas**

Las camas biológicas son estructuras efectivas para acumular, retener y degradar microbiológicamente los excedentes de mezclas de desechos fitosanitarios de lavado de los equipos de aplicación y los equipos de protección personal, para mitigar los riesgos de la aplicación y depuración de aguas residuales y para la protección de cultivos y el ambiente (Torstensson, 2000).

Esta actividad es ambientalmente preventiva y sostenible y forma parte integral de las buenas prácticas agrícolas. Las camas están diseñadas para filtrar líquidos nocivos para el suelo y los cultivos, bajo un tratamiento profiláctico de suelos agrícolas y cuerpos de agua. Se protege así tanto la fauna como la flora.

Las camas biológicas no se usan para el tratamiento de grandes volúmenes de mezclas, porque terminan eliminando el oxígeno en esta área. Al acabar el oxígeno, se eliminan los microorganismos responsables de la degradación de los fitosanitarios. Tampoco se usan para echar productos concentrados, aunque estén vencidos. Para esto se usan los colectores.

Existen dos tipos de camas biológicas: a) Camas biológicas abiertas, y b) Camas biológicas cerradas. El uso de estas depende de la cantidad de biomezcla a preparar.

### **1. Tipos de camas biológicas**

#### **a. Camas biológicas abiertas**

Son las camas construidas donde los residuos de mezclas de fitosanitarios se vuelcan y los líquidos vertidos quedan directamente retenidos en la biomezcla del espacio construido. Estas camas no contienen un sistema de recirculación y no conectan a un tanque de colección. Se construyen a nivel del suelo y luego se llenan con una capa de arcilla, biomezcla en su proporción y césped-grama. Deben estar bajo techo, al resguardo de la lluvia.

Este tipo de cama biológica abierta (Figura 21) solo permite el procesamiento de un menor volumen de excedentes residuales de mezclas. Una variante que tiene este sistema de camas biológicas abiertas son las mesas biológicas para equipos de pulverizadores de mochila y se llama mesa biológica.

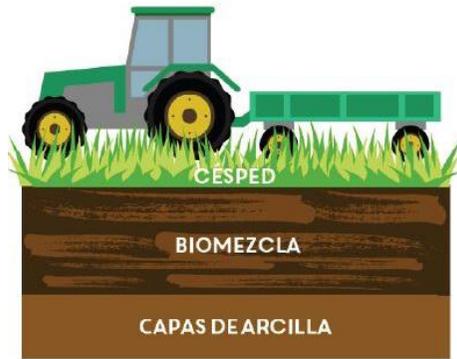


Figura 21. Cama biológica abierta.

Fuente: imagen tomada de: (CropLife Latin America, s.f.).

### Mesa biológica.

Al igual que la cama biológica abierta, la mesa biológica es un sistema cerrado, pero sólo se usa para carga y descarga de pulverizadores de mochilas manuales o motorizadas. Este sistema consiste en colocar un tanque de 55 galones de agua, preferiblemente plástico, y llenarlo en la misma proporción de capas de arcilla y biomezcla. En la última parte superior se puede sembrar césped-grama.

### b. Camas biológicas cerradas

Las camas biológicas cerradas (Figura 22) se construyen a nivel del suelo con un fondo de una capa impermeable (plástico o concreto) y luego se llena con una capa de arcilla y grava, biomezcla en su proporción y césped-grama. Deben estar bajo techo, al resguardo de la lluvia.

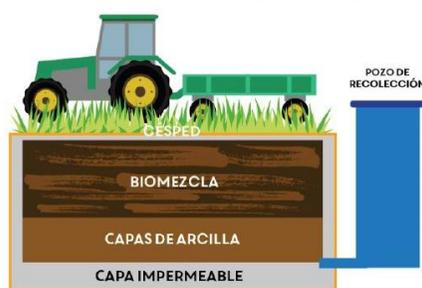


Figura 22. Cama biológica cerrada.

Fuente: imagen tomada de: (CropLife Latin America, s.f.).

## 2. Construcción de las camas biológicas

El tamaño de la cama biológica depende del volumen de líquido residual que se genera en las aplicaciones de una finca agropecuaria. Para el cálculo de su tamaño, hay que considerar el volumen de agua a utilizar para las aplicaciones y para el lavado interno y externo de los equipos, además del número de aplicaciones por año.

Las camas biológicas directas se construyen con una excavación de 0.6 a 1.0 metros de profundidad y 1 metro de ancho x 1 a 2 metros de largo. Se debe contemplar el hacer un borde alrededor para evitar la entrada de agua, sea por escorrentía de lluvias o por otra situación.

Para algunos autores, en las camas biológicas indirectas se debe concebir su tamaño de acuerdo a la cantidad de agua «...necesaria para el lavado interno y externo, que depende fuertemente del tamaño del equipo pulverizador y de su tanque, pero debemos estimar entre 150 y 300 litros por lavado, aunque hay sistemas que pueden demandar algo más de agua.» (Elorza, 2020, pág. 34).

Este mismo autor sostiene que con cada  $m^3$  de biomezcla:

...se pueden tratar, aproximadamente, entre 800 y 1200 litros de líquido residual por año, considerando estos valores para calcular la cantidad de biomezcla en función de la cantidad de líquido residual que se tenga que descartar. El volumen de líquido residual a tratar en una cama biológica está en torno a los 12 litros por  $m^3$  de biomezcla, en un período de 3 días, considerando las variaciones de la evapotranspiración del sistema, entre otros factores como el tipo de biomezcla utilizada y las condiciones climáticas de la región. Esto resulta en un volumen de 1,400 litros por cada  $m^3$  de biomezcla, por año, para una cama biológica directa abierta o indirecta. La diferencia se debe a que en un sistema abierto se producen lixiviados, que son recirculados al mismo sistema de purificación y en el sistema cerrado no, y depende exclusivamente de la evapotranspiración para la eliminación de agua. (Elorza, 2020, págs. 35-36).

### **3. Ubicación de las camas biológicas**

Las camas biológicas deben estar ubicadas en los lugares donde se hacen las mezclas de los fitosanitarios y las operaciones de carga, vaciado y lavado de las pulverizadoras. Se deben construir cerca del almacén de los productos fitosanitarios, donde se puedan procesar grandes volúmenes de agua.

Las camas biológicas se deben construir en las partes altas del terreno, para evitar ser afectadas por inundaciones. Deben estar alejadas de cursos o espejos de agua por, al menos, las siguientes distancias:

- 15 metros de fuentes de agua;
- 50 metros de manantiales, pozos o perforaciones que no se utiliza para suministrar agua para la producción de alimentos; y
- 250 metros de un pozo que se utilice para abastecer agua para producción de alimentos.

Así mismo hay que evitar áreas cercanas a caminos y construcciones. Las camas se deben construir en un lugar alto del terreno y en suelo con vegetación alrededor. Evite ubicarlas en un lugar donde drenen las aguas de lluvia.

Si la finca es muy grande y se dificulta que el operador vuelva al almacén a recargar los fitosanitarios, se recomienda la colocación de plataformas de carga donde se pueda estacionar la pulverizadora y que se realice la operación de recarga de mezcla con seguridad.

Las camas biológicas deben instalarse en función de parámetros como el clima, el volumen de líquido residual a tratar y los materiales locales disponibles para la construcción.

### **4. Biomezcla**

La biomezcla se compone de las siguientes proporciones de materiales, dependiendo de su disponibilidad en el área: 25% de materiales orgánicos, 25% de suelo y 50% material ligno-celulósico. Los materiales se colocan en ese orden en la cama, desde abajo hacia arriba.

La capa de materiales orgánicos se coloca primero en la biomezcla y puede ser turba, compost, o carbón vegetal.

El suelo se coloca de segundo en la biomezcla y este «debe ser del lugar donde se va a construir la cama biológica, ya que tiene

desarrollada una flora microbiana propia capaz de degradar los diferentes fitosanitarios que en ese campo se aplican.» (Elorza, 2020, pág. 20). El suelo aporta diversos microorganismos a la biomezcla, los que participan activamente en la degradación de los productos fitosanitarios

El material ligno-celulósico puede ser de materiales como: mazorca y rastrojo de maíz, viruta de madera, bagazo de caña de azúcar, pajas de arroz, yerba picada, residuos diversos de coco, residuos de plátano/banano, etc. Este componente es fundamental para nutrir el crecimiento y desarrollo de las poblaciones de microorganismos. Debe constituir el 50% de la biomezcla.

## **5. Construcción de tanques colectores (filtros)**

Los filtros son varios tanques conectados de manera lineal, tapados, con capacidad de 1,000 litros cada uno. Se localizan en diferentes lugares de la finca y se les coloca biomezcla de degradación con aeroaplicadores de líquidos. Los aeroaplicadores se manejan manualmente. Estos tanques pueden estar conectados a camas biológicas directas abiertas o camas biológicas indirectas.

El líquido residual colectado de las camas biológicas se deposita en los tanques colectores (filtros), en forma de aspersion sobre la biomezcla «...de manera tal que se mantenga controlada la humedad de la misma, optimizando los niveles de degradación microbiológica de los productos fitosanitarios por parte de los microorganismos desarrollados en la biomezcla.» (Elorza, 2020, pág. 27). Siempre se coloca una cobertura vegetal encima para mantener la humedad.

Según este autor:

Lo importante en este tipo de camas es que se mantenga protegida de las lluvias, ya que pueden afectar el contenido de humedad de la biomezcla de manera considerable. Si bien la incidencia de lluvias depende de la zona agroecológica en la que se instale la Cama Biológica, es recomendable que esté cubierta. Esta cobertura puede ser permanente, mediante la construcción de un techo, o bien mantenerla cubierta con un plástico de manera tal que evite la entrada de agua de lluvia y, a su vez, permita la circulación de aire, para que se favorezca la evaporación, cuando no se está utilizando. (Elorza, 2020, pág. 23).

Al final de la biomezcla debe poner una cobertura vegetal para mantener y manejar la humedad.

## **6. Maduración y estabilización de la biomezcla**

Según Elorza:

La biomezcla tiene un período de maduración y estabilización, el cual oscila entre los dos y tres meses, antes de poner en funcionamiento la cama biológica. Durante este proceso, los microorganismos se desarrollarán y maximizarán su acción degradadora, emitiendo los mayores valores de enzimas al medio, y alcanzando el equilibrio dentro de la cama biológica. (Elorza, 2020, pág. 20).

## **7. Vida útil de las camas biológicas**

Una Cama Biológica tiene una vida útil promedio de 3 a 8 años, tiempo en que debe ser reemplazado el sustrato por una biomezcla nueva.

La vida útil de la biomezcla, depende de factores como el pH, el contenido de carbono (C), el contenido de nitrógeno (N), la relación C/N y el porcentaje de lignina. Elorza plantea que la lignina debe estar «fragmentada homogéneamente a un tamaño de 2 a 10 cm, como máximo. Mientras menor sea su tamaño mayor será la actividad biológica y la degradación de los fitosanitarios, y más fácil su mezclado con los otros componentes de la biomezcla.» (Elorza, 2020, pág. 18).

Para incrementar la vida útil de las camas biológicas, se debe manejar los siguientes factores:

1. El pH ideal es de 5.5 a 7.
2. Temperatura: Sobre este aspecto, Elorza plantea que la degradación «...aumenta con la temperatura, mientras que la biomezcla se agota con mayor velocidad. Cuanto mayor es la temperatura, mayor será la actividad de los microorganismos y, por ende, mayor será la solubilización de los fitosanitarios y la velocidad de degradación.» (Elorza, 2020, pág. 30). La temperatura debe mantenerse de 15 a 30 °C.
3. Humedad: la humedad de la biomezcla debe ser controlada periódicamente, manteniéndose en alrededor del 60% de su capacidad de retención de agua (Castillo & Torstensson, 2007). Si la

humedad disminuye mucho corremos el riesgo de perder los microorganismos. Si, por el contrario, aumentamos mucho la humedad por un tiempo prolongado, el medio pasa de ser aeróbico a anaeróbico, con el consiguiente cambio de la población de microorganismos.

Elorza plantea que una cama biológica:

...se hunde aproximadamente 10 centímetros/año por lo que se recomienda remover la grama y completar con biomezcla nueva, de manera de extender su vida útil. La biomezcla agotada debe compostarse durante 8 a 12 meses, como mínimo, y hasta a un año para asegurar que no queden residuos. (Elorza, 2020, pág. 31).

Luego puede esparcirse o incorporarse al suelo del campo o ser utilizada para realizar biomezcla nueva. La cantidad a esparcir en el campo no debe superar las 50 toneladas por ha/año.

Elorza también recomienda que:

La biomezcla debe colocarse sobre un material impermeable y cubrirse para evitar el lixiviado por efecto de la lluvia. Para elegir el lugar en el predio donde realizar el compostaje se deben seguir las mismas recomendaciones que se describen para la ubicación de la cama biológica, respecto a las distancias a las fuentes de agua, entre otras. (Elorza, 2020, pág. 32).

## **8. Extracción y manipulación de la biomezcla**

Elorza sugiere que «Toda la operación de extracción y manipulación de la biomezcla agotada debe realizarse con el equipo de protección personal adecuado.» (Elorza, 2020, pág. 32). El esparcimiento del contenido de la cama biológica debe hacerse sobre una parcela de rotación a una tasa de 1 m<sup>3</sup> de sustrato/1,000 m<sup>2</sup> (o 10 m<sup>3</sup>/hectárea). Se recomienda trabajar a poca profundidad para diluir el sustrato superficialmente dentro de los primeros 10 a 15 cm del suelo.

Durante el tiempo de compostaje de 8 a 12 meses el lugar debe ser vigilado y cuidado, para garantizar que no se viertan materiales no curados al terreno. En caso de no disponer del tiempo necesario, se debe aislar este sustrato y colocarlo en campos alejados de fuentes de agua, casas, cultivos u otros elementos susceptibles a contaminarse. Se debe colocar en un plástico de alta densidad con el propósito de no contaminar.

## **9. Monitores y mantenimiento**

Se recomienda llevar un registro de todas las actividades realizadas en la cama biológica, con el propósito de garantizar su adecuado funcionamiento, mantenimiento y operación.

## **XVII. Manejo de los envases vacíos y destino final**

Los envases vacíos de los fitosanitarios constituyen un contaminante que afecta la fauna, la flora y toda la cadena trófica de alimentación. Además, reduce la huella de carbono que aumenta el efecto invernadero y provoca multiplicidad de cambios climatológicos.

El manejo de los envases vacíos es una labor importante de la Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Hay que buscarles un destino final responsable. Con este fin, se hace necesario hacerles un lavado antes de almacenarlos y continuar su proceso. A los envases vacíos se les debe dar un triple lavado y/o lavado a presión.

El lavado de los envases vacíos se hace tanto para los contenedores de productos líquidos como gaseosos. Esta operación se hace al momento de preparar la mezcla. Para envases menores de 20 litros haga el triple lavado agregando agua hasta  $\frac{1}{4}$  de la capacidad del contenedor, tápelo y agítelo bien por 30 segundos, y vierta el líquido en el recipiente del tanque de mezcla. Esto debe hacerlo tres veces. Perfore los envases en su base para evitar su reutilización, sin dañar la etiqueta, y almacénelos en un lugar seguro y abierto, hasta que se envíen a su destino final.

Con envases de 20 litros, cuando prepare la mezcla para aplicar con equipo acoplado o jalado a un tractor termine de vaciar el producto haga el lavado a presión introduciendo la manguera dentro de la boca del envase y accione el sistema de bombeo del pulverizador y manténgalo durante 30 segundos, verifique que el agua del envase salga con suficiente presión para generar un flujo turbulento dentro del envase y garantice su correcto lavado. Asegúrese que el agua del envase lavado salga limpia y sea vertida en el tanque del pulverizador, luego colóquelo boca abajo hasta que se seque. Igual que en el caso de envases de menor capacidad, perfore el envase en su base para evitar su reutilización, sin dañar la etiqueta, y almacénelos en un lugar seguro y abierto, hasta que se envíen a su destino final.

En todo momento, desde antes de iniciar la preparación de la mezcla y hacer el triple lavado y/o el lavado a presión, debe tener puesto el equipo de protección personal (EPP).

Los envases vacíos de productos en polvo, como envases usados de semillas tratadas -sean en sacos de yute, de papel o aluminados-, no se lavan.

Los envases vacíos de fitosanitarios se deben colocar en una bolsa plástica bien cerrada. Embolsados así se llevan al centro de acopio de envases vacíos de fitosanitarios más cercano de su comunidad, destinado para estos fines por las autoridades. Esto aplica tanto para fitosanitarios formulados en forma líquida, gaseosa o en polvo, como envases de semillas tratadas.

Nunca arroje los envases vacíos indiscriminadamente en lugares no autorizados ni en canales, ríos o arroyos. No queme ni entierre los restos de los envases vacíos; tampoco los ponga en un basurero a cielo abierto. Colóquelos en bolsas plásticas en un lugar aislado, deslindado, identificado, cubierto y ventilado. A ese lugar sólo tendrá acceso el personal autorizado. Si puede, compacte o triture los envases.

Los envases vacíos con triple lavado (Figura 23) o lavado a presión se llevan a mini centros de acopio. Estos son lugares de recolección primaria, ubicados en lugares estratégicos dentro de los campos de cultivo. Luego se recogerán las bolsas de los envases vacíos de los minicentros de acopio y se llevarán a los centros de acopio autorizados por el gobierno.



Figura 23. Triple lavado de envases vacíos de fitosanitarios.

Fuente: (CEMAAGRI, Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura, 2020).

Los centros de acopio son centros donde se depositan los envases vacíos que llegan de los mini centros en bolsas plásticas. Su ubicación debe ser alejada de zonas residenciales y comerciales e industrias de fabricación o expendio de alimentos, centros educativos, centros de salud y centros comerciales. También deben estar alejados de aguas superficiales (ríos, arroyos, canales, lagos, pozos, lagunas, humedales, estuarios, presas, embalses, depósitos de agua para consumo humano, animal o de riego, áreas protegidas) y costas. También, de lugares en los que pueden ocurrir inundaciones.

El local de los centros de acopio debe estar cercado y para almacenar envases vacíos se debe usar alambrado para contener las bolsas. Debe tener carteles indicando el tipo de producto en almacenamiento. El local debe tener visible los teléfonos del responsable y otros teléfonos como los bomberos, la policía, hospital, médico, entre otros. Igualmente, debe estar certificado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para poder emitir certificados de colección de envases vacíos de fitosanitarios.

En los centros de acopio se recolectan, clasifican y acondicionan los envases. Para la clasificación, se pondrán los envases PET y HDPE en áreas separadas. En este lugar los envases se trituran o se compactan, para llevarlos a su destino final.

Los centros de acopio deben contar con una trituradora y una compactadora de envases plásticos, para el empaque masivo de los envases vacíos colectados y transportarlos a su destino final. El transporte de envases empacados triturados o compactados es más económico, debido a que se aprovecha mejor el espacio por la reducción del aire interior de los envases. Una vez compactados o triturados se exporta a otros países que lo permitan.

Es preciso llevar un registro de los envases colectados, mediante una planilla de ingresos y egresos, para poder dar un informe anual del volumen de colecta y almacenamiento de los envases.

El destino final de los envases vacíos de fitosanitarios tiene dos usos, reciclado y utilización térmica o energética (hornos de cemento o energía). La reutilización en la industria mediante su reciclaje incluye productos como (Briceño, 2016):

Topes de suelo para parqueos; Sustitutos de madera tratada; Protectores de carril para autopistas; Durmientes de línea férrea; Partes bajas de vehículo; Duraliners para pick ups; Cajas para medidores de agua; Postes para cerca; Conductos eléctricos; Cajas de instalación eléctrica; Madera plástica; Cajas para batería de autos; Bolsas de basura para hospital; Envases para aceites de motor; Barriles para incineración; Escobas; Tapas para envases de agroquímicos; Envases para aceite de motores; Topes de velocidad para calle; Conos de parqueo; Señales de tránsito en carretera; Protectores de hormigón; Estacas; Boyas marítimas; Postes de alumbrado eléctrico; Tarimas plásticas industriales; Armazón para construcción; Tuberías para construcción; Tuberías de drenaje, alcantarillado y conexiones; Láminas de techo; Envases de agroquímicos tricapa; Combustible alternativo; Cuerda plástica; y Andamios para construcción.

También se reutilizan en tapas, madera plástica, tubos, tejas, caños de desagüe, entre muchos otros.

La utilización térmica incluye su incineración en hornos de cemento. El uso energético se hace para la producción de energía. Otra alternativa de uso es el relleno sanitario autorizado, que cuente con las especificaciones técnicas adecuadas.

En la cadena de responsabilidades por el uso de los envases vacíos se encuentran fabricantes o formuladores de fitosanitarios, empresas importadoras, distribuidores, productores y el gobierno. Tanto el sector público como el privado deben incluir en sus inversiones de responsabilidad social el destino final de estos envases. Estas inversiones deben incluir programas de capacitación y divulgación, para crear conciencia del daño a la salud de las personas y al medio ambiente. Por estos medios se debería promover el triple lavado y lavado a presión de envases.

Este programa de recogida de envases vacíos de fitosanitarios debe apoyar económicamente para instalar facilidades de devolución, recolección, acondicionamiento y transporte de los envases, y participar activamente. El manejo de envases vacíos de fitosanitarios es una responsabilidad de todos.

## **XVIII. Medidas de aplicación: antes, durante y después**

Luego de hacer la inspección y disponer del diagnóstico del agente causal que está provocando el daño al cultivo, con un profesional en manejo integrado de plagas se definen las tácticas de control. Si en las tácticas de control se establece la intervención química, se procede a hacer una planificación de esta, iniciando con una selección objetiva del producto fitosanitario a utilizar.

### **a. Momentos de aplicación: antes, durante y después**

El manejo integrado de plagas consta de cinco etapas, a saber: identificación, táctica, aplicación, evaluación y mantenimiento. De estas, la aplicación es una etapa fundamental en el control de la plaga identificada. Consta, a su vez, de tres momentos: antes, durante y después de la aplicación. A continuación, se plantean algunas recomendaciones a seguir durante estos tres momentos.

#### **Antes de la aplicación**

1. La compra de cualquier fitosanitario debe ser realizada a un distribuidor registrado y autorizado por el Ministerio de Agricultura. También hay que verificar en la etiqueta que esté registrado en ese ministerio para uso como fitosanitario en el cultivo donde será aplicado. Se debe poner especial atención a verificar que no sea falsificado y/o adulterado. Así inician las recomendaciones de las Buenas Prácticas Agrícolas.

a. Lea la etiqueta y el panfleto del producto antes de comprarlo. Las etiquetas ofrecen la siguiente información: nombre comercial del producto, cantidad, advertencias de usos, síntomas de intoxicaciones, primeros auxilios, antídoto y tratamiento médico, número de registro, fecha fabricación, fecha de vencimiento, formulador o fabricante, exportador e importador, pictogramas y leyendas y banda toxicológica. Por su parte, el panfleto ofrece la siguiente información: símbolo, palabras de advertencia, densidad, modo de acción, equipo de aplicación, forma de preparación de la mezcla, pH óptimo del agua, áreas de aplicación (plagas, dosis y observaciones), precauciones y advertencias de uso (almacenamiento y transporte), centros nacionales de intoxicación, medidas para la protección del ambiente, manejo de envases, empaques, desechos y remanentes, aviso de garantía y periodo de carencia. También compre el coadyuvante necesario, de acuerdo a las características y recomendaciones de los fitosanitarios que haya comprado.

- b. Nunca transporte el fitosanitario con alimentos (para animales ni humanos), medicinas, etc. Tampoco lo transporte en un vehículo en la cabina del conductor.
  - c. Almacene el producto en un lugar fresco, seguro, cerrado, bajo llave y fuera del alcance de los niños, animales domésticos, alimentos, medicamentos, personas con discapacidades mentales o no autorizadas.
2. De acuerdo a la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE) y al Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), de la Argentina, antes de proceder a aplicar fitosanitarios se debe:

Evaluar en la zona la presencia de elementos sensibles (escuelas, apiarios, cursos de agua, etc.). Si los hubiera, se analizarán los ajustes necesarios a la técnica y equipo de aplicación, y se deberá dar aviso antes de realizar la misma. De no ser posible realizar estos ajustes, suspender la aplicación. Evitar aplicaciones en horas de elevadas temperaturas. (CASAFE y SENASA, 2020, pág. 16).

3. Calibre el equipo de aplicación (terrestre o aérea) con agua limpia solamente, controle la presión del equipo (manómetro) y tenga el equipo de protección personal (EPP) a la mano. Siga los consejos en los pictogramas en la etiqueta sobre precauciones y advertencias de uso para el equipo de protección personal a utilizar, según el producto a aplicar. Observe las condiciones climáticas (temperatura, humedad, velocidad del viento).

Nunca use equipos de aplicación de herbicidas con otros productos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes foliares, etc.

4. Ponga un aviso en la entrada de la finca que diga (Figura 24):



Figura 24. Letrero de advertencia de peligro que debe colocarse en las áreas donde se aplican fitosanitarios.

5. Observe las condiciones climáticas y las condiciones generales e hídricas del cultivo a tratar. Lea en la etiqueta el periodo de carencia para el producto a aplicar y respete este tiempo antes de la cosecha. No aplique próximo a las cosechas y tenga a mano un botiquín de primeros auxilios, carbón activado, agua y jabón. Verifique que esta aplicación no sobrepasa la carga química del ciclo del cultivo. Antes de salir al campo haga un listado de las necesidades:

- a. Equipo de protección personal (EPP). Este es un aspecto muy importante. De acuerdo con CASAFE y SENASA, se debe:

Verificar el estado general del EPP completo, vigencia de los filtros, guantes de repuesto y bolsa o recipiente para resguardo del mismo. A los fines de reducir la exposición, es importante el uso de todos los elementos de protección personal, de acuerdo al producto fitosanitario a utilizar y a lo indicado en la etiqueta del mismo. Esto impactará directamente en el riesgo de sufrir una intoxicación como consecuencia del uso de estos productos, reduciéndolo. Verifique que todo el EPP esté en condiciones óptimas de uso, según las siguientes indicaciones:

En el caso de la vestimenta y guantes, evitar roturas, fallas, desgaste excesivo y/o rajaduras. En el caso que el equipo sea lavable y reutilizable, asegúrese que el equipo no haya alcanzado el número de lavados máximos permitidos, según recomendaciones del fabricante.

Para las máscaras, antiparras y protectores visuales, evitar las ralladuras, quebraduras, y asegurarse que permitan una completa visibilidad al momento de realizar la tarea.

Se debe verificar el correcto estado de las máscaras o semi máscaras respiratorias, con los filtros de carbón activado correspondientes, según los productos a utilizar (gases ácidos, vapores orgánicos y/o polvos).

Verificar la fecha de vencimiento al momento de la compra de estos filtros, considerando que la vida útil de dichos filtros dependerá, por un lado, de las horas de uso, la concentración del producto fitosanitario y del ritmo respiratorio del operario, y por otro, del lugar y forma de guarda.

Los filtros deben ser guardados en un recipiente hermético. Los guantes no deben ser de goma, sino que

deben ser de nitrilo o de acrilonitrilo. Lleve un recipiente para la guarda del EPP, separándolo así de todo otro material. (CASAFE y SENASA, 2020, págs. 10-11).

- b. Productos de higiene. Debe llevar jabón de cuaba, un galón de agua y una toalla.
- c. Alimentos y bebidas. Lleve sólo los alimentos y las bebidas (sea agua, café, etc.) que vaya a consumir durante la jornada de trabajo. Nunca ingiera bebidas alcohólicas en el trabajo.
- d. Insumos de aplicación. En este sentido, hay que considerar los siguientes insumos:
  - ✓ El producto fitosanitario a utilizar (insecticida, fungicida, herbicida, fertilizante foliar, acondicionador de agua, etc.) para esta tarea.
  - ✓ Formulario, planilla o notas para registrar la salida en el almacén.
  - ✓ Lubricantes y combustibles requeridos.
  - ✓ Embudo para el trasvase de combustible.
  - ✓ Medidor plástico para la dosificación de productos.
  - ✓ Un pito o silbato, para casos de emergencia.
  - ✓ Receta del profesional en manejo integrado de plagas con nombre del producto, dosis, modo de aplicación, orden de mezcla, etc.
  - ✓ Equipo de aplicación. Verificar el buen funcionamiento del equipo de aplicación (uniones de manguera y sus conexiones a la bomba). Identificar zonas húmedas o sucias, lo cual será indicativo de posibles fugas. Verificar que no haya derrames de combustible, aceite, producto químico u otros fluidos.
  - ✓ Según el equipo de aplicación a usar, ver que la toma de fuerza y su eje de conexión a la bomba no tengan roturas ni desgastes. Confirmar que las boquillas son las correctas y se encuentran en buen estado y son de calidad, sin desgastes u obstrucciones. Verificar la cobertura y el ángulo del chorro de pulverización, según el producto a aplicar, sean de abanicos o de cono. Asegurar que los filtros están en su lugar y verificar su limpieza. El tanque de mezcla del equipo no se debe llenar para salir al campo (no transportar lleno).
  - ✓ Repuestos que posiblemente necesite, como bujías, juntas, etc.
  - ✓ Manómetro para observar pulsaciones intermitentes indeseadas en la presión de trabajo.

- ✓ Herramientas para solucionar posibles problemas eventuales.
  - ✓ Si se van a usar drones, hay que calibrarlos, chequear el controlador y la carga de batería. Use, preferiblemente, boquillas antideriva.
- e. Agua necesaria para higiene personal, consumo humano, para la mezcla de los productos y para el lavado de envases vacíos.
  - f. Siempre hay que portar el carnet de aplicador.
  - g. Coordinar el uso del vehículo para transportar los productos y fijar los envases. Llevar todo el material en la cama del vehículo, no en la cabina del chofer, y apartados de alimentos, forrajes, animales y bebidas de consumo. Llevar material absorbente (como aserrín), un palín y bolsas plásticas.
  - h. Instruir a los operarios aplicadores y definir los objetivos del trabajo de aplicación. Asegúrese que esté bien alimentado (desayunado o comido). Lo más recomendable es dejar en su casa sus preocupaciones y problemas.
  - i. Elegir el momento más oportuno para la aplicación para el control de la plaga. Para algunas plagas, es más propicio aplicar en la mañana, mientras con otras es en horas de la tarde cercano a la caída del sol.
  - j. Asegurarse de llevar consigo un celular con carga.
  - k. Tenga a mano el número de celular de un médico, para casos de intoxicaciones.
  - l. Si está bajo medicación que le cause somnolencia, no aplique fitosanitarios.

### **Durante la aplicación**

Al inicio de las aplicaciones debe considerar los siguientes aspectos:

1. Verificar las condiciones ambientales. Evite aplicaciones en horas de elevadas temperaturas, mayores de 30 °C.
2. Confirmar los lubricantes y combustibles del equipo de aplicación:
  - a. Ponga el combustible y cerciúrese que el equipo está sobre una superficie nivelada. Use un embudo y llene hasta la señal indicada. No llene de combustible con el equipo funcionando. No fume ni acerque fuentes de calor al combustible. Finalizada esta labor, tape el tanque de forma precisa.
  - b. Si ocurre un derrame de combustible, se recomienda «realizar las tareas de limpieza sobre la máquina y proceder a la adecuada

disposición del suelo contaminado. Si se ha manchado la ropa con combustible o aceite, cambiarse inmediatamente.» (CASAFE y SENASA, 2020, pág. 17).

- c. Mezclas de combustibles. Si el equipo utiliza combustible y lubricantes en mezcla, estas organizaciones sugieren:

Utilizar el tipo de aceite y las proporciones sugeridas por el fabricante de la maquinaria. Preparar la mezcla en un bidón limpio, asegurando que se haya mezclado correctamente. No preparar la mezcla de combustible y aceite directamente en el tanque de la máquina. Esto puede ocasionar severos daños al motor. No utilizar mezclas realizadas el día anterior. No guarde el equipo pulverizador con el combustible en el tanque. Almacene el combustible y el aceite sólo en depósitos reglamentarios y correctamente identificados. Para el caso del aceite, hágalo en su envase original, y en el caso del combustible en envases autorizados. Tener siempre al alcance un extintor de incendios. No solo para respetar las normativas vigentes, sino por seguridad de las personas que están realizando el trabajo. (CASAFE y SENASA, 2020, págs. 16-17).

- 3. Presencia de animales domésticos, niños y mujeres embarazadas. Retire toda persona y animales del área de aplicación.

- 4. Preparación de la mezcla fitosanitaria, antes de iniciar:

- a. Colóquese el equipo de protección personal en el siguiente orden: 1. Guantes (que sean de nitrilo o acrilonitrilo); 2. Pantalón; 3. Botas; 4. Chaqueta; 5. Delantal, cubriendo la zona abdominal para la preparación de la mezcla y poner detrás o en la espalda donde descansa la mochila; 6. Mascarilla respiratoria (que tenga los filtros correspondientes); 7. Gafas; 8. Capucha o protección de cabeza y cuello; y 9. Protección auditiva y un pito.

- b. El operario aplicador no debe comer, beber, fumar ni masticar chicle durante mezcla ni en la aplicación.

- c. La preparación de la mezcla: se debe hacer en un ambiente aireado/ventilado, a 65 metros de fuente de captación de agua y sobre una cama o mesa de degradación biológica. Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Agua para la mezcla: use siempre agua limpia (sin sedimentos). Si está sucia, desactiva el glifosato y otros productos.

- ✓ Regule su dureza y pH. En aplicación por avión use boquillas anti deriva.
- ✓ Llene el recipiente con toda el agua que va a utilizar e inicie con la regulación de su dureza y luego el pH. Luego puede tomar esta agua y hacer la premezcla.
- ✓ Siga la secuencia de mezcla recomendada según las formulaciones de los productos y su solubilidad. Recuerde mezclar los menos solubles primero y de último los más solubles.
- ✓ Respete las dosis indicadas por el agrónomo en la receta fitosanitaria. Abra el envase cuidadosamente, sea polvo o líquido. Para los líquidos use la cuña de la tapa para abrir el envase.
- ✓ Para la dosificación y preparación de la mezcla, regule la carga del pulverizador en función de la dosis, del producto a aplicar (insecticida, fungicida, herbicida, fertilizante foliar), volumen de aplicación, tamaño de la gota y cobertura deseada.
- ✓ Premezcla: saque el agua del tanque, ya con los acondicionadores de agua añadidos (dureza y pH) para hacer las pre-mezclas. Luego de completar los productos coloque la tapa y ajuste, verificando que no haya derrames.
- ✓ Si ocurriera un derrame de mezcla de fitosanitarios sobre el equipo durante la carga o el mezclado, la parte exterior del equipo deberá ser descontaminada inmediatamente. Lave el área contaminada con agua y jabón (o detergente ligero), seguido de un enjuague vigoroso con abundante agua.
- ✓ Realice el triple lavado o el lavado a presión de los envases vacíos.
- ✓ Si sobra algo de un fitosanitario, tápelo y colóquelo en el lugar establecido anteriormente. Nunca vierta el sobrante de la mezcla del fitosanitario en fuentes de agua potable ni en aguas corrientes, etc., hágalo en las mesas de degradación biológica. No reutilice los envases vacíos en nada, ni los entierre ni los queme, empáquelos y luego llévelos a su destino final establecido.

5. Sobre la operación de la aplicación, tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Controle las oscilaciones de altura de las boquillas. Mantenga una altura estándar de la barra sobre el cultivo en el equipo de aplicación.
- b. Si, durante la aplicación, siente síntomas como mareos, dolor de cabeza, sudoración, temblor, cansancio generalizado o convulsiones, llame a su supervisor inmediatamente. Nunca haga

aplicaciones de fitosanitarios solo. NO coma, beba, fume ni mastique chicle durante la aplicación. Aplique los primeros auxilios indicados en la etiqueta según vía de ingreso al aplicador. Espere la llegada del médico o traslade al afectado al centro de salud más cercano. Se deberá hacer contacto telefónico con el médico y seguir sus indicaciones mientras se lleva al centro. Llevar siempre la etiqueta del producto con su envase.

- c. No use prendas (relojes ni joyas) durante la aplicación.
- d. Sobre las condiciones climáticas, hay que manejar la evaporación y la deriva y lograr una buena cobertura para una correcta distribución en la aplicación. Verifique la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y el tamaño de las gotas. No aplique en condiciones climáticas de mucho viento y altas temperaturas, que favorezcan la deriva de la mezcla y la evaporación.
- e. No aplique en contra del viento. En aplicaciones aéreas tenga siempre a mano un anemómetro para medir constantemente la velocidad del viento, la humedad relativa y la temperatura y tomar decisiones.
- f. Asegúrese de usar las boquillas correctas y regule su caudal de salida y el tamaño de las gotas. Si se tapa alguna boquilla, no use clavos ni alambres. Desmóntelas y limpie con un cepillo pequeño.
- g. Nunca se quite el equipo de protección personal durante la aplicación.
- h. Evite mojar dos veces el mismo lugar para no sobre dosificar y perder productos.
- i. Evite asperjar sobre puntos críticos (viviendas, escuelas, centros de salud, apiarios, canales, ríos, arroyos, lagunas, aguas superficiales). Nunca aplique cerca de fuentes de agua u otras áreas de cuidado, lugares con niños o animales domésticos. Evite que la deriva pueda llegar a estos puntos. Mantenga una distancia de la zona de amortiguamiento mayor de 100 a 200 metros, dependiendo de si se aplica con equipos terrestres o aéreos. No realizar aplicaciones terrestres a una distancia inferior a 10 metros de cualquier corriente natural de agua o fuentes superficiales. En aplicaciones aéreas evite aplicaciones cercanas a siembras y escuelas. Una alternativa en zonas donde hay escuelas cercanas es la aplicación los días sábados y domingos, cuando están cerradas.
- j. Sobre la mezcla en el tanque, trate de vaciar el tanque completo durante la aplicación. El resto puede echarlo en un recipiente y luego buscarle un destino final, si no tiene cama de degradación biológica.

- k. En términos de la presión de trabajo de los equipos, observe periódicamente el manómetro, para evitar la caída de la presión. Observe también si ocurren pérdidas por escape en mangueras y uniones en todo el sistema del equipo de aplicación, para evitar derrames de mezclas o combustibles. Maneje una presión constante para realizar una aplicación uniforme.

En aplicaciones terrestres, la presión del equipo debe ser de 2.1 a 3.2 kg/cm<sup>3</sup> (30 a 45 libras/pulgadas<sup>2</sup> y un volumen total/ha de 100 litros). En aplicación aérea con dron, mantenga la velocidad en 4 – 6 m/s y la altura sobre el cultivo en 1.5 a 2.5 metros. Manténgase a una distancia del dron de cinco metros y solo acérquese cuando esté en tierra y las hélices se detengan. Colóquese en la dirección opuesta al contraviento para evitar la deriva de la pulverización. Use boquillas antideriva y acondicionadores de agua antideriva.

### **Después de la aplicación**

Después de finalizada la aplicación, despresurice el tanque y vacíe cualquier residuo sobre una cama de degradación biológica dispuesta para estos fines. Si no dispone en el lugar de una cama de degradación biológica, vacíe los residuos en un envase de fitosanitario para luego llevarlos a una de esas camas. Lave el equipo de aplicación: llene el tanque con agua limpia hasta la mitad y rocíe el contenido con la boquilla sobre la cama de degradación para que esta se lave también. A los equipos de aplicación dele el mantenimiento adecuado, quite y lave las boquillas, su tapa y filtro, así como la válvula del disparador. Lávelos sobre la cama de degradación biológica y guárdelos.

Antes de lavar el equipo de aplicación, verifique que esté vacío. Para su lavado, CASAFE y SENASA sugieren:

...agregar agua limpia hasta un cuarto (¼) de su capacidad, coloque y ajuste la tapa del tanque, y proceda a agitar enérgicamente en todas direcciones. Ponga en marcha la pulverizadora, y proceda a aplicar el líquido resultante sobre el área de trabajo, o sobre la cama o mesa biológica, en el caso de poseer una. Repita dos veces más este procedimiento. Los envases vacíos deberán permanecer en un espacio acondicionado para tal fin, sobre una superficie impermeable, ventilada y al resguardo de personas inexpertas y de las condiciones ambientales. (CASAFE y SENASA, 2020, pág. 24).

Una vez finalizada la aplicación, quítese el equipo de protección personal y lávelo separado del resto de las demás ropas de uso común en el lugar de aplicación. Colóquelo en un lugar seguro, alejado del área de tratamiento. Siempre se debe almacenar en un lugar específico, por seguridad. Báñese con abundante agua y jabón todo el cuerpo, cuero cabelludo y uñas; y póngase ropa limpia.

Al transportar los materiales de regreso a los almacenes, hay que asegurar que la carga de los insumos que sobraron, las máquinas y los demás equipos utilizados en la aplicación se realice de manera segura en el vehículo, como cuando se llevaron a la finca (CASAFE y SENASA, 2020). Verifique la seguridad de la carga durante todo el trayecto y prevea la ocurrencia de posibles derrames, vuelques o desplazamientos dentro o fuera del vehículo.

Una vez en el almacén, acomode el equipo de aplicación y los restos de productos fitosanitarios de manera segura y evite accidentes posteriores. Hay que acomodar y organizar los envases vacíos, ya limpios y perforados, en un lugar seguro y autorizado. Este debe localizarse fuera del depósito y mantenerse siempre cerrado con llave para evitar que personas inexpertas o no autorizadas entren en contacto con estos residuos. Se deben chequear y reparar las fallas, roturas, desajustes, etc. del equipo de aplicación, si fuera necesario (CASAFE y SENASA, 2020).

Haga las anotaciones de las tareas realizadas y mantenga al día estos informes. Registre también la cantidad por tamaños de envases vacíos, llenos o medianamente llenos.

Antes del regreso a la casa, cámbiese de ropa. Nunca lleve los insumos al domicilio (combustible, productos fitosanitarios, entre otros).

Pasado el periodo de reingreso, quite el letrero de 'Advertencia de Peligro' que había puesto antes.

Los efectos colaterales de una aplicación, por el uso irresponsable de los productos aplicados, pueden ocasionar daño a cultivos, la salud de las personas, animales y el medio ambiente, entre otras.

## **b. Factores de aplicación**

### **1. Horario de aplicación**

El horario de aplicación, o el momento ideal para las aplicaciones, es después de las 4:00 de la tarde hasta el día siguiente a las 10:00 de la mañana. Todo puede variar por el cultivo, tipo y comportamiento de la plaga. La velocidad del viento, la humedad relativa y la temperatura son factores a medir.

La humedad disminuye con la velocidad del viento, y las altas temperaturas también afectan el rocío que ayuda a mantener las plantas hidratadas en las mañanas. Ante las altas temperaturas las plantas regulan la apertura de los estomas de las hojas, por donde también absorben las aspersiones.

Siempre se debe evitar aplicar fitosanitarios en momentos en que las abejas están fuera de sus apiarios, colectando néctar y polen.

### **2. Intervalo de aplicación**

El intervalo de aplicación es el tiempo que transcurre entre una aplicación y otra en el mismo ciclo del cultivo. Este periodo permite evaluar las aplicaciones y planificar las próximas.

### **3. Período de reingreso**

Es el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación y la entrada, o reingreso, al área tratada. Generalmente se debe esperar de 24 a 48 horas después de la aplicación. Hasta este momento se debe mantener el letrero de ADVERTENCIA/ PELIGRO /ÁREA TRATADA CON PLAGUICIDAS.

### **4. Período de carencia**

El período de carencia es el tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación del producto fitosanitario y la cosecha. Este período varía de acuerdo al producto y al cultivo. Cada país tiene sus propios requerimientos.

### **5. Carga química**

Es la cantidad de ingredientes activos utilizada en un periodo de siembra-cosecha en un cultivo determinado. Este cálculo incluye todo tipo de fitosanitarios usados como insecticidas, fungicidas, herbicidas, raticidas, fumigantes, entre otros. No se incluyen los fertilizantes.

En algunos cultivos la carga química se ha fijado en 500 gramos/hectárea de ingredientes activos, como máximo a utilizar en el periodo del cultivo. Con aplicaciones en banda se reduce significativamente la carga química, al aplicar la mitad o menos de la dosis.

### **c. Factores de éxito y fracaso en la aplicación y control de plagas**

Entre los factores de éxito más importantes en la aplicación de fitosanitarios están el seleccionar la táctica de control adecuada. Para realizar una aplicación es muy importante contar con una recomendación de un profesional en manejo integrado de plagas.

Una exitosa aplicación se obtiene manejando la dosificación, agua limpia con acondicionadores, llevar el orden de la mezcla y premezcla, manejo de la gota y deriva, y contando con el equipo de aplicación y boquillas adecuados. Estos aspectos se consideran siempre tomando en cuenta la seguridad del aplicador y el cuidado del medio ambiente.

Entre los factores de fracaso en el control de plagas que se deben prevenir o evitar, están:

- Diagnóstico errado.
- Mala selección de productos.
- Momento inadecuado de aplicación.
- Secuencia de mezcla incorrecta.
- Factores climáticos desventajosos.
- Mala aplicación.
- Errores humanos.
- Naturaleza.

Entre los factores de éxito, que hay que tratar de promover, están los siguientes:

- Siempre tome en cuenta las condiciones meteorológicas.
- Verifique si el área reportada es la real.
- Siempre revise el campo a aplicar antes de iniciar.
- Nunca trate de forzar ni cambiar el paso a los aplicadores.
- Use puntos de referencia para la aplicación.
- Recuerde calibrar el equipo de aplicación.
- Mantenga un contacto permanente con los aplicadores.

- Comunique bien claro el objetivo de la aplicación.
- Insista en la calidad y homogeneidad del trabajo (bordes y centro).
- No deje envases vacíos en el campo.
- No repita aplicación.
- Revise siempre la distancia entre aplicadores.
- Defina el manejo necesario posterior a la aplicación, y comuníquelo.
- No use agua sucia.
- Antepóngase a las emergencias.

#### **d. Registros y evaluaciones**

Todas las aplicaciones deben estar registradas con los siguientes puntos:

1. Ubicación de la parcela tratada. Número de lote.
2. Cultivo.
3. Estado de desarrollo del cultivo.
4. Objetivo de la aplicación.
5. Fecha y hora de las aplicaciones (comienzo y fin).
6. Área tratada.
7. Agroquímicos utilizados: nombres comerciales, activos, grupo químico, dosis de cada uno, coadyuvantes.
8. Número de factura con fecha, precio/empaque, cantidad.
9. Aplicación: equipo, volumen de agua por hectárea, etc.
10. Condiciones meteorológicas: temperatura, humedad relativa, vientos.
11. Cultivos cercanos.
12. Equipo de protección personal utilizado.
13. Nombres de los operarios.
14. Nombres de los ayudantes.
15. Envases vacíos y envases con restos de productos.
16. Combustible y aceite utilizados.

Un fitosanitario se debe escoger por su efectividad y costo, en función de los días control que ofrece ante la plaga objetivo. Se deben calcular cuántos días de control se esperan de cualquiera de los tipos de fitosanitarios a escoger, en relación a su costo por área.

## **XIX. Aplicaciones periurbanas**

De acuerdo con el portal de Agrofy News de Argentina, «Las aplicaciones de fitosanitarios en zonas periurbanas, y las posibles derivas originadas durante las mismas, preocupan especialmente a aquellas personas que residen en la proximidad a las zonas de tratamiento. Este es un tema que provoca inquietud.» (AGROFY News, 2021).

Para esto se ha desarrollado los conceptos de ‘zona de exclusión’ y ‘zona de amortiguamiento’. Según el artículo de ese mismo portal:

La principal diferencia entre ambas es que en la zona de exclusión no se permite la aplicación de ningún producto fitosanitario, lo que genera un espacio para el desarrollo de insectos, malezas y enfermedades que afectan la productividad de las áreas vecinas y puede terminar convirtiendo esa porción de terreno en un área abandonada. Mientras que, en la zona de amortiguamiento, al momento de aplicar un producto fitosanitario, se requiere de un tratamiento especial para garantizar la conservación del espacio protegido, permitiendo las actividades productivas que allí se desarrollen y simultáneamente minimizando los riesgos para el ambiente y para la salud. (AGROFY News, 2021).

Uno de los factores que más afectan estas aplicaciones es el tamaño de las gotas y su movimiento con las condiciones ambientales existentes. Por eso es clave monitorear temperatura, humedad relativa y, especialmente, velocidad y dirección del viento.

También conforme a Agrofy News:

La dirección del viento es la condición más importante para determinar si la aplicación en una zona periurbana puede continuar o no. Si el viento se registra en dirección hacia la zona que se busca resguardar, la aplicación no debe iniciarse. Si el viento rota, la aplicación debe suspenderse. (AGROFY News, 2021).

Con el objetivo de bajar el nivel de riesgo para la protección de la salud de las personas que viven en las zonas urbanas, debemos elegir fitosanitarios de la más baja toxicidad posible y/o reducir la exposición al mínimo posible. En este caso, nos referimos a mantener una zona de exclusión alrededor de las zonas urbanas, que debemos convertir

en una zona sensible en función de la aplicación de fitosanitarios a las áreas agrícolas circundantes.

Para esto se hace necesario establecer también una zona de amortiguamiento desde donde se permita aplicar los fitosanitarios en áreas próximas a lugares sensibles, bajo ciertas recomendaciones. Las zonas de amortiguamiento se delimitan entre 100 a 200 metros de las zonas sensibles, dependiendo si se aplica con equipos terrestres o aéreos (avionetas o helicópteros).

Con las zonas de amortiguamiento se minimiza la ocurrencia de derivas. No obstante, en los momentos de aplicación se deben respetar las condiciones ambientales, asegurándose que la dirección del viento sea contraria a la zona sensible. Los aplicadores que trabajen esta zona de amortiguamiento deben tener carnet de aplicador al día y equipos con registro y matrícula visible. También se deben establecer señales o letreros de aplicación con periodo de reingreso y señales en las escuelas.

De acuerdo a la resolución RESMA 2018-88, del Ministerio de Agricultura de la República Dominicana, del 30 de noviembre del 2018, indica que, para aplicaciones de aéreas, las empresas dedicadas a este servicio deben:

- a. Estar registradas en el Ministerio de Agricultura y en las demás dependencias correspondientes del Estado;
- b. Informar a los comunitarios con 48 horas de antelación sobre cada aplicación a realizar y entregar a los centros de salud y educativos de la zona, las etiquetas de los productos a utilizar, para que puedan brindar las atenciones médicas o de primeros auxilios adecuados, en caso de intoxicaciones;
- c. Realizar aplicaciones con plaguicidas de baja a mediana toxicidad, limitando la mezcla de estos a no más de dos moléculas o ingredientes activos;
- d. No aplicar herbicidas de contacto ni hormonales por vía aérea;
- e. Realizar las aplicaciones de plaguicidas en horarios de 6:00 a.m. a 10:00 a.m. y de 4:00 p.m. a 6:00 p.m. En áreas próximas a centros educativos, y en tiempo docente, realizar las aplicaciones los días feriados y fines de semanas;
- f. Contar con sistemas de eliminación de derrames y sobrantes de la mezcla, así como aguas de lavado (camas biológicas o evaporadores);

- g. Implementar un sistema de manejo de envases y empaques vacíos y contar con un centro de acopio para el depósito de estos;
- h. Las aeronaves utilizadas. deben contar con sistema de GPS instalado, para garantizar mayor precisión y seguridad en las aplicaciones;
- i. Entrenar y realizar examen médico periódicamente a los operarios (pilotos y asistentes) y garantizar siempre el uso del equipo de protección;
- j. Los tanques para la mezcla deben estar herméticamente cerrados y contarán con dispositivos o indicadores que permitan conocer exteriormente los volúmenes existentes. Se deberá contar con cisternas de llenado, agitación y evacuación, que impidan el contacto directo o la inhalación de sustancias por parte del personal operario;
- k. Hacer un registro de las operaciones que realiza, el cual contendrá lo siguiente:
  - 1. Nombre del productor, tamaño y ubicación de la finca.
  - 2. Cultivo y plagas a controlar.
  - 3. Nombres comerciales e ingredientes activos de los plaguicidas a aplicar.
  - 4. Nombre del piloto.
  - 5. Fecha y hora de aplicación.

**Artículo 4.-** Es obligación de los pilotos que operan aeronaves para la aplicación de plaguicidas via aérea:

- a. Tomar en cuenta las condiciones de velocidad, orientación o dirección del viento, temperatura, hora de aplicación, la velocidad y altura de vuelo;
- b. No sobrevolar poblaciones, acueductos, escuelas y demás lugares que representen riesgos para la salud humana y el medio ambiente;
- c. No aplicar plaguicidas sobre viviendas localizadas dentro del campo a tratar, áreas de protección de fuentes de agua, parques naturales, zonas de reservas o vedadas para tal fin;
- d. No intervenir en la manipulación de plaguicidas. Únicamente podrá hacerlo personal capacitado y autorizado;
- e. No permitir lavar envases vacíos de plaguicidas. equipos o aviones, próximos a fuentes acuíferas o verter directamente en estas el producto resultante de su lavado;
- f. Dejar una franja de seguridad de 100 metros entre el último tiro y las áreas habitadas;

**Artículo 5.-** Para la aplicación de plaguicidas vía aérea, no se podrán utilizar pistas o aeropuertos comerciales.

**Artículo 6.-** Se prohíbe el bandereo con personas durante la aplicación de plaguicidas por vía aérea.

**Artículo 7.-** El Ministerio de Agricultura designará un profesional agrícola en cada una de las empresas de aplicaciones aéreas de plaguicidas, quien tendrá la responsabilidad de supervisar sus operaciones y las condiciones de la pista, para asegurar el buen uso de las mismas y de los plaguicidas que se utilicen.

**Artículo 8.-** Supervisión. El Departamento de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, inspeccionará periódicamente las empresas que se dedican a aplicaciones aéreas de plaguicidas, con el propósito de verificar y controlar sus respectivas actividades.

## **XX. Intoxicaciones y primeros auxilios en campo**

### **Intoxicaciones**

#### **a. Origen de las intoxicaciones**

La intoxicación es un proceso patológico causado por un tóxico. Así, toxicidad es la propiedad que tiene una sustancia o sus metabolitos, a una dosis determinada y en contacto con la piel, las mucosas o al haber ingresado en el organismo por cualquier vía, de causar efectos nocivos sobre las personas afectadas.

El origen de las intoxicaciones puede ser intencional o accidental. Las intoxicaciones intencionales pueden ser por suicidio o motivo delictivo. Por su parte, las intoxicaciones accidentales se pueden dar en actividades operacionales de almacenaje, transporte, re-empaque, reenvase, aplicación y otras operaciones.

Los factores que influyen para las intoxicaciones accidentales son contacto con la sustancia tóxica, su capacidad de penetración de esta y su distribución en el cuerpo, tiempo de exposición, concentración de estos formulados, periodicidad y susceptibilidad del individuo expuesto. Cuando estas intoxicaciones se dan en niños, regularmente ocurren por falta de cuidados de los adultos.

Lo más importante es reducir la exposición al fitosanitario, para minimizar el riesgo de intoxicación. El riesgo es la posibilidad de intoxicación de un fitosanitario por estar en contacto con él, mientras que la exposición es el tiempo de contacto del fitosanitario con un organismo viviente.

No existen fitosanitarios seguros, sino formas correctas de usarlos. Desde la preparación de la mezcla hasta el lavado del equipo, use el equipo de protección recomendado.

#### **b. Vías de ingreso de los fitosanitarios al cuerpo**

Las vías de ingreso al cuerpo de un fitosanitario pueden ser oral y dermal. La oral ocurre por ingestión (boca) y la dermal por contacto con la piel. Las intoxicaciones por vía oral son, generalmente, con fines suicidas. También pueden ser por un aplicador con malos hábitos de higiene laboral al momento de la aplicación. Cuando se van a aplicar fitosanitarios, no se debe fumar, comer, beber o masticar chicle. El aplicador debe suspender estas acciones desde que va a iniciar la preparación de la mezcla.

Las intoxicaciones con vía de ingreso por inhalación (nariz y boca) ocurren, generalmente, durante el manejo en la preparación de la mezcla, almacenamiento o transporte. Las partículas finas de productos en formulaciones WP o SP forman nubes de polvo alrededor. Así mismo pueden ocurrir con fitosanitarios con alto valor en presión de vapor y en aplicaciones de productos que necesitan formar una neblina para su acción. También ocurren durante una aplicación que tenga deriva por arrastre debido a una mala aplicación con mal uso de boquillas y en lugares cerrados, los cuales se deben airear antes de ingresar.

Las intoxicaciones con ingreso del fitosanitario al cuerpo por la vía dermal (piel) surgen por usar ropa contaminada o contacto con la mezcla por salpicaduras, entre otras razones, y derrames accidentales. Su absorción puede afectar cualquier parte del cuerpo, inclusive las uñas (que pueden presentar líneas de Mees). La mayor absorción se presenta en los genitales, brazos, oídos, entre otras partes del cuerpo.

La toxicocinética (absorción, distribución, metabolismo y excreción) de los fitosanitarios en el cuerpo es variable según las vías de entrada al cuerpo, sea esta oral (boca, nariz) o dermal (piel), y sus efectos pueden ser reversibles o irreversibles.

Una vez que un fitosanitario entra al cuerpo por cualquier vía y se absorbe, se distribuye por todo el organismo a través de la sangre. Cuando llega al hígado, una parte se metaboliza y transforma en otros compuestos. Una parte del fitosanitario que no puede ser transformado se deposita en los tejidos grasos, la otra se excreta por la orina.

### **c. Intoxicaciones agudas y crónicas**

Según el tiempo de exposición, las intoxicaciones pueden ser agudas o crónicas. En intoxicaciones agudas la exposición ocurre por un periodo corto (inmediato) en dosis única. Los síntomas aparecen en menos de 24 horas. En intoxicaciones crónicas la exposición sucede por un periodo prolongado (largo plazo), de manera continua y repetida.

Las intoxicaciones agudas son provocadas por accidentes de trabajo, mientras que las intoxicaciones crónicas son enfermedades ocupacionales.

#### **d. Efectos de las intoxicaciones**

Cuando la vía de ingreso de un fitosanitario es oral por ingestión (boca), la intoxicación provoca síntomas de náuseas, vómitos, diarreas y, finalmente, daños renales como oliguria, anuria, entre otros. Cuando la vía de ingreso es oral por inhalación (nariz), la intoxicación provoca depresión respiratoria, taquipnea, etc.; y si es dermal (piel) provoca dermatitis de contacto, reacción alérgica, irritación de la piel y mucosas y quemaduras.

En las intoxicaciones crónicas los síntomas demoran en aparecer, son difíciles de descubrir y afectan órganos y sistemas vitales. Reducen el sistema inmunológico y el paciente puede verse afectado por neumonitis y fibrosis pulmonar, trastornos reproductivos con esterilidad en el hombre y disminución del índice de fertilidad. También pueden ser afectados los sistemas respiratorio, neurológico, cardiovascular, gastrointestinal y dérmico. Se observan cambios de conducta, insomnio, inapetencia sexual y alimenticia.

#### **e. Sintomatología de las intoxicaciones**

La sintomatología de las intoxicaciones, sean estas agudas o crónicas, son múltiples y varían de acuerdo al tipo de producto fitosanitario, las vías de ingreso y el tiempo de exposición.

Las intoxicaciones pueden ser intencionales o accidentales. Las intencionales pueden ser delictivas y de suicidio. Las accidentales pueden ser por mal uso en transporte, almacenaje, reenvase, reempaque, preparación de la mezcla y durante o después de la aplicación.

El ingreso de productos al cuerpo por ingestión (boca) puede ser con fines suicidas o si el usuario fuma, come, mastica chicle o bebe al momento de la aplicación.

## XXI. Primeros auxilios en campo según vía de ingreso

Los primeros auxilios se dan en el lugar desde cuando se sienten los primeros síntomas y son de emergencias clínicas (intoxicaciones agudas) por accidentes de trabajo. Las intoxicaciones crónicas no son tratadas en primeros auxilios, sino en consultas médicas.

Estos se ofrecen para disminuir la absorción, acelerar la eliminación del fitosanitario y modificar el comportamiento del producto en el organismo. El auxiliar que está aplicando los primeros auxilios primero debe mantener la calma, descontaminar al paciente e identificar las vías de ingreso del producto al cuerpo, sean estas por vía oral (inhalación por nariz o ingestión por boca) o dermal (contacto con la piel).

En caso que el fitosanitario haya ingresado por inhalación (nariz), traslade al paciente a un lugar ventilado y manténgalo en reposo. Afloje la camisa y el cinturón y colóquelo en posición *Trendelenburg* para su recuperación y traslado. Si la respiración se dificulta, practíquele respiración artificial.

Si el fitosanitario ingresó por ingestión (boca), suminístrele al paciente una de las siguientes opciones:

- 4 cucharadas de carbón activado (como pan quemado),
- 4 cucharadas de tierra Fuller en medio vaso de agua,
- 8 claras de huevos, si se trata de un adulto; o 4 claras, si se trata de un niño menor de 12 años.

Nota: No use ninguna de las opciones anteriores en intoxicaciones de alcoholes, álcalis, hierro, sales de potasio, magnesio o litio.

Es importante que:

- No provoque el vómito.
- No dé leche ni ningún alimento con grasa.
- Nunca dé a beber ni induzca el vómito a personas en estado inconsciente.

En caso que el fitosanitario haya ingresado por vía dermal (la piel), quite la ropa contaminada y lave inmediatamente el área afectada del cuerpo con abundante agua y jabón (por 15 a 20 minutos).

Si el fitosanitario hizo contacto con los ojos, irrigue con agua o solución salina por 15 a 20 minutos, cada ojo por separado para evitar contaminación cruzada.



## XXII. Referencias

- AGROFY News. (2021). *Fitosanitarios: buenas prácticas para la aplicación en zonas de amortiguamiento*. Recuperado el 8 de mayo de 2021, de <https://news.agrofy.com.ar/noticia/191696/fitosanitari-rios-buenas-practicas-aplicacion-zonas-amortiguamiento>
- Blaich, E. (2021). *Condiciones ideales para la aplicación de fitosanitarios*. Recuperado el 28 de mayo de 2021, de <http://expopioneros.com/2021/04/12/condiciones-ideales-para-la-aplicacion-de-fitosanitarios-por-egon-blaich/>
- Briceño, G. (2016). *Modelos Campo Limpio*. Recuperado el 3 de mayo de 2021, de <https://docplayer.es/174673999-Modelos-campolimpio-gabriela-briceno.html>
- CASAFE y SENASA. (2020). *Guía de recomendaciones para el control de langostas y tucuras con productos fitosanitarios*. Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <https://www.casafe.org/pdf/2020/Guia-Recomendaciones-para-controlar-langostas-y-tucuras-con-productos-fitosanitarios-CASAFE-SENASA.pdf>
- Castillo, M. P., & Torstensson, L. (2007). Effect of Biobed Composition, Moisture, and Temperature on the Degradation of Pesticides. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 55(14). Recuperado el 3 de mayo de 2021, de <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf0707637>
- Catalán, H. (2016). *Pulverizadores y atomizadores: las máquinas para tratamientos fitosanitarios*. Recuperado el 30 de mayo de 2021, de <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/159264-Pulverizadores-y-atomizadores-las-maquinas-para-tratamientos-fitosanitarios.html>
- CEMAAGRI, Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura. (2020). *Gestión de plagas urbanas*. (Primera ed.). (R. Arbona, Ed.) Santo Domingo, República Dominicana: Ediciones Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura (CEMAAGRI). Recuperado el 15 de junio de 2021
- CropLife Latin America. (s.f.). *Camas biológicas. Video instructivo*. Recuperado el 1 de junio de 2021, de [https://www.facebook.com/CropLifeLatinAmerica/videos/curso-camas-biol%C3%B3gicas/1191189427976480/?\\_\\_so\\_\\_=permalink&\\_\\_rv\\_\\_=related\\_videos](https://www.facebook.com/CropLifeLatinAmerica/videos/curso-camas-biol%C3%B3gicas/1191189427976480/?__so__=permalink&__rv__=related_videos)
- Devendra, R., Umamahesh, V., Ramachandra, V., & Ganesh, P. (2004). Influence of surfactants on efficacy of different herbi-cides in control of *Cyperus rotundus* and *Oxalis latifolia*. *Current Science*(86). Recuperado el 4 de mayo de 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/237670086\\_Influence\\_of\\_surfactants\\_on\\_efficacy\\_of\\_different\\_herbicides\\_in\\_control\\_of\\_Cyperus\\_ro](https://www.researchgate.net/publication/237670086_Influence_of_surfactants_on_efficacy_of_different_herbicides_in_control_of_Cyperus_ro)

*tundus\_and\_Oxalis\_latifolia*

- Elorza, F. (2020). *Camas biológicas: una alternativa sustentable para la mitigación de riesgos*. Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <http://www.todoagro.com.ar/documentos/2020/FedericoElorza2020CAMASBIOLOGI-CAS.pdf>
- FAO. (s.f.a). *Reglamento Técnico Centroamericano ICS 65.100/ RTCA 65.05.67:13. Insumos agrícolas*. Recuperado el 30 de abril de 2021, de [http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/gtm82\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/gtm82_t.pdf)
- FAO y OMS. (2015). *Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas*. (FAO, Ed.) Recuperado el 4 de abril de 2021, de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Code\\_Spanish\\_2015\\_Final.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf)
- FAO y OMS. (2017). *Manual sobre la elaboración y uso de las especificaciones de plaguicidas de la FAO y la OMS. Tercera revisión de la primera edición. Estudio FAO producción y protección vegetal 228*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de <http://fao.org/3/I5713s/I5713s.pdf>
- Fernández, O. (2020). *Fumigación mediante termonebulización. La técnica perfecta*. Recuperado el 20 de abril de 2021, de <https://fumigacionuniversal.com/blog/fumigacion-mediante-termonebulizacion-la-tecnica-perfecta>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza [ISCAMEN]. (2021?). *Manejo integrado de plagas*. Recuperado el 12 de junio de 2021, de <http://www.iscamen.com.ar/mip.php?idMenuPortal=37>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI]. (2017). *Control de nematodos desde una perspectiva integral*. (INTAGRI, Editor) Recuperado el 20 de abril de 2021, de Serie Fitosanidad, N.o 91. Artículos técnicos de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-nematodos-desde-una-perspectiva-integral>
- INTA, Argentina. (s.f.). *Aplicación eficiente de fitosanitarios*. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de Cap. V: El proceso de pulverización: <https://docplayer.es/41430849-Aplicacion-eficiente-de-fitosanitarios-capitulo-5.html>
- Kahl, M. (s.f.). *Boquillas pulverizadoras*. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de <https://mecanizacionagricola-fca.files.wordpress.com/2012/11/boquillas-f.pdf>
- Lastres, L., & Soza, F. (2009). *Manual de sanidad vegetal*. (E. A. Zamorano., Ed.) Recuperado el 3 de abril de 2021, de Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1354/2/02.pdf>
- Morales, J., Gutiérrez, F., Díaz, F., Pereira, C., González, R., & y Valera, N. (1999). *Manual de entomología económica*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de

[http://www.ucla.edu.ve/dagronom/departamentos/ciencias\\_biológicas/entomologíaEconómica/ManualEntomologíaEconómica27-9-12.pdf](http://www.ucla.edu.ve/dagronom/departamentos/ciencias_biológicas/entomologíaEconómica/ManualEntomologíaEconómica27-9-12.pdf)

- Química.es. (s.f.). *Número CAS*. Recuperado el 21 de abril de 2021, de [https://www.quimica.es/enciclopedia/N%C3%BAmero\\_CAS.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/N%C3%BAmero_CAS.html)
- Royal Brinkman [España]. (2021). *¿Cómo escoger la mascarilla y el filtro correcto para la protección durante los tratamientos?* Recuperado el 20 de mayo de 2021, de <https://royalbrinkman.es/centro-de-conocimiento/productos-auxiliares/como-escoger-la-mascarilla-y-el-filtro-correcto-para-la-proteccion-durante-los-tratamientos>
- SENAVE. (2009). *Equipos de aplicación de plaguicidas*. Recuperado el 8 de mayo de 2021, de [https://issuu.com/sectorproductivo/docs/aplicacion\\_de\\_plaguicidas\\_fuente\\_senave](https://issuu.com/sectorproductivo/docs/aplicacion_de_plaguicidas_fuente_senave)
- Serrano, J. (2009). *Maquinaria aplicación fitosanitarios I*. Recuperado el 10 de junio de 2021, de En: Manipulación de plaguicidas.: <https://manipulacionplaguicidas.wordpress.com/2009/11/23/maquinaria-aplicacion-fitosanitarios-i/>
- Soto, A., & Agüero, R. (1992). *Combate químico de malezas en el cultivo del arroz*. (U. d. Rica, Ed.) San José.
- Spraying Systems, Co. (2004). *Guía del usuario de boquillas de pulverización*. Recuperado el 29 de mayo de 2021, de <https://docplayer.es/5213709-Guia-del-usuario-de-boquillas-de-pulverizacion.html>
- Torstensson, L. (2000). Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pestic. Outlook*(11), 206-211. Recuperado el 29 de abril de 2021, de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2000/po/b008025j/unauth#!divAbstract>
- UNICOOP. (2015). *Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas*. (S. Edigraf, Ed.) Recuperado el 31 de mayo de 2021, de <https://www.unicoop.com.py/admin/archivos/manual-para-el-buen-uso-de-plaguicidas.pdf>
- Vásquez, J. (2003). *Aplicación de productos fitosanitarios: Técnicas y equipos*. (Primera ed.). Ediciones Agrotécnicas.
- Zita, A. (2021). *Exactitud y precisión*. Recuperado el 1 de junio de 2021, de En: Diferenciador: descubre las diferencias y las semejanzas: <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-exactitud-y-precision/>

# Anexo. Modelo de panfleto que debe acompañar un producto fitosanitario.

[ALTO] LEA LA ETIQUETA Y EL PANFLETO ANTES DE USAR EL PRODUCTO, CONSULTE AL PROFESIONAL EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

**LOGO**  
**MARCA® 36 SL**

HERBICIDA - FOSFÓNICO  
GLIFOSATO

**ATENCIÓN**

ANTÍDOTO: NO TIENE

Densidad: 1.17 g/cm<sup>3</sup> 20°C

**ESTE PRODUCTO PUEDE SER MORTAL SI SE INGIERE Y/O INHALA, PUEDE CAUSAR DAÑOS A LOS OJOS Y A LA PIEL POR EXPOSICIÓN. NO ALMACENAR EN CASAS DE HABITACIÓN.**

**MANTÉNGASE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS, PERSONAS CON DISCAPACIDAD MENTAL, ANIMALES, ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS.**



**USO AGRONÓMICO:**

Herbicida sistémico, post-emergente, no residual. Se recomienda para el control de malezas anuales y perennes.

**MODO Y MECANISMO DE ACCIÓN:**

El glifosato es post-emergente, no selectivo y no residual. Actúa por acción sistémica. Es absorbido por las hojas y trasladado a toda la planta por vía de floema bloqueando la vía enzimática del Shikimato al inhibir a la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS), relacionada con la biosíntesis de aminoácidos esenciales.

**EQUIPO DE APLICACIÓN:**

Este producto puede aplicarse con equipos de aspersión terrestre. El personal que manipule este producto deberá usar equipo de protección personal. Verifique que el mismo se encuentre en buen estado de funcionamiento y sin fugas. Terminada la aplicación, lave el equipo con abundante agua y jabón.



**FORMA DE PREPARACIÓN DE LA MEZCLA:**

Diluya en agua antes de aplicarlo. Llene el tanque de mezcla hasta mitad de su capacidad con agua limpia, agregue la dosis correcta del producto y complete con el volumen de agua necesario, y se aplica como aspersión.

Si mezcla varios agroquímicos, vértalos en el siguiente orden: Polvos mojables, polvos solubles, concentrados emulsionables y por último fertilizantes foliares.



**pH DEL AGUA A UTILIZAR EN LA DILUCIÓN: 4**

**RECOMENDACIONES DE USO:**

**CULTIVOS:**

**ANUALES**

Aroz  
Maíz  
Sorgo  
Habichuela  
Guandú

*Oryza sativa*  
*Zea mays*  
*Sorghum vulgare*  
*Phaseolus vulgaris*  
*Cajanus cajan*

Se recomienda no aporcar, restrear o barbechar antes de 10 días, no tiene efecto residual, por lo cual no afecta cultivos sembrados posteriormente a la aplicación.

**PERENNES:**

Banano  
Plátano  
Café  
Citricos  
Cacao  
Lechosa  
Aguacate  
Mango  
Palma africana

*Musa sapientum*  
*Musa paradisiaca*  
*Coffea Arabica*  
*Citrus spp.*  
*Coffea Arabica*  
*Carica papaya*  
*Persea americana*  
*Mangifera indica*  
*Elaeis spp.*

**MALEZAS QUE CONTROLA:**

**NOMBRE COMUN**

Patata de Cotorra  
Yerba de Guinea  
Zacate Johnson  
Estrella Africana  
Palo Bermuda  
Pata de gallina  
Pile de gallo  
Pájón

**Gramíneas**

*Digitaria sanguinalis*  
*Panicum maximum*  
*Sorghum halepense*  
*Cynodon dactyloides*  
*Cynodon dactyloides*  
*Echinochloa colona*  
*Paspalum virgatum*

Yerba de hilo  
Caminadora  
Cudillo  
Yerba de indio  
Braquiaria

*Leptochloa filiformis*  
*Rottboellia exaltata*  
*Cenchrus spp.*  
*Panicum fasciculatum*  
*Brachiaria platyphylla*

**Hojas anchas**

Santa Lucía  
Suelaña  
Batatilla  
Palo de leche  
Peña pollo  
Amor seco  
Bruca  
Bledo  
Verdolaga  
Escoba  
Bejuco de Costilla  
Tabaquillo

*Ageratum conyzoides*  
*Commelina diffusa*  
*Ipomoea spp.*  
*Euphorbia hirta*  
*Desmodium tortuosum*  
*Bidens pilosa*  
*Cassia spp.*  
*Amaranthus spinosus*  
*Portulaca oleracea*  
*Sida spp.*  
*Paulownia pinnata*  
*Cleome viscosa*

**Ciperáceas**

Cocoquillo  
Cortadora

*Cyperus rotundus*  
*Cyperus fernx*

**DOSIS RECOMENDADA:**

1.5 a 2 L / 200 litros de agua

**MOMENTO DE APLICACIÓN:**

Maíz: al momento de la siembra y 25 a 45 días después de la primera.

Banano y plátano: Aplicar cada 6 a 8 semanas.

Para el resto de los cultivos: Dependiendo del tamaño de la maleza, la cual es bien controlada

\*NUNCA DEBE SER APLICADO SOBRE NINGÚN CULTIVO, siempre dirigido a las malezas

**INTERVALO DE APLICACIÓN:**

Para bajar el banco de semillas de malezas aplicar cada 30 a 45 días (solo si el cultivo lo permite).

**PERIODO ENTRE LA ÚLTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA:**

Todos los cultivos: 21 días.

**REINGRESO AL AREA TRATADA:**

Reingrese al área tratada cuando el producto haya secado. Si necesita hacerlos antes de este tiempo, utilice ropa protectora.

**FITOTOXICIDAD:**

Este producto es fitotóxico a los cultivos. No aplique cuando exista fuerte brisa que pueda acarrear la aspersión a cultivos vecinos. En las plantaciones establecidas utilizar campanas protectoras. evite el contacto de la aspersión con el follaje.

**COMPATIBILIDAD:**

No mezcle con otro herbicida, aceite o cualquier otro producto ya que este producto podría perder parte de su efectividad. En caso de mezcla con productos en la que no se conozca su selectividad y/o compatibilidad de mezcla, recomendamos bajo responsabilidad del usuario realizar una prueba a pequeña escala, antes de la aplicación comercial.

**PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:**

**NO ALMACENAR ESTE PRODUCTO EN CASAS DE HABITACIÓN. MANTÉNGASE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS, PERSONAS CON DISCAPACIDAD MENTAL, ANIMALES, ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS.**



**UTILICE EL SIGUIENTE EQUIPO DE PROTECCIÓN AL MANIPULAR EL PRODUCTO, DURANTE LA PREPARACIÓN DE LA MEZCLA, CARGA Y APLICACIÓN: GUANTES Y BOTAS DE HULE, MASCARILLA, SOMBRERO, PROTECTOR DE OJOS, PANTALÓN Y CAMISA DE MANGA LARGA Y DELANTAL DE MATERIAL IMPERMEABLE.**



**NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE LA MANIPULACIÓN DE ESTE PRODUCTO. BÁÑESE DESPUÉS DE TRABAJAR Y PONGASE ROPA LIMPIA.**



**ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:**

El producto debe ser almacenado y transportado en su envase original, bien sellado y claramente etiquetado. No almacene o transporte este producto con productos alimenticios de consumo animal y de consumo humano. Almacénelo bajo llave en bodegas seguras y secas.

**NO ALMACENAR ESTE PRODUCTO EN CASAS DE HABITACIÓN. MANTÉNGASE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS, PERSONAS CON DISCAPACIDAD MENTAL, ANIMALES, ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS.**



**NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE LA MANIPULACIÓN DE ESTE PRODUCTO. BÁÑESE DESPUÉS DE TRABAJAR Y PONGASE ROPA LIMPIA.**



**SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN:**

Por ingestión puede causar efectos en el sistema gastrointestinal y pulmonar, dolor de cabeza, mareos, náuseas y vómitos. El contacto con el producto puede causar moderada irritación de la piel y los ojos.

**PRIMEROS AUXILIOS:**

**EN CASO DE INGESTIÓN:** No induzca el vómito, déle a tomar 3 cucharadas de carbón activado en medio vaso de agua o clara de huevo (8 en adultos y 4 en niños). Busque atención médica de inmediato.

**EN CASO DE INHALACIÓN:** Lleve al paciente a un lugar fresco y ventilado. Manténgalo en reposo, acostado de lado. Asegúrese que tenga libre las vías respiratorias. Si es necesario dele respiración artificial.

**EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:** Lávelos con un chorro suave de agua limpia durante por lo menos 15 minutos.

**EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL:** Retire la ropa contaminada y lave las partes afectadas con abundante agua y jabón. Cámbiese de ropa.

**NUNCA DE A BEBER NI INDUZCA EL VÓMITO A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCIENCIA**

**TRATAMIENTO MÉDICO:**

No tiene antídoto específico. El tratamiento debe ser sintomático.

**CENTROS NACIONALES DE INTOXICACIÓN:**

PAÍS	INSTITUCIÓN	TELÉFONOS
Rep. Dominicana	Hospital Luis E. Aybar (Morgan) Hospital Francisco Moscoso Puello	809-684-3478 809-681-2913

**PROTECCIÓN AL AMBIENTE:**

**TÓXICO PARA PECES O CRUSTÁCEOS**



**NO CONTAMINE RÍOS, LAGOS Y ESTANQUES CON ESTE PRODUCTO O CON ENVASES VACÍOS**

**RESPETE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RÍOS, QUEBRADAS Y OTRAS ÁREAS FRÁGILES.**

**NO APLIQUE EL PRODUCTO EN CONDICIONES CLIMÁTICAS QUE FAVOREZCAN LAS ESCORRENTÍAS O DERIVA DEL PRODUCTO.**

**ASEGÚRESE QUE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN DE LOS CAUSES DE AGUA ALEDAÑOS AL CULTIVO CUENTEN CON BARRERAS DE PROTECCIÓN (TALES COMO VEGETACIÓN) QUE MINIMICE LA DERIVA DEL PRODUCTO.**

**MANEJO DE ENVASES, EMPAQUES, DESECHOS Y REMANENTES:**

Lave el envase vacío tres veces y vierta el contenido en el caldo de aplicación. Destruya los envases y llévelos al centro de acopio de envases de su comunidad. En caso de derrame del producto, recójalos con aserrín o cualquier otro material absorbente y entierre a 50 cms de profundidad, lejos de fuentes de agua superficiales o subterráneas o casas de habitación.



**EL USO DE LOS ENVASES O EMPAQUES EN FORMA DIFERENTE PARA LOS QUE FUERON DISEÑADOS, PONE EN PELIGRO LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE.**

**AVISO DE GARANTÍA:**

El fabricante garantiza la calidad invariable de este producto, siempre que se encuentre en su envase original, bien cerrado y con el sello de seguridad intacto, sin embargo, no acepta ninguna responsabilidad por los daños que puedan ocurrir durante el transporte, almacenamiento, manejo y/o uso del producto por estar fuera de su control. El consumidor acepta y usa este producto sujeto a estas condiciones.

Fabricado por:

NOMBRE  
DIRECCIÓN

Exportado por:

NOMBRE  
DIRECCIÓN

Registrado, Importado y Distribuido por:

NOMBRE  
DIRECCIÓN

PAÍS

N.º REGISTRO

Rep. Dominicana

NÚMERO DE LOTE:

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE VENCIMIENTO:

## Créditos por las Imágenes:

---

<b>Página</b>	<b>Créditos</b>
Portada:	Imágenes Diseñadas por Freepik:
Tablet	<a href="https://www.freepik.com/free-vector/farmer-holds-tablet-inspect-agricultural-produce-unmanned-aerial-vehicle_17742073.htm">https://www.freepik.com/free-vector/farmer-holds-tablet-inspect-agricultural-produce-unmanned-aerial-vehicle_17742073.htm</a>
Tractor	<a href="https://www.freepik.com/free-vector/tractor-with-sack-fertilizer-moves-along-field-spring_7401439.htm">https://www.freepik.com/free-vector/tractor-with-sack-fertilizer-moves-along-field-spring_7401439.htm</a>
Dron	<a href="https://www.freepik.com/free-vector/drone-spraying-pesticide-wheat-field_12679804.htm">https://www.freepik.com/free-vector/drone-spraying-pesticide-wheat-field_12679804.htm</a>
Aplicador	<a href="https://www.freepik.com/free-vector/topic-industrial-agriculture-person-sprays-toxic-pesticides-insecticides-plantation-weed-control_19431865.htm">https://www.freepik.com/free-vector/topic-industrial-agriculture-person-sprays-toxic-pesticides-insecticides-plantation-weed-control_19431865.htm</a>

---



**CEMAAGRI**

CENTRO DE EDUCACIÓN PARA EL  
MEDIO AMBIENTE Y LA AGRICULTURA  
CEMAAGRI

Calle Buenaventura Freites No. 18

Los Jardines del Norte

Centro Media, Santo Domingo

República Dominicana

Teléfono: 809-472-0333

Email: [cemaagri@cemaagri.com.do](mailto:cemaagri@cemaagri.com.do)

[www.cemaagri.com.do](http://www.cemaagri.com.do)