

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios





CEMAAGRI

Conceptos, Clasificación y
Selección de Fitosanitarios

Créditos:

Autor

Ramón Castillo Lachapelle

Corrección de estilo

Ramón Arbona

Publicación digital

Primera edición

31 de agosto 2022

Santo Domingo, República Dominicana

ISBN: 978-9945-18-106-7

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
PRESENTACIÓN	iv
CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES DE FITOSANITARIOS	1
I. Historia y desarrollo de los fitosanitarios.....	2
II. Productos comerciales	9
III. Formulaciones	19
CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN DE LOS FITOSANITARIOS	23
I. Modo y sitio de acción.....	25
II. Propiedades físico-químicas	26
III. Clasificación química	31
IV. Resistencia a los fitosanitarios.....	42
V. Degradación de los fitosanitarios	43
CAPÍTULO III. SELECCIÓN DE UN FITOSANITARIO	44
Elección de un fitosanitario	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS	48
Anexo 1. Modelo de panfleto que debe acompañar un producto fitosanitario.	49
Anexo 2. Clasificación de insecticidas según IRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.	51
Anexo 3. Clasificación de fungicidas según FRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.	55
Anexo 4. Clasificación de herbicidas según WSSA y HRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.	62
Créditos por Fotografías:	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría toxicológica (Banda Toxicológica) según nivel de toxicidad de los productos plaguicidas.	16
Tabla 2. Solubilidad en agua de ingredientes activos herbicidas.	27
Tabla 3. Coeficiente de reparto octanol/agua de varios ingredientes activos herbicidas.....	28
Tabla 4. Persistencia en el suelo de varias moléculas herbicidas.	29
Tabla 5. Nombres de los grupos de aceites minerales según su composición y saturación.	35
Tabla 6. Características de los rodenticidas anticoagulantes de primera y segunda generación.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etiqueta con los elementos que debe contemplar toda etiqueta de productos fitosanitarios líquidos, según RTCA.....	10
Figura 2. Panel central de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre nombre, composición y datos del fabricante.....	11
Figura 3. Panel derecho de la etiqueta de un fitosanitario con información ambiental y datos del importador.....	13
Figura 4. Panel izquierdo de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre intoxicación y primeros auxilios.....	14
Figura 5. Ejemplos de pictogramas.....	15
Figura 6. Etapas del desarrollo de la infección de hongos esporulantes.....	35
Figura 7. Línea de tiempo de la introducción de nuevos sitios de acción en herbicidas y códigos WSSA.	37
Figura 8. Momentos de aplicación de los herbicidas con respecto al cultivo y a la maleza.....	39

PRESENTACIÓN

Para la selección y uso correcto de los fitosanitarios se deben conocer los conceptos básicos de estos, desde sus hallazgos como fitosanitarios. También es preciso conocer la composición de los productos comerciales, incluyendo sus etiquetas, panfletos y hojas de seguridad. Esto último implica conocer cada uno de sus componentes e interpretar correctamente estas informaciones.

En la selección de los fitosanitarios, además de ser capaces de interpretar las etiquetas, panfletos y hojas de seguridad, debemos conocer su clasificación, para poder elegir el más adecuado para cada caso que amerite su uso. Lo primero es saber el tipo de plaga a la que están orientados, una vez identificada. O sea, saber si se trata de plagas (insectos, ácaros, nematodos, roedores, moluscos), enfermedades (bióticas) o malezas. De ahí que los fitosanitarios se clasifican, según su acción biológica, en insecticidas, acaricidas, nematocidas, raticidas, molusquicidas, fungicidas o herbicidas.

Cada uno de los fitosanitarios tiene también su clasificación según el tipo de formulación (sólida, líquida o gaseosa), nombre genérico, nombre químico, fórmula molecular y grupo o familia química. Otro criterio en la clasificación química es la categoría toxicológica, propiedades físico-químicas o genéticas de los fitosanitarios, modo y sitio o mecanismo de acción, entre otras clasificaciones. Para mantener un adecuado uso y control, es necesario conocer las reglas de alternancia, según lo sugieren los comités de resistencia creados para cada uno de los grupos de acción biológica, manejar momentos de aplicación para cada caso, etc.

Entre estas últimas clasificaciones es necesario conocer su tiempo de degradación (en agua, suelo, planta, aire) para decidir por un fitosanitario adecuado, para evitar el menor daño posible al medio ambiente y a la salud de las personas.

Este documento 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

**CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES DE
FITOSANITARIOS**

I. Historia y desarrollo de los fitosanitarios

a. Historia de los fitosanitarios

El Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), define plaguicida como «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.» (FAO y OMS, 2015, pág. 6). En ese mismo documento y página se considera como plaga: Toda especie, variedad o biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas y productos, materiales o entornos vegetales: comprenden los vectores de parásitos o patógenos de las enfermedades de seres humanos y animales, así como los animales que causan perjuicio a la salud pública.

Desde ese punto de vista, las plagas pueden ser insectos, ácaros, nematodos, moluscos o roedores, entre otros.

El control de plagas tiene su historia junto al desarrollo de los plaguicidas. La historia de los plaguicidas en la lucha contra las plagas y la protección de cultivos data de más de cinco mil años, la cual se puede dividir en cinco etapas:

1. Desde el origen de la civilización hasta 1865.
2. Desde 1866 hasta 1938.
3. Desde 1939 hasta 1955.
4. Desde 1956 hasta 1980.
5. Desde 1981 hasta hoy.

Desde el origen de la civilización hasta 1865. Esta primera etapa estuvo fundamentada por la magia y la hechicería. Para entonces, solo se usaban métodos empíricos sin ninguna comprobación. En esta etapa surgen algunos insecticidas botánicos. Homero (siglo VIII a. de C.), en la antigua Grecia, mencionaba el uso de azufre quemado como fumigante. En este período ocurrieron algunos eventos que lo marcaron. Entre 1845 y 1849, en Irlanda se presentaron grandes hambrunas por un virulento ataque de la enfermedad “Tizón tardío” (*Phytophthora infestans*). En 1845, este hongo provocó pérdidas totales en los cultivos de papa, por lo que su población tuvo que migrar a otros lugares.

En esta etapa (siglo IV a. de C.) se inicia el uso de Piretrina, insecticida botánico que tiene su origen en el crisantemo (margarita) de nombre latín *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Este se utilizaba macerado y seco en la antigua Persia. A este producto se le llamó polvo persa y se usó para el control de plagas domésticas.

Desde 1866 hasta 1938. Durante la segunda etapa, surgen insecticidas a base de arsénico, flúor y selenio, así como otros insecticidas botánicos: nicotina (*Nicotiana rustica* y *Nicotiana tabacum*), rotenona (*Derris* sp., *Lonchocarpus* sp., *Thaesporsia* sp.), sabadilla (*Schoenocaulon* sp.) y azadiractina (*Azadirachta indica*). Los insecticidas botánicos son de fácil degradación, de baja a moderada toxicidad, poco estables a la luz y de bajo poder residual. Además, son poco solubles en agua y se hidrolizan rápida y fácilmente. A esta etapa se le llamó también era de los plaguicidas naturales.

El arsenito de sodio se usó en control de malezas, y el de cobre para el control del escarabajo de la papa. El seleniato de sodio fue el primer insecticida sistémico, altamente tóxico y persistente. También comienza a usarse la sal para el control de malezas. El insecticida Verde de París (arsénico + cobre) fue muy usado en ese período. Lo mismo ocurrió con el 'caldo bordelés', fungicida contra mildiu descubierto por diferenciación en Bordeaux, Francia. Se iniciaron los usos de los primeros plaguicidas orgánicos como los que son a base de nitrofenoles, clorofenoles, creosota, naftaleno, aceites de petróleo, entre otros. También el mercurio en tratamiento de semillas, aunque luego fue prohibido su uso.

A principios del siglo XX, según plantea el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), de Argentina, (2014), en Europa se usaron en mayor escala «cenizas, caldo bordelés, azufre, cobre, tabaco molido, cianuro de hidrógeno, compuestos de mercurio, etc. Los aceites insecticidas se comenzaron a usar aproximadamente hacia 1920.»

Desde 1939 hasta 1955. En 1939, Paul Müller descubre las propiedades insecticidas del DDT, del grupo químico organoclorados, el cual se introduce al mercado en 1942. Su uso en salud pública en el control del mosquito transmisor de la fiebre amarilla y la malaria ayudó en el aumento de la expectativa de vida de la población mundial, que pasó de 33 a 60 años. El mosquito es, hasta ahora, el animal más mortífero de la historia de la humanidad. Se descubre el grupo de herbicidas fenoxiacéticos: el 2,4,5-T (hoy prohibido) y el MCPA, entre otros. Para entonces surgió el primer herbicida sintético, el 2,4-D. En la década de 1940 se descubrió el grupo de los piretroides.

En 1947 se descubren los organofosforados, en plena Segunda Guerra Mundial. El parathion fue el primero de estos insecticidas y fue lanzado al mercado en la década de 1950. Sus características eran de fuerte penetración a través de la cutícula del insecto y actuaba por ingestión e inhalación. Al igual que los organoclorados afectaban el sistema nervioso de los insectos.

Entre las características generales de los organofosforados se cuenta que (Plaguicidas: clasificación y características., s.f., págs. 30-31):

Son liposolubles: Atraviesan fácilmente las barreras biológicas piel, mucosas, también penetran fácilmente en el sistema nervioso central. Pueden almacenarse en tejido graso lo que puede provocar toxicidad retrasada debido a la liberación tardía. Son volátiles: lo que facilita la absorción respiratoria. Son degradables: sufren hidrólisis en medio alcalino en tierra como en líquidos biológicos, no siendo persistentes en el ambiente. Alta toxicidad: Su acción tóxica deriva de la inhibición de forma irreversible de la enzima acetilcolinesterasa.

Desde 1956 hasta 1980. En esta etapa surgieron muchos grupos de ingredientes activos insecticidas. El efecto residual del DDT era muy prolongado, de lenta descomposición en el medio ambiente, intervenía en la cadena alimenticia e impactaba al medio ambiente y la salud de las personas. Podía, incluso, aparecer en la leche materna humana. En la guerra de Vietnam (1955-1975) se usaron mezclas de herbicidas a los cuales se les llamó 'agente naranja', para defoliar decenas de miles de kilómetros de siembras y bosques.

En este periodo la producción agrícola se triplica. Los insecticidas organoclorados tenían las características de ser de lenta descomposición en el medio ambiente e intervenir en la cadena alimenticia. Esto impactó severamente el medio ambiente y la salud de las personas. En su modo de acción, penetran al insecto a través de la cutícula y actúan por ingestión e inhalación. Afectan el sistema nervioso central de los insectos.

En los organoclorados se distinguen cuatro grupos principales (Plaguicidas: clasificación y características., s.f., págs. 20-21):

1. Derivados del clorobenceno: - DDT - DDD - pertane – metoxicloro.
2. Derivados del indane: - clordano - heptacloro - aldrín - dieldrín - endrín – isodrín.
3. Derivados del ciclohexano: - lindane.
4. Derivados de la esencia de terbentina: - toxafeno – endosulfán.

(...)

Propiedades de los organoclorados:

Estables a la luz solar, a la humedad, al aire y al calor y al ataque de los microorganismos, lo que los hace bastante persistentes en el medio ambiente acumulándose en el suelo y las aguas subterráneas. Como consecuencia de esto, muchos están prohibidos y sólo se permite su uso exclusivamente en campañas de salud pública para combatir vectores de enfermedades de importancia epidemiológica, como por ejemplo la malaria y el dengue. Poco solubles en agua. Son liposolubles y tienden a acumularse en el tejido graso de los organismos vivos.

Para 1956 se descubren los carbamatos, como el carbaryl. Estos fueron lanzados al mercado en la década de 1970. Sus características eran de fuerte penetración al insecto a través de su cutícula, y actuaban por ingestión e inhalación. También afectaban el sistema nervioso, como los organofosforados. Entre sus principales características, de acuerdo a la publicación 'Plaguicidas: clasificación y características' (s.f., págs. 37-38), se encuentran «...su alta toxicidad, baja estabilidad química y nula acumulación en los tejidos, característica ésta que lo posiciona en ventaja con respecto a los organoclorados de baja degradabilidad y gran acumulación. Los carbamatos causan inhibición reversible de la enzima acetilcolinesterasa.»

En la década de 1960 se descubren los primeros indicios de los efectos toxicológicos del DDT y otros plaguicidas organoclorados, y se prohíbe su uso en 1972. En esa década, también se descubren y se introducen los fungicidas del grupo benzimidazoles, pirimidinas y triazoles, entre otros.

En el periodo 1955-1960, se introdujo el herbicida de ingrediente triazina; y en el periodo 1970-1980, los herbicidas del grupo de las sulfonilureas.

Aunque el grupo de los piretroides fue descubierto en la década de 1940, fue lanzado al mercado en 1975. Los piretroides son derivados sintéticos, o de síntesis, de las piretrinas. Se caracterizan por ser estables a la luz solar y la temperatura, actúan sobre el sistema nervioso y no presentan acción sistémica ni translaminar en las plantas. Son de acción rápida en los insectos y de fácil y rápida degradación en el suelo.

Las piretrinas son insecticidas sintéticos de origen natural, obtenidos de la flor de crisantemo. Los piretroides de primera generación no son estables a la luz solar y al calor, son poco solubles en agua y se hidrolizan rápidamente por los álcalis. Entre estos están: aletrina, bioalletrina, resmetrina y bioresmetrina. Entre los piretroides de segunda generación, que surgen en 1975, están: permetrina, deltametrina y fenvalerato. Estos son estables a la luz solar. Los piretroides de tercera generación, que son también estables a la luz solar, incluyen: cipermetrina, bifentrina, cihalotrina, fenpropatrina, flucitrinato, fluvalinato, tralometrina, lambda-cihalotrina, ciflutrina, esfenvalerato, teflutrina, zeta-cipermetrina, gamma-cihalotrina y otros más que han surgido.

Los piretroides, también de acuerdo a 'Plaguicidas: clasificación y características' (s.f., pág. 44), son «neurotóxicos que actúan sobre el sistema nervioso central, alterando los mecanismos eléctricos que generan los impulsos eléctricos. Ni las piretrinas ni los piretroides inhiben las colinesterasas.»

En los insecticidas de este grupo, la acción es por ingestión, más que por contacto. Estos compuestos interfieren con la síntesis de quitina. Alrededor del 50% de la cutícula de los insectos está compuesta por quitina, un polisacárido de N-acetilglucosamina. De acuerdo a Mata (2014):

Las benzoilureas son una clase diferente de insecticidas que actúan como reguladores de crecimiento en los insectos. La primera benzoilurea introducida fue triflumuron, en 1978. Posteriormente aparecieron chlorfluazuron, teflubenzuron, hexaflumuron, flufenoxuron y flucycloxuron. Las nuevas adiciones a este grupo corresponden a flurazuron, novaluron, diafenthiuron y lufenuron. Ingresan al cuerpo del insecto más por ingestión directa que por contacto. Estos compuestos interfieren con la síntesis de quitina. Alrededor del 50 % de la cutícula está compuesta por quitina, la cual es un polisacárido de N-acetilglucosamina.

(...)

La polimerización es bloqueada por las benzoilureas, por lo que se produce una deficiencia de quitina. De este modo la cutícula se torna delgada y quebradiza, y no es capaz de soportar el peso del insecto o resistir el rigor de la muda. De acuerdo a esto, las benzoilureas serían efectivas cuando son aplicadas justo antes de la muda.

En 1977 se descubrió el uso de la nereistoxina y los piroles. En el 1980 se descubre el grupo de las espinosinas, y para el 1996 se lanza al mercado su único activo, el spinosad. Según Mata (2014):

El único representante de este grupo es spinosad, producto fermentación del actinomicete *Saccharopolyspora spinosa*. El ingrediente activo es una mezcla de espinosina A y espinosina B. Tiene actividad de contacto y estomacal. Actúa por interrupción de la unión de la acetilcolina en los receptores acetilcolínicos-nicotínicos de las células postsinápticas. Es efectivo sobre Lepidoptera, Diptera y Thysanoptera (no para muchas plagas chupadoras). Posee una prolongada residualidad y baja solubilidad. En el ambiente sufre degradación por fotólisis y microbiana.

Desde 1981 hasta hoy. En esta etapa se desarrollaron muchos fitosanitarios de diversos usos, creándose nuevos ingredientes activos, grupos químicos y formulaciones. La mayoría de fitosanitarios nocivos están prohibidos en la mayoría de países, por su alta residualidad y toxicidad.

A partir del año 1981, se descubren y se lanzan al mercado diversos insecticidas, fungicidas y herbicidas. Entre los insecticidas está el grupo de neonicotinoides, descubierto en el año 1984 y lanzado al mercado en el año 1991. Los ingredientes activos del grupo son imidacloprid, acetamiprid, thiametoxam, nitenpyram y thiacloprid. Los neonicotinoides son, también de acuerdo con Mata (2014), productos sistémicos que «... también tienen acción de contacto y estomacal. Actúan como imitadores de acetilcolina, al igual que la nicotina, pero son mucho menos tóxicos para los vertebrados. Poseen una alta efectividad contra plagas chupadoras y su persistencia ambiental es baja.»

A partir del año 1985, se inicia también la producción de los insecticidas del grupo de las avermectinas, con el ingrediente activo abamectina. Según Mata (2014), estos productos:

Son una mezcla natural de compuestos producidos por un actinomicete edáfico, *Streptomyces avermitilis*, que han demostrado tener actividad nematocida, acaricida e insecticida. Las avermectinas bloquean el neurotransmisor ácido gamma amino butírico

(GABA) en las conexiones neuromusculares de insectos y ácaros. Sin embargo, existe evidencia que abamectina también actuaría sobre el cordón nervioso ventral. Tiene actividad de contacto y estomacal, y su sistematicidad es local. Sufre rápida fotodegradación y bioincorporación en el ambiente. En los insectos, actividades visibles como alimentación y ovipostura se detienen rápidamente después de la exposición. La muerte ocurre después de algunos días.

Las avermectinas tienen actividad de contacto e ingestión, con acción de penetración translaminar en las plantas. Son de rápida fotodegradación y bioincorporación en el ambiente.

Para este mismo año se descubre el uso de los pirroles con el activo chlorfenapir, único del grupo y con restricciones de uso. Los pirroles bloquean la formación de ATP. En 1987 se lanza al mercado el grupo de los fiproles (fenil-pirazoles) con el activo fipronil como el único en el mercado, también con restricciones de uso. Mata (2014) establece que fipronil es un producto que «Posee un amplio espectro de acción. Es efectivo contra insectos que han desarrollado resistencia a piretroides, organofosforados y carbamatos, porque su acción bloquea el canal de cloro regulado por el ácido gamma aminobutírico (GABA).»

También en ese año se descubre el grupo de los pirazoles que, igualmente, son reguladores de crecimiento. En 1993 se lanza al mercado el regulador de crecimiento thycyclam. Otros grupos e ingredientes activos que han surgido son las amino triazinonas, con el activo pymetrozine como único representante de este grupo. De acuerdo con Mata (2014), este producto «Corresponde a una pirimidina anti-alimentación. Tiene acción sistémica y de contacto. Es selectiva contra plagas chupadoras, pues actúa sobre bomba salival de éstos insectos, causando el cese de la alimentación.»

Las quinazolinonas son otro grupo surgido en este período, con fenazaquin como el único representante. De acuerdo al mismo autor (Mata, 2014):

Este es un acaricida de contacto y estomacal. Tiene actividad ovicida, un rápido poder derribante y controla todos los estados de los ácaros. Su modo de acción consiste en inhibir el transporte mitocondrial de electrones al sitio I, al unirse a dos sitios específicos en las proteínas transportadoras. Su corta actividad residual y la carencia de actividad sobre mamíferos y aves, lo convierten en una herramienta ideal para el manejo de ácaros. Se recomienda para el uso en sistemas de manejo integrado de plagas en frutales y cultivos en invernadero.

El grupo de las piridazinonas tiene al activo pyridaben como único representante. Pyridaben tiene un rápido poder derribante y con actividad ovicida. Inhibe el transporte mitocondrial de electrones al sitio I. Bioensayos sobre *Panonychus ulmi* indican que este producto es tóxico para huevos y estados móviles.

En la década de 1990, se introducen nuevos insecticidas y se vencen más del 95% de las patentes de los plaguicidas en el mercado. Para ese tiempo, se fusionan varias compañías de investigación y producción de fitosanitarios y las inversiones en investigación se limitan. Por esto, se reduce la aparición de nuevas moléculas y surgen las mezclas de muchos activos, sean estos de nuevas moléculas con viejas moléculas o de viejas moléculas entre ellas.

Las apariciones de herbicidas con nuevo modo de acción han sido limitadas, siendo sólo análogos de los herbicidas surgidos desde la década de 1980. La única opción que ha surgido para ampliar la cobertura o espectro de acción sobre las malezas son las mezclas de productos. La mayoría de plaguicidas nuevos son

mezclas de los ya existentes o mezclas de uno patentado con uno no patentado. Igualmente, surgen nuevas regulaciones legales en diferentes países que hacen difícil el registro de productos no patentados.

b. Investigación y desarrollo

La investigación de un producto químico para uso como plaguicida pasa por un proceso de estudios químicos, biológicos, toxicológicos y medio ambientales. El estudio químico define su ingrediente activo, con su síntesis y su formulación. El estudio biológico incluye pruebas de laboratorio y de campo.

Los estudios toxicológicos incluyen mamíferos y especies del entorno, además de evaluar la toxicidad aguda, subcrónica, crónica; mutagénica, carcinogénica, teratogénica y de reproducción y sus efectos tóxicos acumulativos. En esos estudios se define si el ingrediente activo ya formulado es ligeramente tóxico, moderadamente tóxico, altamente tóxico o extremadamente tóxico.

En los análisis medio ambientales se analizan los metabolitos posibles que puedan derivar del ingrediente activo y los residuos que puedan afectar plantas, animales, suelo, agua y aire; con sus efectos ecotoxicológicos. El proceso de investigación de un producto químico puede costar alrededor de US\$286 millones de dólares, costo que resulta de investigar más de 140,000 moléculas y realizar más de 120 pruebas en un periodo de nueve años, en promedio.

En la década de 1950, el proceso de investigación sólo incluía la investigación toxicológica. Para 1970 se incluía la toxicología aguda, crónica y sub crónica, el comportamiento ambiental y ecotoxicología. A partir de 2000 se incluyen los estudios de carcinogénesis, teratogénesis, muta génesis, disrupción endocrina, evaluación de riesgo ambiental, evaluación de riesgo agregado, residuos de metabolitos y segmentación poblacional.

Todo el proceso de investigación y desarrollo de un plaguicida ha visto un incremento en inversiones que van de US\$5 millones en 1950, US\$20 millones en 1970, US\$152 millones en 1995, US\$184 millones en el 2000, US\$256 millones en el 2008 y US\$286 millones en el 2014. La búsqueda de nuevos productos es costosa y prolongada. Se estima que una de cada 140,000 moléculas investigadas pasa de la etapa de desarrollo de laboratorio al campo, para verificar su calidad como fitosanitario.

En un producto fitosanitario se busca tener las siguientes características deseables, a saber:

- Seguro para el medio ambiente. El producto debe ser biodegradable, de baja toxicidad para organismos benéficos, con rápida degradación en el medio ambiente y de baja movilidad en el suelo.
- Seguro para el consumidor. Debe ser de baja residualidad, con residuos no relevantes en alimentos de consumo humano y animal.
- Seguro para el usuario que lo aplica. De baja toxicidad, compatible con programas MIP, con baja toxicidad aguda y crónica, de óptima formulación, fácil de aplicar y estabilidad en almacenamiento.
- Efectivo y rentable. Debe ser de amplio espectro, ser económicamente viable, con larga duración en el control y buena relación costo/beneficio.

Obtener un producto con todas esas características no ha sido posible de lograr. Por estas y otras razones debemos tener un manejo responsable de los fitosanitarios, con las herramientas de control para un manejo integrado de plagas. Con esto se logra que el producto perdure en el tiempo y sea una herramienta con bajas probabilidades de generar resistencias en las plagas para cuyo control se aplica.

Los plaguicidas tienen sus ventajas y desventajas de uso, pero todos impactan al medio ambiente y la salud de las personas, por lo que debemos ser responsables en su manejo. Entre las principales ventajas están las siguientes:

- Hacen posible introducir cambios en los sistemas productivos, como aumentar la densidad de siembra variando el marco de siembra.
- Variar la época de siembra, que concluye con mayor productividad y rentabilidad por cosechar fuera de época.
- Hacen sostenible la producción.
- Se puede lograr mejor calidad.
- Hacen posible tomar acciones rápido para el control de plagas a menor costo de producción, con economía de mano de obra, energía y maquinaria (como es el caso de las malezas) con mayores beneficios para los productores.

Las grandes desventajas del uso de los plaguicidas son:

- Producen un impacto al medio ambiente, con la contaminación y eliminación de enemigos naturales y afectando la biodiversidad.
- Rompen las cadenas alimenticias.
- Surgen nuevas plagas.
- Aparecen resistencias a los mismos plaguicidas, con la consecuente reincidencia de plagas.
- Posibilidad de dejar residuos en los alimentos y el medio ambiente.
- Mayor dependencia de su uso en los sistemas productivos.

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), clorado (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 FAO y la OMS (2017) 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.

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, zoocidas, 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 1 y se describen a continuación:



Figura 1. 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-.

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 2).

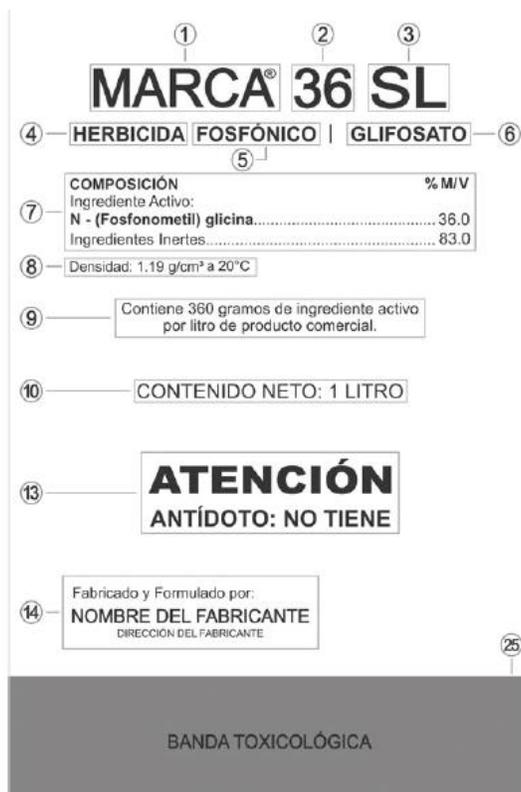


Figura 2. Panel central de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre nombre, composición y datos del fabricante.

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^3 , g/ml o g/cm^3) a una temperatura determinada. Se expresa sólo 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 sólo 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 3).

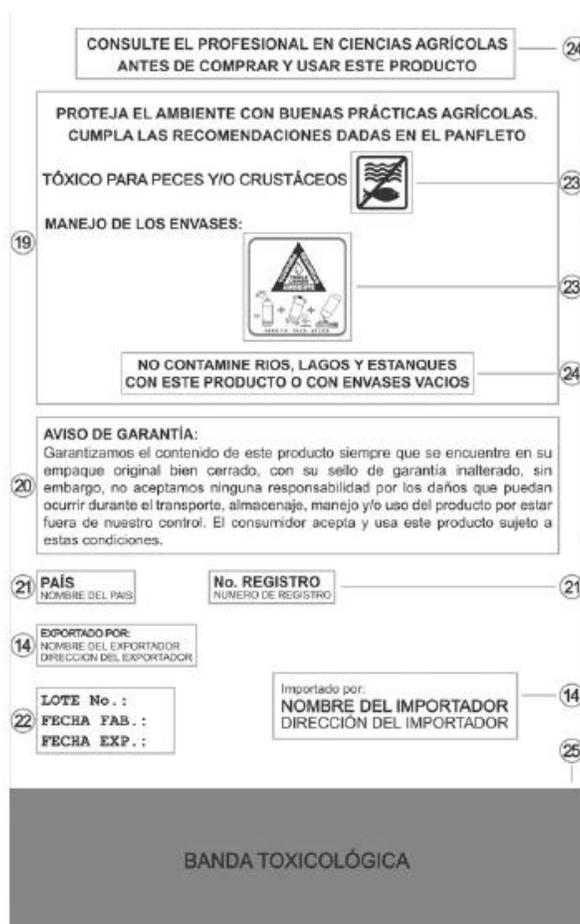


Figura 3. Panel derecho de la etiqueta de un fitosanitario con información ambiental y datos del importador.

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 4).



Figura 4. Panel izquierdo de la etiqueta de un fitosanitario con información sobre intoxicación y primeros auxilios.

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.

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 dos años de fecha de vencimiento. No obstante, no todos los productos se vencen en dos años, algunos pueden tomar más de ese tiempo para su vencimiento real.

23. Pictogramas.

Los pictogramas (Figura 5) son muy ilustrativos para indicar: almacenamiento, actividad, precauciones y advertencias de uso, protección al ambiente y triple lavado, entre otras informaciones.



Figura 5. Ejemplos de pictogramas.

24. Leyendas.

Las leyendas deben estar en mayúsculas y en negritas. 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.

Color de Banda	Categoría	ORAL (mg/kg de peso corporal)	DERMAL (mg/kg de peso corporal)	Símbolo	Palabra de Advertencia
ROJO Extremadamente tóxico	1	≤ 5	≤50		PELIGRO
ROJO Altamente tóxico	2	>5 y ≤50	>50 y ≤200		PELIGRO
AMARILLO Moderadamente tóxico	3	>50 y ≤300	>200 y ≤1000		NOCIVO
AZUL Ligeramente tóxico	4	>300 y ≤2000	>1000 y ≤2000		ATENCIÓN
VERDE Precaución	5	>2000 y ≤5000	>2000 y ≤5000		ATENCIÓN

Fuente: FAO (s.f.).

26. Código CAS.

El Código de la Chemical Abstracts Service (Código CAS), de acuerdo al portal de Química.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. Está 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) | ▪ Antídoto y tratamiento médico | ▪ 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 |

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)'. El anexo 1 muestra un ejemplo completo de panfleto.

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. Formulaciones

Los fitosanitarios, según su pureza, pueden ser de grado técnico (sustancia en proceso de síntesis), grado analítico (sustancia purificada con pureza 99% y más) o grado comercial (son los formulados). El grado comercial se hace para facilitar su distribución con los equipos adecuados para su aplicación, optimizar la estabilidad y efectividad del activo. Esa formulación también permite reducir los riesgos de toxicidad al usuario, facilitar la descontaminación rápida luego de cumplida su acción, reducir los peligros de manipulación y su fitotoxicidad y extender el ciclo de vida del ingrediente activo en almacenamiento.

Las formulaciones se clasifican, según la dilución para su aplicación, en: líquidas, sólidas y gaseosas, tanto para aplicación diluida como sin diluir. A continuación, se describen estas variantes:

A. Líquidas

i. Líquidas de dilución en agua y otros diluyentes. Las principales formulaciones líquidas para aplicación diluida en agua y otros diluyentes son:

1. SL: Concentrado Soluble. Son formulados que se disuelven en agua para su aplicación. Luego de disueltos no se requiere de agitación posterior, debido a su alta solubilidad en el agua. Son muy sensibles al pH y a la dureza del agua. Forman una sola fase en el agua y, generalmente, son transparentes.
2. SC: Suspensión Concentrada. Son cristales suspendidos en agua. Tienen menor olor que los EC y son más residuales. Ocasionalmente pueden tapar las boquillas, porque se sedimentan. Requieren de agitación al momento de aplicación, después de su dilución, pues tienden a sedimentarse y endurecerse. La sedimentación puede ocurrir desde el envase.
3. CS: Suspensión de Encapsulado. Son formulaciones encapsuladas en suspensión. Es una combinación de un ingrediente activo encapsulado en una cubierta de polímero suspendido en agua, con un dispersante y un agente humectante. Las formulaciones de CS siguen siendo uno de los tipos de formulación más avanzados para productos fitosanitarios en todo el mundo. Estas son formulaciones típicas de nueva generación. Cuando las formulaciones de CS se diluyen con agua en el tanque de pulverización, forman una suspensión espontánea, con partículas en el rango de tamaño de 0.1 a 20 μm . Cuando se rocía, la emulsión diluida proporciona una aplicación uniforme y precisa del ingrediente activo sobre el cultivo, que es esencial para el control efectivo de las plagas. Las formulaciones de CS pueden liberar los activos de los fitosanitarios lentamente, brindan una mejor protección y previenen la degradación del material.

Ventajas de las formulaciones CS:

- a) Liberación controlada y sostenida del ingrediente activo.
 - b) Reducción de la degradación y toxicidad del ingrediente activo.
 - c) Son a base de agua, con bajo contenido de solvente y seguros de manejar.
 - d) Mucho mayor persistencia que la formulación SC.
4. ME: Micro Emulsión. Son productos micro encapsulados en emulsión. Al mezclar en tanque forman una emulsión blanca con el agua, de aspecto lechoso. Las pequeñas partículas del activo se incorporan dentro de unas microcápsulas. Estas se diluyen en agua, de modo que, cuando se aplica el producto, el agua se evapora dejando las microcápsulas expuestas y el activo se libera poco a poco de su interior.

5. EC: Concentrado Emulsionable. El ingrediente activo está disuelto en solventes derivados del petróleo. Al mezclar en tanque forman una emulsión blanca con el agua, de aspecto lechoso. Son fácilmente absorbidos por la piel. Es un líquido suspendido en otro líquido. Generalmente tiene color ámbar. Algunas formulaciones de fumigantes EC, en contacto con el agua al momento de su aplicación, se convierten en GE (generador de gas), como es el caso de 1,3 dicloropropeno, chloropicrina y sus mezclas.
6. EO: Emulsión de agua en aceite. Son formulados con base en finas partículas de aceite y agua en fase continua de aceite.
7. EW: Emulsión de aceite en agua. Estos productos son formulados con base en agua y bajo contenido de solventes orgánicos, de hasta 30% menor que los EC. Son mucho menos tóxicos que los EC. Son activos en fase continua de agua.
8. FS: Suspensión Floable. Se puede aplicar puro o diluido en agua para tratamiento de semillas.
9. HN: Concentrado Termo-nebulizable. Son formulaciones para aplicación con equipos en caliente. No se diluyen en agua, pero sí se diluyen en gasoil, kerosene, aceite o sus combinaciones. Soporta altas temperaturas.
10. KN: Nebulizable en Frío. Son formulaciones para aplicación en equipo de nebulización en frío. Se pueden aplicar diluidos en agua. Con estos equipos de nebulización en frío también se pueden usar otras formulaciones.
11. OD: Dispersión Oleosa. Es una suspensión de un activo en un fluido inmiscible en agua, que se puede diluir en agua y asperjar.
12. OS: Aceite Dispersivo. Es aceite de origen inorgánico o vegetal inmiscible en agua que puede aplicarse puro. Con emulsificante, se puede mezclar con otros plaguicidas, diluir en agua y asperjar.

Además de estas formulaciones líquidas de dilución en agua mencionadas, están surgiendo otras como: ZC, una formulación mixta de CS y SC; ZE, una formulación mixta de CS y SE; ZW, una formulación mixta de CS y EW; y SE, una Suspensión en Emulsión.

ii. Líquidas de aplicación sin diluir. Las principales formulaciones líquidas de aplicación sin diluir son:

1. UL: Líquido para aplicar en equipo de ULV. Son productos líquidos para aplicación con equipos especiales de ultra bajo volumen. No se diluyen.
2. LS: Solución para tratamiento de semillas. Producto que se puede aplicar para tratamiento de semillas directamente, sin diluir.

B. Sólidas

i. Sólidas de dilución en agua. Las principales formulaciones sólidas para aplicación diluidas en agua son:

1. WP: Polvo Mojable. Son polvos muy finos, no solubles en agua, que se suspenden y requieren de agitación. Generalmente dejan residuos visibles sobre la superficie aplicada y tienden a tapar las boquillas de los equipos de aplicación, según la calidad del producto. Se recomienda hacer una premezcla en agua.
2. SP: Polvo Soluble. Son polvos más finos y solubles que los polvos mojables y no tienden a tapar boquillas. Su comportamiento es similar al líquido soluble. Tienen un alto riesgo de

intoxicación por inhalación al momento de preparar la mezcla, por ser muy volátiles con el viento, y se absorben fácilmente por las vías respiratorias.

3. WG: Gránulos Dispersables. Son pequeños granulados con mayor capacidad de dispersión y cobertura sobre la superficie aplicada que los WP y SP. Necesitan más tiempo para su dilución y, luego de disueltos, necesitan agitación continua.

4. SG: Gránulos Solubles. Son pequeños gránulos, más solubles que los polvos (mojables y solubles), los gránulos dispersables y algunos líquidos como suspensiones concentradas (SC) y emulsiones en agua (EW). Su solubilidad es mayor que los anteriores.

ii. Sólidas de aplicación sin diluir. Las principales formulaciones sólidas para aplicar sin diluir son:

1. DP: Polvo Seco. Son fácilmente movidos por el viento y peligrosos durante la manipulación y la aplicación, por la volatilidad y la facilidad de ser absorbidos por las vías respiratorias. Se fabrican listos para espolvorearlos con equipos especiales.

2. GR: Granulado. Son regularmente hechos de piedra, arena tamizada, piedra pómez o fibra celulosa. Esta última (fibra celulosa) tiene menor riesgo de exposición para el aplicador al momento de su aplicación, por tener el activo absorbido dentro del inerte.

3. GB: Cebo. Se formulan con atrayentes y sustancias tóxicas. Se usan para el control de roedores, moluscos (babosas y caracoles), hormigas y moscas, entre otros. Su mal uso resulta peligroso para niños y animales domésticos y silvestres.

4. BB: Cebo en Bloque. Se usa en infestaciones de roedores en cultivos ante presencia de lluvias, humedad, altas temperaturas y próximo a cosecha. En lugares con riego por goteo, las ratas dañan las tuberías. Esta formulación no sufre degradación por microorganismos. No hay posibilidad de consumo por aves. Para aplicarlos en el control de ratas, no debe haber contacto humano con el cebo, porque estas lo huelen y no lo comen. Use siempre guantes.

5. WS: Polvo Dispersable. Estos son polvos para aplicar en tratamiento de semillas.

6. MC: Espirales de mosquitos. Se formulan, generalmente, en forma de espiral que se quema (arde) sin producir llama y libera el ingrediente activo en forma de humo.

C. Gaseosas

Gaseosas de aplicación sin diluir. Las principales formulaciones gaseosas de aplicación sin diluir son:

1. AE: Aerosoles. El activo de los aerosoles se disuelve en un solvente volátil. Se formula con un propulsor que puede ser un gas a presión o un líquido gaseoso a presión atmosférica con un agente propelente, propegol o propulsante, el cual puede estar en estado sólido, líquido, gaseoso o mixto. Los propelentes, de acuerdo con el Diccionario Sensagent (2013), «reaccionan en la cámara de empuje o cámara de combustión, generando gases a alta presión y gran temperatura.» Estos aerosoles se usan para el control de plagas domésticas residenciales o comerciales por su alto costo en uso extensivo.

2. GA: Gas. Son productos envasados a presión, como el bromuro de metilo, entre otros.

3. GE: Generador de Gas. Son productos que, en contacto con el aire, se convierten en gases fumigantes, que son muy tóxicos.

D. Nano fitosanitarios

Los nano fitosanitarios son productos formulados con sistemas y procesos que operan a una escala de 100 nanómetros (nm) o menos. El nanómetro es una medida de longitud equivalente a una mil millonésima parte de un metro. También se utiliza para medir longitudes de onda electromagnética y radiaciones de luz. La producción de los nano fitosanitarios se hace con nano materiales y tecnologías que combinan los ingredientes activos con nano transportadores y adyuvantes. Esta tecnología supone la manipulación de materiales y la creación de estructuras y sistemas a nano escala en niveles de átomos y moléculas.

Para la producción de nano fitosanitarios se están fabricando algunas formulaciones como nano encapsulados, nano emulsiones y nano suspensiones. Se supone que estos reducirán la contaminación, pero el riesgo a la salud humana y el medio ambiente está en investigación. Esto así porque todavía no se cuenta con una evaluación de las ventajas y desventajas a ese nivel, considerando la alta efectividad de estos productos y el nivel de riesgo que esto implica.

Se deben definir las normativas para la fabricación, introducción y liberación de los nano fitosanitarios, para su implementación con un máximo de seguridad para el usuario y el medio ambiente.

**CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN DE
LOS FITOSANITARIOS**

Para poder hacer una correcta selección de un producto fitosanitario en particular, es preciso conocer su clasificación e interpretar correctamente la información de su etiqueta, panfleto y hoja de seguridad. La primera gran clasificación de los fitosanitarios se inicia por el tipo de plaga a la que están orientados (insectos, ácaros, nematodos, roedores, hongos, hierbas, moluscos). Por ese criterio se clasifican por su acción biológica como insecticidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas o molusquicidas, entre otros.

Cada uno de los fitosanitarios también tiene su clasificación según el tipo de formulación, nombre genérico, nombre químico, fórmula molecular y grupo o familia química. Estos nombres son definidos por la Organización Internacional de la Normalización (ISO) y por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). También está su clasificación por su formulación, sean estos líquidos, sólidos o gaseosos.

Otro criterio importante en la clasificación es la categoría toxicológica. Esta se evidencia en el envase de los fitosanitarios por una banda de color que se aprecia al pie de cada etiqueta. El color de la banda depende de su nivel de toxicidad, sea esta categoría 1, 2, 3, 4, o 5, lo que se acompaña con símbolos y palabras de advertencia.

Otros aspectos que forman parte de la clasificación de los fitosanitarios son el modo y mecanismo de acción, sus propiedades físico-químicas y el espectro de acción, entre otros.

I. Modo y sitio de acción

El modo de acción está referido al proceso o secuencia de eventos bioquímicos que ocurren desde la aplicación del fitosanitario (insecticidas, acaricidas, nematicidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas o molusquicidas) hasta la muerte del organismo plaga. Esto incluye su absorción en la plaga (oral, dermal) y/o la planta (raíz, foliar, etc.) y los síntomas que se desarrollan en estos (insectos: parálisis, descoordinación, etc.; malezas: amarillamiento, necrosis, etc.; y enfermedades: inhibición, etc.). Es así que el modo de acción de los insecticidas es su acción sobre la plaga, desde que esta absorbe el producto, actuando este por contacto, ingestión, inhalación o físico. Este proceso incluye su movimiento en la planta (sistémico, superficial y de penetración), así como las reacciones en el insecto, ácaro, nematodo, roedor, hongo, bacteria, hierba, molusco, etc.

El sitio de acción representa el sitio bioquímico o daño fisiológico en el cual el fitosanitario interactúa de manera específica. Su acción se da cuando el fitosanitario ya está en las células del organismo que es el blanco de la aplicación (insecto, ácaro, nematodo, roedor, hongo, bacteria, hierba, molusco, etc.). El modo de acción es más general, mientras el sitio de acción es más específico. Los procesos afectados para eliminar los insectos, ácaros, enfermedades bióticas y malezas por aplicaciones de fitosanitarios están dados por los sitios de acción de los fitosanitarios.

Actualmente, se han constituido organizaciones en comités de acción para la prevención de la resistencia a los fitosanitarios, según la acción de estos, para su clasificación por el sitio de acción. Los comités clasifican con una letra o número los sitios de acción, grupo químico, tipo o familia química y activos. Para los insecticidas está el IRAC, para los fungicidas el FRAC y para los herbicidas están el HRAC. Para el caso de los herbicidas, también está la WSSA quienes clasifican los herbicidas por su sitio de acción.

II. Propiedades físico-químicas

Las propiedades físico-químicas de los ingredientes activos son también llamadas la genética de los fitosanitarios. Las informaciones de las características físico-químicas de estos productos pueden ayudar a manejar su selección y destino final, que puede afectar el suelo, el agua, el aire y la biodiversidad. Conociendo esas características, se pueden prever posibles problemas de contaminación y establecer estrategias de manejo de los fitosanitarios.

Conocer las propiedades físico-químicas permite la identificación del producto, evaluar sus riesgos y tener las bases para requerir estudios adicionales. Estas propiedades ayudan a conocer el movimiento de penetración, sistemia, persistencia, residualidad y degradación de los fitosanitarios. A continuación, se describen las características físico-químicas más importantes de los fitosanitarios.

a. Solubilidad en agua

Con la solubilidad en agua se puede estimar el transporte y la distribución de fitosanitarios en los diferentes compartimientos ambientales. Ella puede afectar la adsorción y desorción en el suelo y, por tanto, su movilidad. Así mismo se afecta la volatilidad a partir de sistemas acuáticos.

La solubilidad en agua de un fitosanitario se define como la concentración de saturación en agua pura a una temperatura dada. Se expresa generalmente en mg/L o en partes por millón (ppm). Es la facilidad de un producto a mezclarse uniformemente con el agua a una determinada temperatura.

Según la solubilidad del producto en agua, el fitosanitario puede ser hidrosoluble, liposoluble e insoluble. Los hidrosolubles son lentos para entrar en la planta a través de la cera, pero rápidos para penetrar a través de la peptina. Los liposolubles son rápidos para entrar en la planta a través de la cera, pero lentos para penetrar a través de la peptina. Los insolubles sólo permanecen sobre la superficie foliar de la planta.

Los productos insolubles, que son de acción superficial, no son absorbidos por las plantas y permanecen sobre las áreas aplicadas. Los liposolubles se aplican sobre el área tratada y penetran hacia el interior de los tejidos. Estos son también llamados de profundidad o de acción translaminar.

Los hidrosolubles son productos sistémicos (también muchos insolubles en aguas son sistémicos en el floema, por ejemplo: fluazifop, quizalofop, cletodim, sethoxydim, etc.) y son absorbidos y transportados a otras áreas de las plantas. Son también llamados sistemáticos, endoterapéuticos o teletóxicos. En su aplicación es importante la humedad. Estos pueden tener movimiento acropetal, basipetal y ambimóvil.

En el movimiento acropetal los productos sistémicos van desde la parte inferior de la planta a la superior y del peciolo al ápice de la hoja. A este movimiento también se le llama apoplástico. En el caso del movimiento basipetal, los productos se mueven en la planta desde la parte superior a la parte inferior. A este transporte también se le llama simplástico. Los productos con movimiento ambimóvil se transportan en las plantas en ambas direcciones.

Los productos más solubles se encuentran en los formulados como SL, SG y SP. Por su lado, los productos más insolubles en agua están en los formulados como WP, WG, SC, CS, OD, EW, EC, EO y OS. Los más insolubles se suspenden en el agua y tienden a sedimentarse en el envase y en el tanque, por lo que requieren agitación para evitar su sedimentación.

Los productos de baja solubilidad tienen afinidad por la sedimentación en el suelo y su acumulación en la base de los acuíferos. Los de alta solubilidad tienen afinidad por el agua y pueden solubilizarse, transportarse en mantos acuíferos y son de alta facilidad de biodegradación.

Los factores que facilitan la entrada y movimiento del producto a la planta son la humedad, el uso de coadyuvantes y el momento fenológico del cultivo. Se expresa como cantidad máxima del fitosanitario (en mg) disuelta en 1 litro de agua (o ppm), a una temperatura de 25 grados Celsius. La tabla 2 muestra la solubilidad en agua de algunos ingredientes herbicidas.

Tabla 2. Solubilidad en agua de ingredientes activos herbicidas.

Solubilidad en agua (mg/L)			
Pendimetalina	0.275	Isoxaflutole	6.8
Acetoclor	223	Tebutiuron	2,570
Ametrina	200	MSMA	1,040,000
Clomazone	1,100	2,4-D	796
Diuron	42	Glifosato	900,000
Terbutrina	58	Paraquat	620,000
Hexazinona	33,000		

Fuente: Alfaro (2013).

b. Coeficiente de reparto (partición) octanol - agua: K_{ow}

Con esta medición se puede predecir la bioconcentración y los efectos en humanos, ecosistemas, cadena alimenticia, su destino en el ambiente y la distribución en las plantas.

Es el valor de equilibrio de disolución de la sustancia en un sistema de dos fases: octanol y agua. El octanol es un representante de un medio lipofílico, no acuoso. Este es un parámetro usado en la evaluación de la distribución del fitosanitario de los tejidos del cuerpo (ejemplo entre sangre y grasa).

Productos con una vida media larga (persistentes) y un valor de K_{ow} alto tienden a bioacumularse en la cadena alimenticia. Este valor se puede usar para medir el impacto ambiental de un fitosanitario. Se calcula como:

$$K_{ow} = \frac{\text{Solubilidad Octanol}}{\text{Solubilidad Agua}}$$

El resultado se interpreta como:

$K_{ow} = 1$, activo neutro

$K_{ow} > 1$, activo más lipofílico

$K_{ow} < 1$, activo más hidrofílico

A menor K_{ow} , mayor hidrosolubilidad y mayor penetración del ingrediente.

La tabla 3 presenta el Coeficiente de reparto octanol/agua de algunos herbicidas.

Tabla 3. Coeficiente de reparto octanol/agua de varios ingredientes activos herbicidas.

Coeficiente de reparto octanol/agua (K_{ow})			
Pendimetalina	152,000	Isoxaflutole	208
Acetoclor	300	Tebutiuron	671
Ametrina	427 (pH 7)	Metsulfuron	0.018 (pH 7)
Clomazone	350	MSMA	<1
Diuron	589	2,4-D DMA	380 (pH 1)
Terbutrina	4,466	Glifosato	0.0006
Hexazinona	15.8 (pH 7)	Paraquat	0.0000316

Fuente: Alfaro (2013).

c. Constante de disociación ácida: pK_a

La constante de equilibrio para la disociación se conoce como constante de disociación. Con este se evalúa el impacto ambiental y se predice el comportamiento en el ambiente. Puede afectar la adsorción en el suelo y sedimentos, así como en células biológicas. Determina si la sustancia tiene estructura iónica o ácida.

Los ácidos se disocian en solución acuosa, liberando el ion hidrógeno. Sólo los plaguicidas de carácter ácido poseen este parámetro. En este grupo están los herbicidas hormonales, las sulfonilureas y las imidazolinonas, entre otros. Este valor indica el pH al cual el 50% de sus moléculas se ionizan.

d. Constante de adsorción: K_{oc}

La K_{oc} mide la relación de absorción de los productos aplicados en plantas y suelos. En el suelo mide el nivel de adsorción y lixiviación.

Para el caso de las plantas, el nivel de absorción mide el proceso de adsorción de los fitosanitarios por las plantas, los cuales pueden permanecer, descomponerse o formar metabolitos. Algunas veces, los metabolitos son menos tóxicos y muchas veces más tóxicos que el original.

Para el caso del suelo, el nivel de adsorción se mide con el proceso de adsorción, donde a mayor K_{oc} mayor adherencia al suelo; es cuando el fitosanitario se fija en el suelo o en áreas de las raíces de las plantas. En consecuencia, este depende de las características del suelo (textura, % de arcillas y materia orgánica, estructura, pH, humedad, microorganismos presentes) y las propiedades mismas del fitosanitario. La materia orgánica del suelo es el componente con mayor capacidad de adsorber plaguicidas.

La lixiviación del fitosanitario está determinada por el nivel de K_{oc} . Un $K_{oc} > 1,000$ representa una alta adhesión al suelo y bajo movimiento en el agua, mientras que un $K_{oc} < 500$ representa una baja adhesión al suelo y alto movimiento en el agua.

e. Peso molecular: PM

El peso molecular es la sumatoria de los pesos atómicos que componen la molécula e indica la velocidad de penetración y movimiento en la planta.

f. Presión de vapor: PV

La presión de vapor es el proceso de transformación de líquido o sólido a gas. Mide la volatilidad y evaporación del producto formulado, la cual depende de la presión de vapor, la temperatura ambiental y el estado físico del producto. A mayor presión de vapor, mayor volatilidad. Es una medida de la volatilidad de una sustancia química (fitosanitario) en estado puro y es un determinante importante de la velocidad de volatilización al aire desde suelos o cuerpos de agua superficiales contaminados. Su unidad de medida es el Pascal (Newton/m²). El Newton es la cantidad de fuerza requerida para acelerar un kilogramo de masa a una tasa de un metro por segundo cuadrado.

g. Vida media en el suelo y el agua: DT50

Este mide la vida media en el suelo y el agua del producto aplicado y el tiempo en que la concentración de una sustancia se reduce a la mitad. La tabla 4 presenta la vida media en el suelo (en días) de varios ingredientes activos herbicidas.

Tabla 4. Persistencia en el suelo de varias moléculas herbicidas.

Coeficiente de reparto octanol/agua (K_{ow})			
Pendimetalina	152,000	Isoxaflutole	208
Acetoclor	300	Tebutiuron	671
Ametrina	427 (pH 7)	Metsulfuron	0.018 (pH 7)
Clomazone	350	MSMA	<1
Diuron	589	2,4-D DMA	380 (pH 1)
Terbutrina	4,466	Glifosato	0.0006
Hexazinona	15.8 (pH 7)	Paraquat	0.0000316

Fuente: Alfaro (2013).

h. pH

La escala de pH mide el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. El rango de valores va de 0 a 14, con la siguiente interpretación:

Valor Indica:

<7 Solución ácida

7 Solución neutra

>7 Solución alcalina

Un pH igual a 7 es definido como neutro (a 25 °C) debido a que, a ese valor, la concentración de los iones hidronio (H₃O⁺) en agua pura es igual a la de los iones OH⁻.

La importancia de conocer el pH de los fitosanitarios es porque indica si estos son corrosivos o reaccionan con materiales incompatibles. Con el pH muchas veces se puede determinar también su movimiento en las plantas. También el comportamiento frente a la clase de agua utilizada y la compatibilidad en mezcla.

III. Clasificación química

Para la clasificación química de los fitosanitarios, debemos partir de que todos son químicos, los cuales pueden ser sintéticos y no sintéticos. Los fitosanitarios sintéticos son aquellos que se obtienen por procesos reactivos de síntesis, y pueden ser orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos sintéticos tienen en su molécula los componentes CHON (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno). En este grupo de fitosanitarios se pueden encontrar fosforados, carbamatos, piretroides, etc. Los inorgánicos sintéticos no tienen en su molécula los componentes CHON. En este grupo se pueden encontrar paraquat, clorotalonil, cobre, azufre, etc.

De los fitosanitarios no sintéticos, los activos se tienen de agentes biológicos (organismos y microorganismos), botánicos (extractos de plantas) y fermentos. 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.

Los botánicos se obtienen por extracción de plantas. Los insecticidas piretroides son sintéticos. Los fermentos son varios, entre los cuales están las avamectinas.

a. Insecticidas

Los insecticidas se clasifican según su modo de acción en la plaga y en la planta, el sitio de acción, el lugar de aplicación, el espectro de acción y el momento de aplicación.

Modo de acción

El modo de acción en la plaga incluye su absorción y/o ingreso al cuerpo (oral, dermal) y los efectos que produce en ella, como parálisis, descoordinación, etc., junto a otros síntomas que se desarrollan en esta.

En el modo de acción de los insecticidas la forma de ingreso al cuerpo de la plaga puede ser por contacto, físico (sofocación), ingestión e inhalación (respiración).

- Los insecticidas de contacto penetran a la plaga a través de las articulaciones blandas del exoesqueleto.
- Los físicos (sofocación) se adhieren a la plaga, impidiendo su respiración y/o transpiración. Generalmente se usan para el control de huevos y larvas (acción ovicida y larvicida). También controlan numerosas enfermedades bajo este mecanismo de acción. Un ejemplo de los fitosanitarios de acción física son los aceites minerales o vegetales.
- Los de ingestión actúan cuando el insecticida cae sobre una superficie y la plaga come y traga esta superficie. Dentro de la plaga, afecta directamente el tracto digestivo del insecto. También puede afectar otros procesos como la transmisión nerviosa o la muda.
- Los insecticidas de acción por inhalación (respiración) actúan por la alta presión de vapor que tiene el ingrediente activo. Cuando se aplican, quedan gotitas suspendidas en el aire o vapores que penetran a la plaga a través de sus tráqueas. Estos insecticidas son de muy baja residualidad.

El modo de acción de los fitosanitarios en las plantas incluye su movimiento en dentro de estas y se puede clasificar en superficiales, de penetración (traslaminares) y sistémicos. Los insecticidas superficiales no son absorbidos por las plantas. Para actuar en el insecto, este tiene que ingerirlo junto con el tejido del que se alimenta en la superficie aplicada.

La absorción de los fitosanitarios puede ser por las raíces y por las hojas. En el caso de las hojas, la principal vía de absorción es la cutícula por vía lipofílica e hidrofílica. Los estomas pueden absorber pequeñas cantidades. Los insecticidas sistémicos se trasladan por el xilema y/o el floema de la planta. Su traslado dentro de las plantas puede darse de abajo hacia arriba, movimiento llamado acropetal; de arriba hacia abajo, llamado basipetal; y en ambas direcciones, llamado ambimóvil. Para la acción de penetración y traslado de los insecticidas, estos necesitan tener un mínimo de humedad relativa de 50 a 55%.

Sitio de acción

El sitio de acción representa el sitio bioquímico o daño fisiológico en la plaga, en el cual el fitosanitario interactúa de manera específica. Su acción se da cuando el fitosanitario ya está dentro de las células del organismo que es el blanco de la aplicación.

Esta acción bioquímica en el sitio de acción, o daño, es un proceso fisiológico que el producto causa al insecto, que le ocasiona la muerte. Los insecticidas pueden actuar sobre los siguientes sitios de acción primaria: sistema nervioso o muscular, crecimiento y desarrollo, respiración, sistema digestivo y desconocido o incierto.

De estos sitios de acción surgen los principales grupos químicos e ingredientes activos. Toda alternancia de ingrediente activo debe surgir de estos sitios de acción.

De los sitios de acción surgen los grupos químicos; y de estos, los activos. Utilizando la clasificación de insecticidas del Comité para la Prevención de la Resistencia a Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés), se pueden escoger insecticidas que no estén en el mismo grupo químico. Se puede así alternar o rotar plaguicidas con ingredientes activos y sitios de acción diferentes, y crear las bases para un manejo sostenible de gestión de resistencias. Con esto se previene o retrasa la evolución de resistencia. El anexo 2 presenta una tabla de clasificación de activos insecticidas (por IRAC), según sus sitios de acción y sus grupos químicos.

Espectro de acción

Por su espectro de acción, los plaguicidas pueden ser específicos, que controlan algunas plagas específicas (como minadores, gusanos, etc.); o de amplio espectro, que controlan una amplia gama de plagas.

Lugar de aplicación en la planta

De acuerdo al lugar de aplicación, y según el desarrollo fenológico de las plantas, los productos se aplican a las semillas, al suelo, al follaje o a los frutos en la planta y poscosecha. Los que se aplican en el suelo pueden ser para control de plagas de suelo y los que se aplican al follaje son para controlar plagas del follaje. Los que se dirigen a los frutos se pueden aplicar en las plantas, tomando las precauciones con el periodo de carencia, o en el proceso de manufactura (poscosecha).

Momento de aplicación para las plagas

De acuerdo al momento de aplicación en el desarrollo de las plagas, pueden ser ovicidas, larvicidas o ninficidas, según metamorfosis; y adulticidas.

b. Nematicidas y fumigantes

Los nematicidas controlan nematodos y algunas otras plagas de suelo. Se clasifican de acuerdo a su momento de aplicación, lugar de aplicación, formulación, activo, modo de acción en la planta y modo de acción en la plaga.

Modo de acción

El modo de acción de los nematicidas en el suelo varía según su letalidad. Los nematicidas granulados no eliminan los nematodos en su totalidad, sino que muchos de estos se enquistan y mueren por inanición. Algunos salen de su enquistamiento y se recuperan. Esto provoca que las poblaciones bajan lentamente, pero así también suben lentamente. Muchas veces, el resultado son mayores poblaciones en pocos años. Los fumigantes actúan de manera diferente. Se recomienda la aplicación de una formulación nematicida granulada en presiembra y varias aplicaciones de formulaciones líquidas durante el desarrollo del cultivo, hasta el desarrollo final de las raíces.

El modo de acción de los nematicidas en las plantas se clasifica en superficiales, de penetración y sistémicos (por las raíces y/o las hojas). Un ejemplo de nematicidas superficiales son los etoprop, que no penetra a la planta por las raíces y sólo controla nematodos ectoparásitos. Ejemplo de nematicida de penetración son los cadusafos, que pueden controlar todo tipo de nematodos (endo y ectoparásitos). Los sistémicos de movimiento acropetal son carbofuran, fluopyram y aldicarb. Entre los sistémicos ambimóviles tenemos oxamyl y fenamiphos. No se tiene una institución para la clasificación de resistencia, para alternar productos de acción nematicida.

De acuerdo a Zanón, Michitte y Gutiérrez (2011), cuando los fumigantes entran en contacto con la humedad del suelo, liberan gases «...que se difunden en las cavidades del mismo inactivando hongos, bacterias, nematodos, insectos y malas hierbas (inhibición enzimática por bloqueo de grupos SH).» Este es su modo de acción en las plagas.

Espectro de acción

Por su espectro de acción, los nematicidas pueden ser específicos o de amplio espectro. Los fumigantes eliminan todo tipo de vida donde se aplican, reduciendo la fauna y la flora benéfica y creando una agricultura no sostenible en el largo plazo. Las aplicaciones de estos productos provocan bajas drásticas de las poblaciones de estas plagas. Sin embargo, también pueden subir muy rápidamente.

Lugar de aplicación

De acuerdo al lugar de aplicación en las plantas, los nematicidas pueden clasificarse como dirigidos al follaje, dirigidos al suelo y a materiales de siembra (por ejemplo, a cepas de plátano).

Momento de aplicación

El momento de aplicación de los nematocidas puede ser antes de la siembra o después de la siembra, dirigidos al suelo. También se aplican antes de la siembra, dirigidos al material de siembra. Los dirigidos al suelo pueden ser granulados o fumigantes. Los fumigantes se aplican antes de la siembra con cobertura plástica, y los granulados se pueden aplicar antes y después de la siembra.

Los grupos de fumigantes de síntesis son los siguientes: carbamatos, organoclorados y tiadiazinas. Entre los del grupo de ditiocarbamatos están: metam sodio y metam potasio. En los organoclorados están: cloropicrina y dicloropropeno, y del grupo de los alifáticos bromados están: dibromuro de etileno y bromuro de metilo. Del grupo de la tiadiazina está el dazomet. Los formulados líquidos son concentrados emulsificables (EC), concentrados solubles (SL) y suspensiones concentradas (SC). Los gaseosos son los formulados GE (fumigantes) y los granulados son formulados GR.

c. Fungicidas

Los fungicidas se clasifican según modo de acción en la plaga y en la planta, mecanismo de acción, lugar de aplicación, espectro de acción, formulación y momento de aplicación en el desarrollo de la enfermedad.

Modo de acción

El modo de acción de los fungicidas ocurre por el proceso o secuencia de eventos en la acción bioquímica del plaguicida sobre el patógeno y su movimiento en las plantas.

El modo de acción en el patógeno ocurre por su forma de ingreso al patógeno, considerando su acción de contacto y físico.

El modo de acción de los fungicidas en las plantas incluye su movimiento dentro de estas y se pueden clasificar, igual que los insecticidas, en superficiales, de penetración y sistémicos. Los sistémicos se clasifican en acropetal, basipetal y ambimovil. Para la acción de penetración y sistémica estos plaguicidas necesitan tener un mínimo de humedad relativa de 50 a 55%.

Entre los productos fungicidas con modo de acción no clasificado que pertenecen a grupos químicos diversos están los aceites. Estos forman una película sobre la planta, que actúa como una barrera física de penetración de los hongos e insectos. Aplicados sobre hongos e insectos establecidos, controla su desarrollo por su acción física o sofocación.

Los aceites son compatibles con un programa de manejo integrado de plagas y no presentan posibilidades de resistencia. Estos productos facilitan la penetración de los fungicidas sistémicos y la distribución de fungicidas de contacto. Se pueden aplicar hasta el mismo día de cosecha por su baja toxicidad. Los niveles de toxicidad son seguros a la salud del consumidor y al medio ambiente. Son biodegradables, de uso fácil y seguro con periodo de reingreso corto.

Los aceites pueden ser de origen animal, vegetal o mineral. Los aceites minerales son compuestos orgánicos binarios constituidos por átomos de carbono e hidrógeno, que proceden de la destilación del petróleo, siendo los parafínicos los más utilizados.

Estos compuestos hidrocarburos pueden ser saturados o no saturados. Por su composición, pueden ser de cadena abierta o cerrada. Los nombres con que se conocen estos compuestos, según su composición y saturación, se presentan en la tabla 5. Los hidrocarburos saturados no son fitotóxicos; los no saturados, sí.

Tabla 5. Nombres de los grupos de aceites minerales según su composición y saturación.

Tipo de Hidrocarburo	Composición	
	Cadena Abierta	Cadena Cerrada
Hidrocarburos Saturados	Parafínicos	Nafténicos
Hidrocarburos no Saturados	Olefínicos	Aromáticos

Las principales características físico-químicas de los aceites para su calidad son: volatilidad, viscosidad, densidad, grado de sulfonación, punto de inflamación, punto de congelación y grado de acidez.

Sitio de acción

El sitio de acción, en relación al patógeno, es la forma como el producto entra en contacto con el agente infeccioso para realizar su acción. La acción biológica sobre el patógeno en las plantas está relacionada a la etapa de desarrollo de la enfermedad. Esta acción del fungicida sobre la enfermedad se clasifica en preventiva, curativa, erradicante y antiesporulante. La figura 6 muestra las fases del desarrollo de una infección por hongos esporulantes.



Figura 6. Etapas del desarrollo de la infección de hongos esporulantes.

Fuente: adaptado de Santos (2016, pág. 50).

Un mecanismo de acción de las plantas ante el ataque de enfermedades es la producción de fitoalexinas, para crear resistencia a los hongos. El anexo 3 presenta una tabla de clasificación de activos fungicidas (por FRAC), según sus modos de acción y sus grupos químicos. Existen inductores de la producción de fitoalexinas que hacen que las plantas produzcan y activen su resistencia vegetal al ataque de hongos. Esas sustancias actúan como mecanismos naturales de defensa contra algunos hongos causantes de tizones y podredumbre como *Phytophthora*, *Phytium*, *Peronospora* y *Pseudoperonospora*, entre otros. Entre los activadores más usados están los fosfitos de potasio.

Algunos productos usados como fertilizantes foliares han demostrado tener efectos fungicidas, por la inducción en la formación de fitoalexinas. Estas aumentan el sistema de defensa activo de las plantas y

ayudan a la autodefensa de determinados hongos patógenos como *Phytophthora*, *Pythium*, *Peronospora* y *Pseudoperonospora*. Ese es el caso del fosfito de potasio, entre otros.

Espectro de acción

Por su espectro de acción, los fungicidas pueden ser específicos, como el isoprothiolane usado contra *Piricularia* en el cultivo de arroz. También pueden ser de amplio espectro, para controlar una amplia gama de enfermedades, como es el caso del mancozeb usado en diversos cultivos.

Las formulaciones varían, según dilución y lugar de aplicación, de modo que pueden ser para aplicación diluida en agua o aplicación directa sin diluir. Las diluidas en agua pueden ser líquidas, sólidas o gaseosas. Las formulaciones sólidas principales son WP y WG, mientras que las formulaciones líquidas principales son EC, SC y SL. Las gaseosas se utilizan sólo en aplicaciones urbanas en edificios. Para el tratamiento de semillas, las formulaciones fungicidas se pueden aplicar sin diluir (DS o FS) o diluidas en agua, y pueden tener o no colorantes.

Lugar de aplicación

De acuerdo al lugar de aplicación, según el desarrollo fenológico de las plantas, los fungicidas se aplican a las semillas, al suelo o al follaje (en tronco, tallos, hojas y frutos, además de poscosecha).

Momento de aplicación

Las condiciones climáticas favorables, un cultivo susceptible, la presencia del patógeno virulento y el desarrollo de la enfermedad determinan el momento de aplicación del fungicida.

Cada enfermedad tiene una temperatura y una humedad requerida para su desarrollo. Estos datos se deben conocer, para cuando se presente la ocasión de tomar la decisión de intervención con fungicidas preventivos. Con un cultivo conocido susceptible y un patógeno virulento se debe prever cualquier intervención inmediata. Si la enfermedad está ya en su etapa de desarrollo, se debe hacer un programa de aplicaciones con fungicidas curativos, erradicantes y antiesporulantes.

d. Herbicidas

Los herbicidas se clasifican por su modo de acción en las malezas y en los cultivos, mecanismo o sitio de acción, lugar de aplicación, espectro de acción y momento de aplicación.

Modo de acción

El modo de acción de los herbicidas se define con el proceso o secuencia de eventos en la acción bioquímica del herbicida sobre las malezas a controlar.

Por su modo de acción en las malezas, estos se clasifican en herbicidas de contacto o quemantes, de penetración o sistémicos. Los de contacto afectan las malezas poco tiempo después de aplicado el fitosanitario sobre el follaje de las malezas. Los de penetración entran a las malezas y actúan en las áreas aplicadas. Los sistémicos primero penetran en las malezas, luego se traslocan y, finalmente, actúan en todo su recorrido desde su entrada. Generalmente, son de acción más lenta.

Por su selectividad al cultivo, los herbicidas se clasifican en selectivos y no selectivos. Un ejemplo de herbicida selectivo lo es el graminicida cyhalofop, que es selectivo al cultivo de arroz. Entre los no selectivos están el glifosato y el glufosinato de amonio que controlan todas las malezas y dañan al cultivo si entran en contacto con este.

Sitio de acción

El sitio de acción de los herbicidas es la ruta bioquímica del herbicida sobre las malezas. Está clasificada por la Sociedad Americana de Malezas (WSSA, por sus siglas en inglés), que asigna un número a cada herbicida; y el Comité de Acción de Resistencia a Herbicidas (HRAC, por sus siglas en inglés), la cual asigna una letra a cada herbicida.

Al igual que en el caso de los insecticidas y acaricidas, los principales grupos de acción incluyen subgrupos por familia química que, a su vez, pueden incluir muchos ingredientes activos. El anexo 4 presenta una tabla de clasificación de activos herbicidas (por HRAC y WSSA), según sus modos de acción y sus grupos químicos.

Desde la década de 1980 no se ha creado ningún herbicida con un nuevo mecanismo de acción, lo que obliga a cuidar los que existen. Han surgido análogos que se derivan de las moléculas originales, los cuales solo varían con la introducción de un átomo, pero mantienen el mismo modo de acción.

La figura 7 muestra los momentos en que se introdujeron nuevos sitios de acción de herbicidas y los correspondientes códigos WSSA.

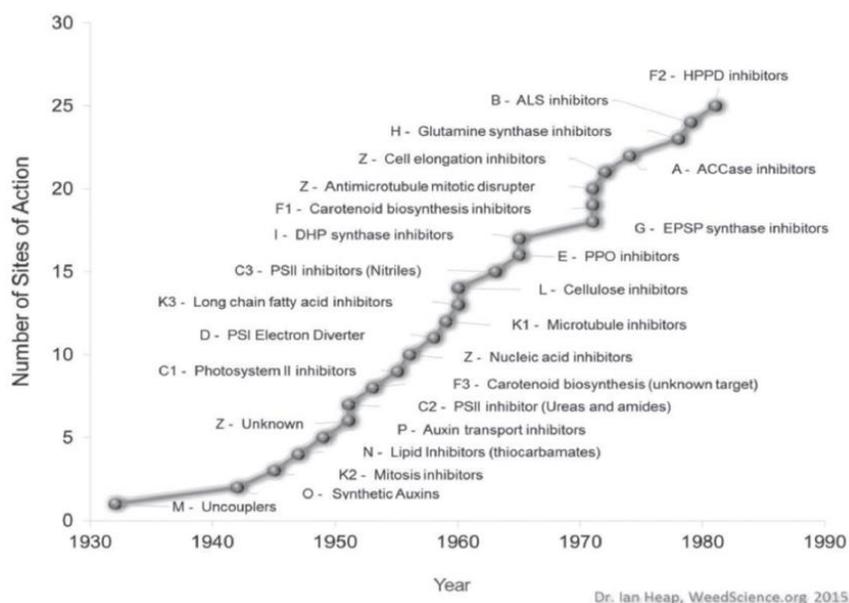


Figura 7. Línea de tiempo de la introducción de nuevos sitios de acción en herbicidas y códigos WSSA. Fuente: Heap (2021). The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Saturday, May 1, 2021. Available www.weedscience.org Copyright © 1993-2021 WeedScience.org. All rights reserved.

Espectro de acción

En términos del control de malezas, los herbicidas pueden ser específicos y de amplio espectro o totales. Los herbicidas específicos pueden controlar sólo un grupo de malezas. Por ejemplo, específicos para gramíneas son los ingredientes cletodim, quizalofop, fluazifop-p-butil, entre otros. Estos son selectivos a toda maleza y cultivo de hojas anchas. Igualmente, los herbicidas que controlan sólo hojas anchas, como 2,4- D, bentazon, entre otros, son selectivos a toda maleza y cultivo de gramíneas o de hoja estrecha.

Los herbicidas de amplio espectro, o totales, son herbicidas que controlan todas las malezas: hojas anchas, gramíneas y ciperáceas.

Lugar de aplicación

Los herbicidas se aplican a las malezas y al suelo, siempre cuidando el cultivo, sea antes de la siembra, después de la siembra y antes de la emergencia y después de la siembra y de la emergencia.

Momento de aplicación

Las aplicaciones de herbicidas pueden ser al cultivo y/o a las malezas, las cuales pueden ser en aplicaciones preemergentes o posemergentes. En aplicaciones preemergentes al cultivo, los herbicidas se pueden aplicar en presiembra, presiembra incorporada, preemergencia total en postsiembra, preemergencia dirigida en postsiembra, posemurgencia y posemurgencia dirigida.

En aplicaciones posemurgentes al cultivo, los herbicidas se pueden aplicar en aplicación dirigida en hileras y/o en parchoneos. En aplicaciones preemergentes a las malezas, los herbicidas se pueden aplicar en cualquier momento, según los requerimientos del cultivo.

En aplicaciones posemurgentes a las malezas, los herbicidas se pueden aplicar según su acción, sean estos selectivos (específicos) o no selectivos (amplio espectro). Su momento estará dirigido a aplicación temprana y/o a aplicación tardía.

En todos los casos de herbicidas de aplicaciones al cultivo y/o a las malezas, estos se clasifican por su selectividad. Nunca se podrá aplicar un herbicida preemergente que no sea selectivo al cultivo como es el caso de los herbicidas preemergentes en arroz.

Igualmente se usará un herbicida selectivo en posemurgencia a un cultivo como es el caso de cyhalofop-butil en el cultivo de arroz. La figura 8 muestra los distintos tipos de aplicaciones de herbicidas que se pueden hacer.

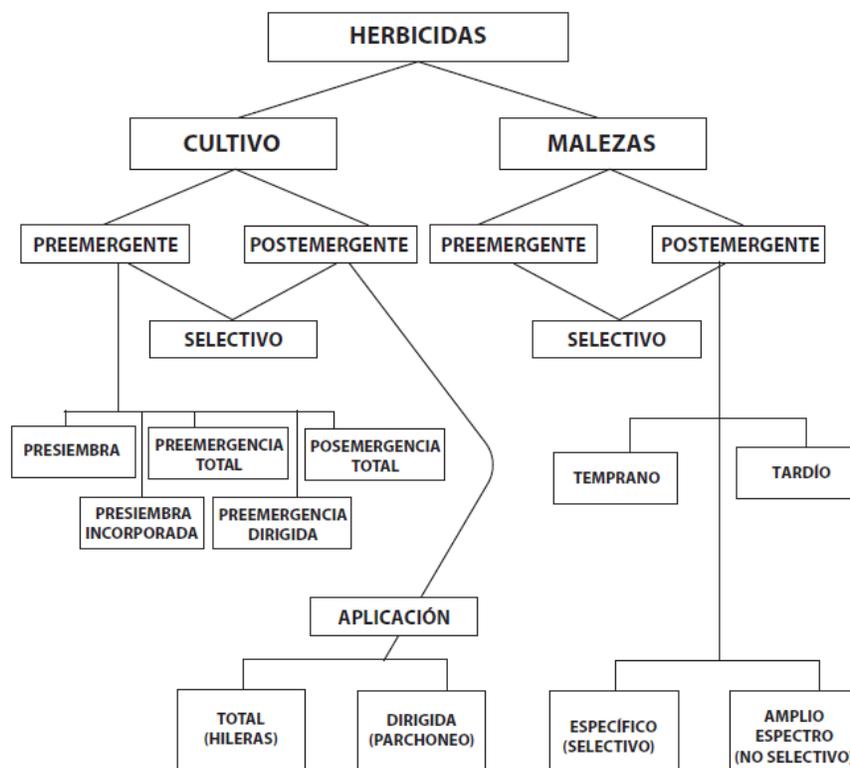


Figura 8. Momentos de aplicación de los herbicidas con respecto al cultivo y a la maleza.

Las aplicaciones al suelo de herbicidas preemergentes se deben hacer sobre suelos bien mullidos y con más de 2% de materia orgánica, para evitar reacciones erráticas del herbicida.

Los herbicidas preemergentes generalmente bajan hasta 10 centímetros en el suelo, por lixiviación con riego o lluvias. Esto puede afectar las raíces de los cultivos y provocar fitotoxicidad, dañando los brotes nuevos y el follaje. La pendimetalina tiende a quedarse muy cerca de la superficie y la hexazinona y el clomazone tienden a descender. Por esta razón, para su aplicación el terreno debe estar húmedo a capacidad de campo, preferiblemente, antes de la aplicación y no irrigar hasta siete días después de su aplicación. En ese tiempo, ya las moléculas herbicidas se habrán adherido a las partículas de arcilla del suelo. Lo ideal sería usar formulaciones CS tipo microencapsulado, para que su disponibilidad sea lenta y evitar fitotoxicidad.

No existen los herbicidas ‘preemergentes selladores’. Los herbicidas preemergentes no trabajan en seco, necesitan humedad para activar su acción. Algunos son bastante estables a la luz solar, como el isoxaflutole o el clomazone, y se pueden aplicar en seco; pero para su activación necesitan agua. Otros son inestables, como la pendimetalina, que al exponerse al sol por más de 24 horas se inactivan.

Ningún herbicida elimina las semillas de las malezas, si no que actúan eliminando las plantas que iniciaron su proceso de germinación. Las dosis de los herbicidas preemergentes varían según el tipo de suelo, debido a que cambia su capacidad de adherencia al suelo. Las dosis mínimas se usan en suelos arenosos y las dosis más altas en suelos arcillosos.

La acción/activación del herbicida depende de tres aspectos: humedad, luminosidad y tamaño de las malezas. La humedad relativa es básica para todo herbicida de aplicación foliar o de suelo. La acción de

los herbicidas foliares se inicia con la luminosidad y su efectividad es mayor con malezas mayores de 3 a 4 hojas.

La degradación de los herbicidas se realiza por la exposición a la luminosidad, bacterias y hongos en el suelo. Siempre es preciso verificar la residualidad de los herbicidas a usar, porque pueden afectar cultivos futuros.

e. Rodenticidas

Para el control químico de los roedores se pueden usar los siguientes tipos de raticidas o rodenticidas:

- Anticoagulantes.
- No anticoagulantes.

Modo de acción

Los anticoagulantes son productos que interrumpen los mecanismos normales de coagulación de la sangre, provocando hemorragia interna y la muerte. La muerte ocurre lentamente, sin que los roedores experimenten dolor.

Los roedores no perciben olor del producto en los cuerpos de roedores muertos y, por lo tanto, no transmiten esta información a sus familiares, que siguen comiendo sin alarma.

En áreas en las que las ratas tienen alto consumo de alimentos con alto contenido de vitamina K, como el guineo o el maní, entre otros, se debe poner un antibiótico junto con el raticida. Así el anticoagulante funciona más eficientemente.

Los anticoagulantes se formulan como:

- Polvos secos (DP) para preparar cebos.
- Cebos preparados (GB).
- Cebos en bloques parafinados (BB).

Los polvos se preparan en cebos, en la proporción indicada por el fabricante, con diferentes materiales que gusten a las ratas (maíz, frutas, etc.). Los cebos preparados se colocan en los diversos lugares que habitan los roedores. También se pueden poner en forma pura (el anticoagulante sin el maíz o las frutas) a las entradas de las cuevas y los caminos por donde estos transitan. De esa manera, al pasar se untan el activo en las patas y se lamen. Así llega el activo puro y directo a sus intestinos.

Los anticoagulantes pueden ser de primera o segunda generación. Los de primera generación se conocen como rodenticidas de dosis múltiple. Los roedores deben alimentarse por 4 a 10 días. El producto se coloca por 2 a 3 semanas hasta que los roedores dejen de comer. Los roedores han desarrollado resistencia hacia algunos de estos anticoagulantes pero, al alternarse con otros activos, desaparece. Como ejemplo de anticoagulantes de primera generación están: warfarina, cumatetralil, clorofacinona, difacinona, cumaclor, entre otros.

Los anticoagulantes de segunda generación se conocen como rodenticidas de dosis única. Fueron desarrollados para combatir roedores resistentes a los rodenticidas de primera generación. Pueden causar la muerte hasta en una sola dosis, de lo contrario los roedores deben de continuar comiendo hasta la muerte (3 a 7 días). Son más efectivos a una dosis menor que los rodenticidas de primera generación. Como ejemplo de anticoagulantes de segunda generación están: brodifacom, bromadiolona, difenacum, difetialone, flocoumafen, entre otros.

Las características de estos dos grupos de anticoagulantes se resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Características de los rodenticidas anticoagulantes de primera y segunda generación.

PRIMERA GENERACIÓN	SEGUNDA GENERACIÓN
Rodenticidas de dosis múltiple.	Rodenticidas de dosis única.
Deben alimentarse de a 4 a 10 días.	Fueron desarrollados para combatir roedores resistentes a los rodenticidas de primera generación.
Se colocan por 2 a 3 semanas hasta que los roedores dejen de comer.	Pueden causar la muerte hasta en una sola dosis. De lo contrario, deben continuar comiendo (3 a 7 días).
Han desarrollado resistencia en algunos de estos anticoagulantes. Alternando los activos, la resistencia puede desaparecer.	Son más efectivos a una dosis menor que los de primera generación.

Fuente: Castillo (2020).

Los no anticoagulantes son productos que pueden ser usados a una sola dosis, o dosis única, y los roedores pueden morir casi inmediatamente. Algunos tienen antídotos. Cuando se usan estos productos, los roedores huelen la boca de los familiares muertos y se transmiten esta información a sus familiares, y estos no comen más del rodenticida. Se usan para bajar poblaciones rápido.

Los no anticoagulantes son formulaciones sólidas que se usan para preparar cebos con materiales como salchichón, sardinas, etc. Estos materiales deben ser del gusto o costumbre de consumo de los roedores a controlar. Entre los productos para cebos más usados en este grupo está el aldicarb, también llamado “tres pasitos”. Su importación y uso están prohibidos.

En toda aplicación de rodenticidas, se debe tener mucha precaución con accidentes provocados en niños y animales domésticos, por el mal uso y manejo de estos productos.

Algunos productos fumigantes también se usan como no anticoagulantes para el control de roedores, tapando toda vía de acceso de aire. Así mueren por asfixia. Son comúnmente usados en contenedores de importación y exportación. Como ejemplo de fumigantes usados como no anticoagulantes están: bromuro de metilo, fosfuro de aluminio, fosfuro de sodio, fosfuro de zinc, entre otros.

IV. Resistencia a los fitosanitarios

En sentido general, resistencia es la capacidad hereditaria de una especie plaga (insecto, hongo, maleza) a la sensibilidad de sobrevivir a las aplicaciones de un fitosanitario.

La resistencia a herbicidas, como lo define el Comité de Acción para la Resistencia a Herbicidas (HRAC) (2021), es: «La capacidad de un biotipo de maleza para sobrevivir a una aplicación de herbicida, donde en circunstancias normales ese herbicida aplicado a la dosis recomendada mataría la maleza.»

En el caso de los insecticidas, de acuerdo con el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (IRAC-España) (2021), la resistencia a los insecticidas puede definirse como:

Un cambio hereditario en la sensibilidad de la población de una plaga que se refleja en el fracaso repetido de un producto para alcanzar el nivel esperado de control cuando se usa de acuerdo con la recomendación de la etiqueta para esa especie de plaga.

Para los fungicidas, el término resistencia a fungicidas, como lo usa el Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas (FRAC) (s.f.), se refiere a «Una reducción hereditaria adquirida en la sensibilidad de un hongo a un agente antifúngico específico (o fungicida).»

La resistencia a los fitosanitarios y su bajo nivel de control se puede deber a varios factores. La resistencia de una plaga también es una respuesta de esta al uso excesivo del mismo ingrediente activo, o de otros del mismo grupo químico a que pertenece, en las tácticas para su control. Los individuos que quedan vivos en las aplicaciones se multiplican, transmitiendo esa característica de resistencia a las próximas generaciones. Esto es muy común cuando se usan diferentes ingredientes activos del mismo grupo o familia química. La resistencia puede ser cruzada o múltiple. Las plagas evolucionan en el mismo sentido en que son atacadas, lo cual puede ser retardado con un manejo adecuado de las herramientas utilizadas para su control.

El manejo integrado de plagas agrícolas es parte integral del manejo de la resistencia de las plagas con las tácticas de control preventivo y curativo que se puedan establecer. Los aplicadores son los primeros en observar su resistencia con la reducción de su eficacia.

El manejo de la resistencia se inicia cuando se observa que la eficacia del fitosanitario comienza a disminuir. No obstante, una falla en el control no es, necesariamente, sinónimo de resistencia. Las reacciones más comunes ante las fallas de los fitosanitarios en el control de plagas son aumentar la dosis y la frecuencia de aplicación. Antes de la aplicación las plagas ya tenían genes de resistencia pero en una baja frecuencia, no es que los fitosanitarios inducen mutaciones que confieren resistencia. Lo que hacemos con las aplicaciones repetidas es seleccionar los individuos con esos genes de resistencia.

Para evitar la resistencia de un producto a las plagas (insecticidas, fungicidas y herbicidas) se deben establecer las siguientes medidas: realizar aplicaciones oportunas, según el umbral económico; evitar repeticiones de aplicaciones del mismo modo de acción/sitio de acción. Esto se logra haciendo rotaciones según las clasificaciones de los comités de resistencia hechos por IRAC, para insecticidas; FRAC, para fungicidas; y WSSA o HRAC, para herbicidas; y seguir la alternabilidad en el uso de los fitosanitarios. Haga mezclas con productos de diferente modo de acción/sitio de acción y siga las reglas de las aplicaciones con dosis, frecuencia, etc., recomendadas en los panfletos. Para la selección de productos fitosanitarios en la rotación, ver los anexos 2, 3 y 4.

V. Degradación de los fitosanitarios

Los fitosanitarios impactan el medio ambiente en el suelo, agua y aire, así como la fauna, la flora y toda la biodiversidad. Inmediatamente un fitosanitario se aplica inicia su descomposición o degradación y entra en un ciclo entre el suelo y el agua, el agua y el aire, el suelo y el aire y viceversa.

- El ciclo entre el suelo y el agua se mantiene por sedimentación del agua al subsuelo, y por arrastre (lavado) del suelo por lixiviación.
- El ciclo entre el agua y el aire se mantiene por volatilización del agua al aire, y por lavado del aire al agua.
- Entre el suelo y el aire se mantiene por la volatilización del suelo al aire; y del aire al suelo, por lluvia y depósito seco de escurrimiento.

La degradación de los fitosanitario está determinada por acciones biológicas, químicas y climáticas. La descomposición biológica la realizan microorganismos como hongos y bacterias. La química está determinada por el proceso de reacciones químicas en el suelo (pH y tipo de suelo -adsorción y desorción). La degradación climática la determinan la foto-descomposición (degradación de la luz solar), la lluvia y la temperatura.

La velocidad de la degradación depende de la intensidad y espectro de la luz solar, duración de la exposición y las propiedades de cada producto con respecto a la absorción por la planta. Los productos que se aplican al follaje están más expuestos a este proceso que los que se incorporan al suelo.

Estos microorganismos, o grupo de ellos, son los hongos de pudrición blanca u hongos degradadores de lignina. Estos han sido identificados por varios autores, encontrando como los más importantes el hongo *Phanerochaete chrysosporium*, entre otros [(Fogg, Boxall, Walker, & Jukes, 2004); (Castillo, von Wirén-Lehr, Scheunert, & Torstensson, 2001)].

Los hongos actúan mediante la liberación de un grupo de enzimas de actividad amplia llamadas fenoloxidasas, entre las cuales se encuentran la lignina peroxidasa (LiP), el manganeso peroxidasa (MnP) y la lacasa. Estas enzimas tienen por objetivo degradar la lignina para que los microorganismos puedan acceder a la celulosa y hemicelulosa, el alimento de estos hongos, liberando dióxido de carbono y agua en el proceso (Quintero, 2011).

La mayoría de los principios activos de los productos fitosanitarios presentan estructura orgánica y son susceptibles de ser degradados, como sucede con la lignina. La capacidad de degradación de los fitosanitarios en las camas biológicas es muy elevada, siendo capaces de reducir la concentración de los fitosanitarios a niveles muy bajos, hasta, en algunos casos, eliminarlos completamente.

CAPÍTULO III. SELECCIÓN DE UN FITOSANITARIO

Elección 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. Formulación y modo de aplicación.
5. Conocer el daño potencial al cultivo, al medio ambiente y a los enemigos naturales.
6. Fecha de fabricación, 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 clasificación química se podrá seleccionar el fitosanitario más adecuado para la intervención química.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, R. (2013). *Herbicidas asociados a la caña de azúcar y su potencial de contaminación del medioambiente*. Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/LBApEJpBqNOCpEXEpSr-xydFmiaJmftl>
- características, P. c. (s.f.). *Plaguicidas: clasificación y características*. (Estudiosecologistas.org, Editor) Recuperado el 31 de Marzo de 2021, de http://www.estudiosecologistas.org/web/Curso/Curso%20Ecuador/Plaguicidas/Plaguicidas_3.pdf
- Castillo L., R. (2020). *Gestión de plagas urbanas*. (I. FRES, Ed.) Santo Domingo, República Dominicana: CEMAAGRI.
- Castillo, M. P., von Wirén-Lehr, S., Scheunert, I., & Torstensson, L. (2001). Degradation of iso-proturon by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Biol. Fertil. Soils*(33), 521-528. Recuperado el 1 de Mayo de 2021, de <https://doi.org/10.1007/s003740100372>
- FAO. (s.f.). *Reglamento Técnico Centroamericano ICS 65.100/ RTCA 65.05.67:13. Insumos agrícolas. Ingrediente activo grado técnico, plaguicidas químicos formulados, sustancias afines, coadyuvantes y vehículos físicos de uso agrícola*. (FAO, Ed.) Recuperado el 30 de Abril de 2021, de Requisitos para la elaboración de etiquetas y panfletos.: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/gtm82_t.pdf
- FAO y OMS. (2015). *Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas*. (F. y. OMS, Editor) Recuperado el 4 de Abril de 2021, de 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*. (F. y. OMS, Ed.) Recuperado el 1 de Abril de 2021, de <http://www.fao.org/3/I5713s/I5713s.pdf>
- Fogg, P., Boxall, A., Walker, A., & Jukes, A. (2004). Degradation and leaching potential of pesticides in biobed systems. (PMS, Ed.) *Pest Management Science.*, 60(7), 645-654. Recuperado el 27 de Abril de 2021, de <https://doi.org/10.1002/ps.826>
- FRAC (Ed.). (s.f.). *How does fungicide resistance evolve?.* Recuperado el 29 de Mayo de 2021, de Definition of fungicide resistance: <https://www.frac.info/fungicide-resistance-management/background>
- Heap, I. (2021). *The International Herbicide-Resistant Weed Database*. (W. C. 1993-2021, Editor, & WSSA, Productor) Recuperado el 1 de Mayo de 2021, de www.weedscience.org
- HRAC. (2021). *Overview: Herbicide resistance definition*. (HRAC, Editor) Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de <https://hracglobal.com/herbicide-resistance/overview>
- INTA. (2014). *Aplicación eficiente de fitosanitarios. Generalidades. Procedimientos de protección de cultivos*. (INTA, Editor) Recuperado el 28 de Marzo de 2021, de <https://inta.gob.ar/documentos/aplicacion-eficiente--de-fitosanitarios.-generalidades.-procedimientos-de-proteccion-de-cultivos>
- IRAC. (2021). *Definición de 'Resistencia'*. (IRAC, Editor) Recuperado el 26 de Mayo de 2021, de <https://irac-online.org/about/resistance/>
- Mata, P. (2014). *Tendencias en el uso de insecticidas para el control de plagas agrícolas*. (SENASICA, Ed.) Recuperado el 1 de Abril de 2021, de <http://www.colpos.mx/entomologia/curso/Tendencia1.ppt>
- Química.es. (s.f.). *Número CAS*. (Química.es, Editor) Recuperado el 29 de Abril de 2021, de https://www.quimica.es/enciclopedia/N%C3%BAmero_CAS.html

- Quintero, J. (2011). Degradación de plaguicidas mediante hongos de la pudrición blanca de la madera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía.*, 64(1), 5867-5882. Recuperado el 24 de Abril de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922364012>
- Santos, I. (2016). *Soluciones Syngenta para el control químico de roya y otras enfermedades en café.* (Syngenta, Editor) Recuperado el 4 de Junio de 2021, de <https://www.slideshare.net/wilder0830/viisoluciones-syngenta-para-el-control-de-enfermedades-en-cafv2>
- Sensagent. (2013). *Propelente.* (Sensagent, Editor) Recuperado el 15 de Abril de 2021, de <http://diccionario.sensagent.com/propelente/es-es/>
- Zanón, M., Michitte, P., & Gutiérrez, L. (Octubre de 2011). *Desinfección de suelos con dazomet.* (Phytoma, Ed.) Recuperado el 1 de Abril de 2021, de Primer fumigante de suelo autorizado en el anexo I de la Directiva Europea 91/414/EEC.: https://www.phytoma.com/images/pdf/232_ID_suelos_Certis.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de panfleto que debe acompañar un producto fitosanitario.

CENTROS NACIONALES DE INTOXICACIÓN:
 Hospital Dr. Luis Aybar (Morgan) 809-684-3478
 Hospital Dr. Francisco Moscoso Puello 809-681-2913

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE:

TÓXICO PARA PECES Y CRUSTÁCEOS. 

"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 ALEDANOS 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. Perfore los envases vacíos para que no puedan ser utilizados nuevamente. Colóquelos en una bolsa plástica bien cerrada y -évelos al centro de acopio de envases de su comunidad. En caso de derrame del producto, recójalos con tierra, aserrín o cualquier otro material absorbente.



NO CONTAMINE RÍOS, LAGOS Y ESTANQUES CON ESTE PRODUCTO O CON ENVASES VACÍOS. EL USO DE LOS ENVASES O EMPAQUES EN FORMA DIFERENTE PARA LO QUE FUERON DISEÑADOS, PONE EN PELIGRO LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE.

AVISO DE GARANTÍA:
 Garantizamos el contenido de este producto siempre que se encuentre en su empaque original bien cerrado, con su sello de garantía inalterado, sin embargo, no aceptamos ninguna responsabilidad por los daños que puedan ocurrir durante el transporte, almacenaje, manejo y/o uso del producto por estar fuera de nuestro control. El consumidor acepta y usa este producto sujeto a estas condiciones.

PAÍS **No. REGISTRO**

FABRICADO POR:

EXPORTADO POR: Registrado, Importado y Distribuido por:
NOMBRE DEL IMPORTADOR

¡ALTO! LEA LA ETIQUETA Y EL PANFLETO ANTES DE USAR EL PRODUCTO Y CONSULTE AL PROFESIONAL EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

MARCA® 36 SL
HERBICIDA - FOSFÓNICO
GLIFOSATO

ATENCIÓN
ANTÍDOTO: NO TIENE
 Densidad: 1.19 g/cm a 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 ALMACENE EN CASAS DE HABITACIÓN"

"MANTÉNGASE ALEJADO DE LOS NIÑOS, PERSONAS MENTALMENTE INCAPACES, ANIMALES DOMÉSTICOS, ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS" 

USO AGRONÓMICO:
MODO DE ACCIÓN:
 Herbicida sistémico, post-emergente, no selectivo y no residual. Es absorbido por las hojas y trasladado a toda la planta por vía del floema hasta llegar a las raíces. Se caracteriza por su buena traslocación, alta actividad, amplio campo de acción y capacidad para controlar órganos de reproducción subterráneos.

EQUIPO DE APLICACIÓN:
 Este producto puede aplicarse con equipos de aspersión terrestre, utilizando boquillas indicadas para herbicidas, que produzcan gotas finas y una excelente cobertura. Calibre correctamente su equipo de aplicación, inicialmente sólo con agua. Verifique que el mismo se encuentre en buen estado de funcionamiento y sin fugas. Aplique cuando las condiciones del ambiente estén tranquilas. El personal que manipule y aplique este producto deberá utilizar el siguiente equipo de protección personal: Botas, mascarilla, anteojos, guantes, dosificador y equipo de aplicación. Terminada la aplicación, lave bien el equipo utilizado con agua y jabón.



FORMA DE PREPARACIÓN DE LA MEZCLA:
 Diluya en agua antes de aplicarlo. Llene el tanque de la aspersora hasta la mitad con agua limpia, vierta la cantidad de producto indicada, agite y complete con el volumen de agua necesario. Esta mezcla forma una solución y se aplica como aspersión. Utilice el siguiente equipo de protección al manipular el producto, durante la preparación de la mezcla, carga y aplicación: botas, mascarilla, anteojos, guantes, dosificador graduado y equipo de aplicación en buen estado.



<p>pH OPTIMO DEL AGUA: 4</p> <p>RECOMENDACIONES DE USO: POTOMAC se recomienda para el control post-emergente de malezas gramíneas, ciperáceas y hojas anchas anuales y perennes.</p> <p>CULTIVOS: ANUALES: Para el control de malezas en pre-siembra de los siguientes cultivos:</p> <p>Airroz Maíz Sorgo Habichuela Guandul</p> <p><i>Oryza sativa</i> <i>Zea mays</i> <i>Sorghum vulgare</i> <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Cajanus cajan</i></p> <p>Se recomienda no aporcar, rasrear o barbechar antes de 10 días. POTOMAC no tiene efecto residual, por lo cual no afecta cultivos sembrados posteriormente a la aplicación.</p> <p>PERENNES: Plátano y guineo Citrícos Aguacate Mango Lechosa Café Cacao Palma Africana</p> <p><i>Musa spp.</i> <i>Citrus spp.</i> <i>Persea americana</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Carica papaya</i> <i>Coffea arabica</i> <i>Theobroma cacao</i> <i>Elaeis spp.</i></p>	<p>FITOTOXICIDAD: Este producto es fitotóxico a los cultivos. No aplique cuando exista fuerte brisa que pueda acarrear la aspersión hasta los cultivos vecinos. En plantaciones establecidas, utilice campana protectora y evite el contacto de la aspersión con el cultivo.</p> <p>COMPATIBILIDAD: No mezcle con otro herbicida, aceite o cualquier otro producto ya que este producto podría perder parte de su efectividad. Consulte con su representante para mezclas con otros productos. No es necesario añadir adherente.</p> <p>PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:</p> <p>ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE: El producto debe ser almacenado y transportado en su envase original, bien sellado y claramente etiquetado. Almacene en un lugar seco, aireado, alejado del fuego, separado de alimentos, forrajes, semillas, fertilizantes o medicinas. Mantenga el producto bajo llave, fuera del alcance de los niños, animales domésticos o personal no autorizado.</p> <p>NO ALMACENAR ESTE PRODUCTO EN CASAS DE HABITACIÓN. MANTÉNGASE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.</p>  <p>NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE EL MANEJO Y APLICACIÓN DE ESTE PRODUCTO BÁÑESE DESPUÉS DE TRABAJAR Y PÓNGASE ROPA LIMPIA</p> 
<p>CONTROL DE MALEZAS ANUALES: Entre las múltiples malezas que se pueden controlar con POTOMAC se encuentran las siguientes: Pata de gallina (<i>Eleusine indica</i>), Pata de colorra (<i>Digitaria sanguinalis</i>), Cardillo (Cenchrus equinatus), Cebadilla (Rottboellia exaltata), Tumba crédito (Echinochloa crus-galli), Bledo (Amaranthus spp.) y muchas otras más.</p> <p>DOSES: 2.0 a 3.0 L/Ha.</p> <p>CONTROL DE MALEZAS PERENNES: Para el control de malezas perennes como: Pajón (<i>Paspalum virgatum</i>), Hierba de Guinea (<i>Panicum maximum</i>), Zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>), Estrella africana (<i>Cynodon plectostachius</i>), Pasto Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>), Coquillo (<i>Cyperius rotundus</i>) y muchas otras más.</p> <p>DOSES: 4.0 a 6.0 L/Ha.</p> <p>EPOCA DE APLICACIÓN: Aplique cuando las malezas tengan entre 15 a 30 cms de altura.</p> <p>OTROS USOS: Para el control de malezas en áreas no cultivadas, muros, canales de riego, bordes de parcelas y orillas de caminos.</p> <p>INTERVALO ENTRE LA ÚLTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA: 21 días para todos los cultivos.</p> <p>INTERVALO DE REINGRESO AL ÁREA TRATADA: Se recomienda esperar al menos 12 horas antes de entrar al área tratada. Si necesita reingresar antes, utilice ropa protectora.</p>	<p>SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN: Este producto puede causar irritación o ardor de los ojos y membranas de las mucosas, boca o garganta. Por ingestión puede causar náuseas y malestar estomacal. Puede además afectar el sistema respiratorio y nervioso.</p> <p>PRIMEROS AUXILIOS:</p> <p>INGESTIÓN: No induzca el vómito. Suministre 3 cucharadas de carbón activado en medio vaso de agua o clara de huevo (8 en adultos y 4 en niños). Busque atención médica.</p> <p>CONTACTO CON LA PIEL: Retire la ropa contaminada y lave las partes afectadas con abundante agua y jabón. Si las molestias persisten, busque atención médica.</p> <p>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. Busque atención médica.</p> <p>CONTACTO CON LOS OJOS: Lávelos con un chorro suave de agua durante por lo menos 15 minutos. Si las molestias persisten busque atención médica.</p> <p>NUNCA DE A BEBER NI INDUZCA EL VÓMITO A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCIENCIA.</p> <p>ANTÍDOTO Y TRATAMIENTO MÉDICO: No tiene antídoto específico. Se tratará sintomáticamente de acuerdo al cuadro clínico del paciente.</p>

Anexo 2. Clasificación de insecticidas según IRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.

CÓDIGO IRAC	SITIO DE ACCIÓN	GRUPO QUÍMICO	ACTIVOS
1	Inhibidores de la acetilcolinesterasa (AChE)	Carbamatos 1A	Alanycarb, Aldicarb, Bendiocarb, Benfuracarb, Butocarboxim, Butoxicarboxim, Carbaril, Carbofurano, Carbosulfán, Etiofencarb, Fenobucarb, Formetanato, Furatiocarb, Isoprocarb, Metiocarb, Metomilo, Metolcarbimicarbimedio, Triamiofenato, Metolcarbimicarbimetiroido Xililcarb
		Organofosforados 1B	Acefato, Azametifos, Azinfos-etilo, Azinfosmetilo, Cadusafos, Clorretoxifos, Clorfenvinfos, Clormefos, Clorpirifos, Clorpirifos-metilo, Coumafos, Cianofos, Demeton-S-metilo, Diazinon, Diclorotofos-metilo, D-Dimetilofosato, Diclorotofotofosato, Dimetilrotofosato Etión, Etoprofos, Famphur, Fenamifos, Fenitrotión, Fentión, Fostiazato, Heptenofos, Imiciafos, Isofenfos, O- (metoxiaminotio-fosforil) salicilato de isopropilo, Isoxatión, Malacrión, Mecarbam, Meto-metofosidofos, Metoximeto-tofos, metilo, paratión, paratión-metilo, fenoato, forato, fosalona, fosmet, fosfamidón, foxim, pirimifos- metilo, profenofos, propetafós, protiofos, piraclfos, piridafentión, quinalfos, sulfotep, tebupirimfos, terbufosvin, tebupirimfos, trizofosvin, tebupirimfos. Triclorfón, Vamidotión
2	Bloqueadores de los canales de cloruro activados por GABA	2A Organoclorados de ciclodieno	Clordano, endosulfán
		2B Fenilpirazoles (Fiproles)	Etiprol, Fipronil
3	Moduladores de canales de sodio	3A Piretroides Piretrinas	Acinatrina, aletrina, d-cis-trans aletrina, d-trans aletrina, bifentrina, bioaletrina, bioaletrina isómero esciclopentenilo, biorresmetrina, ciclotrina, ciflutrina, beta-ciflutrina, cihalotrina, lambda cialotrina, gamma-cipertrinitrina, alfa-cipertrinitrina Cipermetrina, thetacipermetrina, zeta-cipermetrina, Cifenoctrina, [(1R)-trans- isómeros], deltametrina, empentrina (EZ) - (1R) - isómeros], fenvalerato, etofenprox, fenpropatrina, fenvalerato, flucitrinato, taumetrinato, medio flumetrinato, Imiprotrina, Kadetrina, Permetrina, Fenotrina [(1R)-trans-isómero], Pralletrina, Piretrina (piretrina), Resmetrina, Silafluofeno, Teflutrina, Tetrametrina, Tetrametrina [(1R)-isómeros], Transflutrintrina,
		3B DDT metoxicloro	Metoxicloro de DDT

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

4	Moduladores competitivos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR)	Neonicotinoides 4A	Acetamiprid, Clotianidina, Dinotefurano, Imidacloprid, Nitenpiram, Tiacloprid, Tiametoxam,
		Nicotina 4B	Nicotina
		4C sulfoximinas	Sulfoxaflor
		Butenólidos 4D	Flupyradifurone
		Mesoiónica 4E	Triflumezopirim
5	Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR) - Sitio I	Espinosinas	Spinetoram, Spinosad
6	Moduladores alostéricos del canal de cloruro regulado por glutamato (GluCl)	Avermectinas, milbemicinas	Abamectina, benzoato de emamectina, lepimectina, milbemectina
7	Imitadores de hormonas juveniles	7A Análogos de hormonas juveniles	Hidropreno, Kinopreno, Metopreno
		7B Fenoxicarb	Fenoxicarb
		7C piriproxifeno	Piriproxifeno
8	Inhibidores inespecíficos diversos	Haluros de alquilo 8A	Bromuro de metilo y otros haluros de alquilo
		Cloropicrina 8B	Cloropicrina
		Fluoruros 8C	Criolita (fluoruro de sodio y aluminio), fluoruro de sulfuro
		Boratos 8D	Bórax, ácido bórico, octaborato de disodio, borato de sodio, metaborato de sodio
		Emético tártaro 8E	Tártaro emético
		Generadores de isotiocianato de metilo 8F	Dazomet, Metam
9	Moduladores de canal TRPV de órgano acordeón	9B Derivados de piridina azometina	Pimetrozina, pirifluquinazon
		Piropenos 9D	Afidopiropen
10	Inhibidores del crecimiento de ácaros que afectan a CHS1	10A Clofentezina	Clofentezina
		10A Diflovidazina	Diflovidazina
		10A hexitiazox	Hexitiazox
		10B Etoxazol	Etoxazol
11	Disruptores microbianos de las membranas del intestino medio de los insectos	11A <i>Bacillus thuringiensis</i> y las proteínas insecticidas que producen	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. israelensis <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. aizawai <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kurstaki <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. tenebrionis
		11B <i>Bacillus sphaericus</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

12	Inhibidores de la ATP sintasa mitocondrial	12A Diafentiurón	Diafentiurón
		12B Acaricidas de organoestaño	Azociclotina, cihexatina, óxido de fenbutatina
		Propargita 12C	Propargita
		Tetradifón 12D	Tetradifón
13	Desacopladores de la fosforilación oxidativa a través de la interrupción del gradiente de protones	Pirrol	Clorfenapir
		Dinitrofenoles	DNOC
		Sulfluramida	Sulfluramida
14	Bloqueadores de los canales del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR)	Análogos de nereistoxina	Bensultap, clorhidrato de Cartap, tiociclam, tiosultap-sodio
15	Inhibidores de la biosíntesis de quitina que afectan a CHS1	Benzoilureas	Bistrifluron, Clorfluazurón, Diflubenzurón, Fluciclozurón, Flufenoxurón, Hexaflumurón, Lufenurón, Novalurón, Noviflumurón, Teflubenzurón, Triflumurón
16	Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1	Buprofezina	Buprofezina
17	Disruptores de muda, Dipteran	Ciromazina	Ciromazina
18	Agonistas del receptor de ecdisona	Diacilhidrazinas	Cromafenoazida, halofenoazida, metoxifenoazida, tebufenoazida
19	Agonistas del receptor de octopamina	Amitraz	Amitraz
20	Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial III	20A Hidrametilnon	Hidrametilnon
		20B acequinocilo	Acequinocilo
		20C Fluacripirim	Fluacripirim
		20D Bifenazate	Bifenazato
21	Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial I	21A Acaricidas e insecticidas METI	Fenazaquin, fenpiroximato, piridaben, pirimidifeno, tebufenpirad, tolfenpirad
		21B Rotenona	Rotenona (Derris)
22	Bloqueadores de los canales de sodio dependientes del voltaje	22A Oxadiazinas	Indoxacarb
		22B Semicarbazonas	Metaflumizona
23	Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa	Derivados del ácido tetrónico y tetraámico	Spirodiclofen, Spiromesifen, Spiropidion, Spirotetramat
24	Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial IV	Fosfuros 24A	Fosfuro de aluminio, fosfuro de calcio, fosfina, fosfuro de zinc
		Cianuros 24B	Cianuro de calcio, Cianuro de potasio, Cianuro de sodio
25	Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial II	25A Derivados del beta-cetonitrilo	Cienopirafeno, Cyflumetofen
		25B Carboxanilidas	Pyflubumide

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

28	Moduladores del receptor de rianodina	Diamidas	Clorantraniliprol, Cyantraniliprol, Ciclaniliprol Flubendiamida, Tetraniliprol
29	Moduladores de órganos cordotonaes - sitio objetivo indefinido	Flonicamid	Flonicamid
30	Moduladores alostéricos de los canales de cloruro activados por GABA	Meta-diamidas Isoxazolinás	Broflanilida fluxametamida
31	Baculovirus	Granulovirus (GV)	<i>Cydia pomonella</i> GV <i>Thaumatotibia leucotreta</i> GV
	(Sitio objetivo de la membrana celular epitelial columnar del intestino medio - indefinido)	Nucleopoliedrovirus (VPN)	<i>Anticarsia gemmatilis</i> MNPV <i>Helicoverpa armigera</i> NPV
32	Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR) - Sitio II	Péptido GS-omega / kappa HXTXHv1a	Péptido GS-omega / kappa HXTX-Hv1a
Naciones Unidas	Compuestos de MoA desconocido o incierto	Azadiractina	Azadiractina
		Benzoximato	Benzoximato
		Bromopropilato	Bromopropilato
		Quinometionato	Quinometionato
		Dicofo	Dicofo
		Azufre de cal	Azufre de cal
		Piridamente	Piridamente
		Azufre	Azufre

Anexo 3. Clasificación de fungicidas según FRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.

CÓDIGO FRAC	SITIO DE ACCIÓN	GRUPO QUÍMICO	ACTIVOS
A: metabolismo de los ácidos nucleicos	4	acilalaninas	benalaxil benalaxil-M (= kiralaxil) furalaxil metalaxil metalaxil-M (= mefenoxam)
		oxazolidinonas	oxadixilo
		butirolactonas	ofurace
	8	hidroxi- (2-amino-) pirimidinas	bupirimol dimethirimol etirimol
	32	soxazoles	himexazol
	31	ácidos carboxílicos	ácido oxolínico
B: citoesqueleto y proteína motora	1	bencimidazoles	benomil carbendazim fuberidazol tiabendazol
		tiofanatos	tiofanato tiofanato-metilo
	10	Carbamatos de N-fenilo	diethofencarb
	22	toluamidas	zoxamida
		etilamino-tiazolcarboxamida	etaboxam
	20	fenilureas	pencycuron
	43	piridinilmetilbenzamidas	fluopicolida fluopimomida
	47	aminocianoacrilatos	fenamacril
	50	benzofenona	metrafenona
benzoilpiridina		pirofenona	
C. respiración	39	pirimidinaminas	diflumentorim
		pirazol-5- carboxamidas	tolfenpyrad
		quinazolina	fenazaquin
	7	fenil-benzamidas	benodanil, flutolanil, mepronil
		amida de fenil-oxo-etiltiofeno	isofetamida
		piridinil-etilbenzamidas	fluopiram
		fenil-ciclobutilpiridinamida	ciclobutrifluram
		furano- carboxamidas	fenfuram
		oxatiincarboxamidas	carboxina oxicarboxina
		tiazolcarboxamidas	tifluzamida

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

		pirazol-4- carboxamidas	benzovindiflupyr, bixafen, fluindapyr, fluxapyroxad, furametpyr, inpyrfluxam, isopirazam, penflufen, pentiopirad, sedaxano	
		N-ciclopropil-Nbencil-pirazolcarboxamidas	isoflucipram	
		N-metoxi- (feniletil) -pirazolcarboxamidas	pydiflumetofeno	
		piridinacarboxamidas	boscalido	
		pirazinacarboxamidas	piraziflumido	
	11		metoxi-acrilatos	azoxistrobina cumoxistrobina enoxastrobina flufenoxistrobina picoxistrobina piraoxistrobina
			metoxiacetamida	mandestrobin
			metoxicarbamatos	piraclostrobina pirametostrobina triclopiricarb
			oximino-acetatos	kresoxim-metil trifloxistrobina
			oximino-acetamidas	dimoxistrobin fenaminstrobin metominostrobin orysastrobin
			oxazolidina-dionas	famoxadona
			dihidro-dioxazinas	fluoxastrobina
			imidazolinonas	fenamidona
			bencilcarbamatos	piribencarb
		11A	tetrazolinonas	metiltetraprole
	21		ciano-imidazol	ciazofamida
			sulfamoil-triazol	amisulbrom
			picolinamidas	fenicoxamid, florylpicoxamid
	29		dinitrofenilcrotonatos	binapacril meptildinocap dinocap
			2,6-dinitro-anilinas	fluazinam
			(pirhidrazonas)	(ferimzona)
	30	compuestos de tri-fenil estaño	acetato de fentina cloruro de fentina hidróxido de fentina	
	38	tiofenocarboxamidas	siltiofam	
	45	triazolopirimidilamina	ametoctradina	
	D: síntesis de aminoácidos y proteínas	9	anilino-pirimidinas	ciprodinil mepanipyrim pirimetanil
		23	antibiótico ácido enopiranurónico	blastidina-S
		24	antibiótico hexopiranosilo	kasugamicina
25		antibiótico glucopiranosilo	estreptomina	
41		antibiótico tetraciclina	oxitetraciclina	

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

E: transducción de señales	13	ariloxiquinolina	quinoxifeno
		quinazolinona	proquinazida
	12	fenilpirrol	fenciclonil fludioxonil
	2	dicarboximidas	clozolinato dimetaclona iprodiona procimidona vinclozolina
F: síntesis o transporte de lípidos / integridad o función de la membrana	6	anteriormente dicarboximidas	
		fosforotiolatos	edifenphos iprobenfos (IBP) pirazofos
	14	ditiolanos	isoprotilano
		hidrocarbomos aromáticos	bifenil cloroneb dicloran quintozeno (PCNB) tecnazeno (TCNB) tolclofos-metila
	28	1,2,4-tiadiazoles	etridiazol
		carbamatos	yodocarb propamocarb protiocarb
		anteriormente CAA-fungicidas	
		anteriormente cepas de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (código 44 del FRAC); reclasificado a BM02 en 2020	
	anteriormente extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (aceite de árbol de té) y aceites vegetales (eugenol, geraniol, timol) Código FRAC 46, reclasificado a BM01 en 2021		
48	antibiótico antifúngico macrólido anfótero de <i>Streptomyces natalensis</i> o <i>S. chattanoogensis</i>	natamicina (pimaricina)	
	49	piperidinil-tiazolisoxazolinás	oxatiapiprolina fluoxapiprolina

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

G: biosíntesis de esteroides en membranas	3	piperazinas	triforina
		piridinas	pirifenox pirisoxazol
		pirimidinas	fenarimol nuarimol
		imidazoles	imazalil oxpoconazol pefurazoato procloraz triflumizol
		triazoles	azaconazol bitertanol bromuconazol ciproconazol difenoconazol diniconazol epoxiconazol etaconazol fenbuconazol fluquinconazol flusilazol flutriafol hexaconazol imibenconazol ipconazol mefentrifluconazol propicconazol metconazol myclobutanilpenonazol triadimezolimezolimezolimeconazol myclobutanil tetrabutanyl triadimezolimezolimezolimeconazol
	triazolintionas	protioconazol	
	5	morfolinás	aldimorfo dodemorfo fenpropimorfo tridemorfo
		piperidinas	fenpropidina piperalina
		aminas espirocetales	espiroxamina
	17	hidroxianilidas	fenhexamida
		aminopirazolinona	fenpirazamina
18	tiocarbamatos	piributicarb	
	alilaminas	terbinafina naftifina	
H: biosíntesis de la pared celular	26	Anteriormente antibiótico glucopiranosilo (validamicina)	
	19	nucleósido de peptidil pirimidina	polioxina
	40	amidas de ácido cinámico	dimetomorfo flumorph pirimorfo
		carbamatos de valinamida	bentiavalicarb iprovalicarb valifenalato
		amidas de ácido mandélico	mandipropamid
I: síntesis de melanina en la pared celular	16.1	isobenzofuranona	fthalide
		pirroloquinolinona	piroquilón
		triazolobenzotiazol	triciclazol
	16.2	ciclopropanocarboxamida	carpropamida
		carboxamida	diclocymet
		propionamida	fenoxanil
	16.3	trifluoroetilcarbamato	tolprocarb

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

P: inducción de la defensa de la planta huésped	P01	benzotiadiazol (BTH)	acibenzolar-S-metilo
	P02	bencisotiazol	probenazol (también actividad antibacteriana y antifúngica)
	P03	tiadiazolcarboxamida	tiadinil isotianil
	P04	polisacáridos	laminarina
	P05	mezcla compleja, extracto de etanol (antraquinonas, resveratrol)	extracto de <i>Reynoutria sachalinensis</i> (alga gigante)
	P06	<i>Bacillus</i> spp bacteriano	<i>Bacillus</i> spp bacteriano
		el hongo <i>Saccharomyces</i> spp.	paredes celulares de la cepa LAS117 de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	P07	fosfonatos de etilo	fosetil-AI
		ácido fosforoso y sales	
P08	éter de isotiazolilmetilo	diclobentiazox	
U: modo de acción desconocido	27	cianoacetamideoxima	cymoxanil
(Los números U que no aparecen en la lista se derivan de fungicidas reclasificados)	34	ácidos ftalámicos	tecloftalam (bactericida)
	35	benzotriazinas	triazóxido
	36	bencenosulfonamidas	flusulfamida
	37	piridazinonas	diclomezina
	U 06	fenil-acetamida	ciflufenamida
	U 12	guanidinas	dodine
	U 13	ciano-metilentiazolidinas	flutianil
	U 14	pirimidinonahidrazonas	ferimzone
	U 16	Acetatos de 4-quinolilo	tebufloquín
	U 16	tebufloquín	picarbutrazox
U 18	antibióticos glucopiranosilo	validamicina	
No especificado	NC	diverso	aceites minerales, aceites orgánicos, sales inorgánicas, material de origen biológico

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

M: productos químicos con actividad en múltiples sitios	M 01	Inorgánico	cobre (diferentes sales)
	M 02	inorgánico	azufre
	M 03	ditiocarbamatos y parientes	amobam ferbam mancozeb maneb metiram propineb tiram zinc tiazol zineb ziram
	M 04	ftalimidas	captan captafol folpet
	M 05	cloronitrilos (ftalonitrilos)	clorotalonil
	M 06	sulfamidas	diclofluanida tolilfluanida
	M 07	bis-guanidinas	iminocadina de guazatina
	M 08	triazinas	anilazina
	M 09	quinonas (antraquinonas)	dithianon
	M 10	quinoxalinas	quinometionato / quinometionato
	M 11	maleimida	fluoroimida
	M 12	tiocarbamato	methasulfocarb
BM: Biológicos con múltiples modos de acción: Extractos de plantas.	BM 01	polipéptido (lectina)	extracto de los cotiledones de plántulas de altramuza ("BLAD")
		fenoles, sesquiterpenos, triterpenoides, cumarinas	extracto de <i>Swinglea glutinosa</i>
		hidrocarburos terpénicos, alcoholes terpénicos y fenoles terpénicos	extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (aceite de árbol de té) Aceites vegetales (mezclas): eugenol, geraniol, timol

BM: Biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM 02	hongos <i>Trichoderma</i> spp.	<i>Trichoderma atroviride</i> cepa I-1237 cepa LU132 cepa SC1 cepa SKT-1 cepa 77B
			<i>Trichoderma asperellum</i> cepa T34 cepa kd
			<i>Trichoderma harzianum</i> cepa T-22
			<i>Trichoderma virens</i> cepa G-41
		el hongo <i>Clonostachys</i> spp.	Cepa de <i>Gliocladium catenulatum</i> J1446
			<i>Clonostachys rosea</i> cepa CR-7
		hongos <i>Coniothyrium</i> spp	Cepa <i>Coniothyrium minitans</i> CON / M / 91-08
		hongos <i>Talaromyces</i> spp.	Cepa de <i>Talaromyces flavus</i> SAY-Y-94-01
		el hongo <i>Saccharomyces</i> spp.	Cepa LAS02 de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
		<i>Bacillus</i> spp bacteriano	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa QST713 cepa FZB24 cepa MBI600 cepa D747 cepa F727 cepa AT-332
			<i>Bacillus subtilis</i> cepa AFS032321 cepa Y1336 cepa HAI-0404
		bacterias <i>Pseudomonas</i> spp.	Cepa AFS009 de <i>Pseudomonas chlororaphis</i>
		<i>Streptomyces</i> spp.	<i>Streptomyces griseovirides</i> cepa K61
Cepa de <i>Streptomyces lydicus</i> WYEC108			

Anexo 4. Clasificación de herbicidas según WSSA y HRAC, por sitio de acción y grupo químico. 2021 – Adaptado.

CÓDIGO WSSA	CÓDIGO HRAC	SITIO DE ACCIÓN	GRUPO QUÍMICO	ACTIVOS
1	A	Inhibición de la acetil coenzima carboxilasa (ACCasa)	Ciclohexanodionas (DIM)	Aloxidim
				Butroxydim
				Cletodim
				Cloproxidim
				Cicloxidim
				Profoxydim
				Sethoxydim
				Tepraloxidim
				Tralkoxydim
			Ariloxifenoxi-propionatos (FOP)	Clodinafop-propargilo
				Clofop
				Cihalofop-butilo
				Diclofop-metilo
				Fenoxaprop-etilo
				Fenthiaprop
				Fluazifop-butilo
				Haloxifop-metilo
				Isoxapirifop
				Metamifop
Quizalofop-etilo				
Fenilpirazolina	Pinoxaden			
2	B	Inhibición de acetolactato sintetasa (ALS)	Benzoatos de pirimidinilo	Bispiribac-sodio
				Piribenzoxim
				Piriftalido
				Piriminobac-metilo
				Piritiobac-sodio
			Sulfonanilidas	Pirimisulfán
				Triafamona
			Triazolopirimidina - Tipo 1	Cloransulam-metilo
				Diclosulam
				Florasulam

				Flumetsulam
				Metosulam
			Triazolopirimidina - Tipo 2	Penoxsulam
				Pyroxsulam
			Sulfonilureas	Amidosulfuron
				Azimsulfuron
				Bensulfuron-metilo
				Clorimurón-etilo
				Clorsulfuron
				Cinosulfuron
				Ciclosulfamurón
				Etametsulfuron-metilo
				Etoxisulfuron
				Flazasulfuron
				Flucetosulfuron
				Flupyrsulfuron-metil-Na
				Foramsulfuron
				Halosulfuron-metilo
				Imazosulfuron
				Iodosulfuron-metil-Na
				Mesosulfuron-metilo
				Metazosulfuron
				Metsulfuron-metilo
				Nicosulfuron
				Ortosulfamuron
				Oxasulfuron
				Primisulfuron-metilo
				Propirisulfuron
				Prosulfuron
				Pirazosulfuron-etilo
				Rimsulfuron
			Sulfometuron-metilo	
			Sulfosulfuron	
			Triasulfuron	

				Tribenurón-metilo
				Thifensulfuron-metilo
				Trifloxisulfuron-Na
				Triflusalufuron-metilo
				Tritosulfuron
			Imidazolinonas	Imazametabenz-metilo
				Imazamox
				Imazápico
				Imazapyr
				Imazaquín
			Triazolinonas	Imazethapyr
				Flucarbazona-Na
				Propoxicarbazona-Na
				Thiencarbazone-metil
				5
Atrazina				
Ametryne				
Aziprotryne = aziprotryn				
Clorazina				
CP 17029				
Cianazina				
Ciprazina				
Desmetryne				
Dimetametrina				
Dipropetrina				
Eglinazina-etilo				
Ipazina				
Methoprotryne = metoprotryn				
prociazina				
Proglinazina-etilo				
Prometon				
Prometrina				
Propazina				

				Sebutilazina
				Secbumeton
				Simetryne
				Simazine
				Terbumeton
				Terbutilazina
				Terbutrina
				Trietazina
			Triazolinona	Amicarbazona
			Triazinonas	Etiozina
				Hexazinona
				Isometiozina
				Metamitron
				Metribuzin
			Uracilos	Bromacil
				Isocil
				Lenacil
				Terbacil
			Fenilcarbamatos	Clorprocarb
				Desmedifam
				Fenisofam
				Fenmedifam
			Piridazinona	Cloridazón (= pirazona)
				Brompirazona
			Ureas	Benzthiazurón
				Bromuron
				Buturon
				Clorbromuron
				Clorotolurón
				Cloroxurón
				Difenoxxurón
				Dimefuron
				Diurón
				Ethidimuron

				Fenurón
				Fluometurón
				Fluotiturón
				Isoproturón
				Isouron
				Linurón
				Metobenzurón
				Metobromuron
				Metabenzotiazurón
				Metoxurón
				Monolinuron
				Monuron
				Neburon
				Paraflurón
				Siduron
				Tebuthiuron
				Tiazafluron
			Amidas	Cloranocryl = dicryl
				Pentanoclor
				Propanil
6	C3	Inhibición de la fotosíntesis en PSII - Histidine 215 Binders	Nitrilos	Bromofenoxim
				Bromoxinilo
				Ioxinilo
			Fenilpiridazinas	Piridato
			Benzotiadiazinona	Bentazon
22	D	Desviación de electrones PS I	Piridinos	Cyperquat
				Diquat
				Morfamquat
				Paraquat
14	E	Inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO)	Éteres de difenilo	Lactofeno
				Acifluorfen
				Bifenox
				Clornitrofen
				Fomesafen

				Fluorodifeno
				Fluoroglicofeno-etilo
				Fluoronitrofenno
				Nitrofenno
				Oxifluorfenno
				Clorometoxifeno
			Fenilpirazoles	Piraflufen-etilo
			N-fenil-oxadiazolonas	Oxadiargilo
				Oxadiazon
			N-fenil-triazolinonas	Azafenidina
				Carfentrazona-etilo
				Sulfentrazona
			N-fenil-imidas	Fluthiacet-metilo
				Butafenacil
				Saflufenacil
				Pentoxazona
				Clorftalim
				Cinidon-etilo
				Flumiclorac-pentilo
				Flumioxazina
Flumipropyn				
Trifludimoxazina				
Tiafenacil				
Otro	Pyraclonil			
12	F1	Inhibición de la fitoeno desaturasa (PDS)	Éteres de fenilo	Beflubutamida
				Diflufenican
				Picolinafen
			Heterociclos de N-fenilo	Flurocloridona
				Norflurazon
			Heterociclos de difenilo	Fluridona
				Flurtamona

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

27	F2	Inhibición de hidroxifenil piruvato dioxigenasa (4-HPPD)	Tricetonas	Mesotriona
				Sulcotriona
				Tembotriona
				Tefuriltriona
				Biciclopirona
			Fenquinoatriona	
			Pirazoles (procidio)	Benzobiciclón
				Benzofenap
				Pyrasulfotole
				Topramezone
Pirazolinato				
Isoxazoles	Pirazoxifeno			
	Tolpiralato			
33	T	Inhibición de homogentisato solanesiltransferasa	Fenoxipiridazina	Isoxaflutol
				Ciclopirimorato
13	F4	Inhibición de la desoxi-D-xyulosa fosfato sintasa (DOXP)	Isoxazolidinona	Clomazona
				Bixlozona
9	G	Inhibición de la enolpiruvil shikimato fosfato sintasa (EPSPS)	Glicina	Glifosato
10	H	Inhibición de la glutamina sintetasa	Ácidos fosfínicos	Glufosinato de amonio
				Bialafos / bilanafos
18	I	Inhibición de la dihidropteroato (DHP) sintetasa	Carbamato	Asulam
3	K1	Inhibición del ensamblaje de microtúbulos	Dinitroanilinas	Benefin = benfluralina
				Butralina
				Dinitramina
				Etalfluralina
				Flucloralina
				Isopropalina
				Nitralina
				Prodiamina
				Profluralin

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

				Oryzalin
				Pendimetalina
				Trifluralin
			Piridinas	Ditiopir
				Tiazopir
			Fosfoamidatos	Butamifos
				DMPA
Ácido benzoico	Clortal-dimetilo = DCPA			
Benzamidas	Propizamida = pronamida			
23	K2	Inhibición de la organización de los microtúbulos	Carbamatos	Barban
				Carbetamida
				Clorbufam
				Clorprofam
				Profam
				Barrido
29	L	Inhibición de la síntesis de celulosa	Triazolocarboxamida	Flupoxam
			Benzamidas	Isoxaben
			Alquilazinas	Triaziflam
				Indaziflam
Nitrilos	Diclobenil			
	Clortiamida			
24	M	Desacopladores	Dinitrofenoles	Dinosam
				Dinoseb
				DNOC
				Dinoterb
				Etinofeno
				Medinoterb
15	K3	Inhibición de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga	Azolilcarboxamidas	Cafenstrole
				Fentrazamida
				Ipfencarbazona
			α-tioacetamidas	Anilofos
				Piperofos
			Isoxazolininas	Piroxasulfona
Fenoxasulfona				

			Oxiranos	Indanofan
				Tridifano
			α -cloroacetamidas	Acetoclor
				Alaclor
				Allidochlor = CDAA
				Butacloro
				Butenaclor
				Delaclor
				Dietatil-etilo
				Dimetacloro
				Dimetenamida
				Metazacloro
				Metolaclor
				Petoxamida
				Pretilacloro
				Propacloro
				Propisocloro
				Prinacloro
				Tenilclor
			α -oxiacetamidas	Mefenacet
				Flufenacet
			Tiocarbamatos	Butilato
				Cicloato
				Dimepiperato
				EPTC
				Esprocarb
				Molinato
				Orbencarb
				Pebular
				Prosulfocarb
				Tiobencarb (= bentiocarb)
				Tiocarbazil
				Trialato
			Vernolate	
			Benzofuranos	Benfuresato

Conceptos, Clasificación y Selección de Fitosanitarios

4	O	Mímicas de auxina	Piridina-carboxilatos	Picloram
				Clopiralida
				Aminopyralid
				Halauxifeno
				Florpirauxifeno
			Piridiloxicarboxilatos	Triclopir
				Fluroxipir
			Fenoxicarboxilatos	2,4,5-T
				2,4-D
				2,4-DB
				Clomeprop
				Diclorprop
				Fenoprop
				Mecoprop
				MCPA
			Benzoatos	MCPB
				Dicamba
				Cloramben
			Carboxilatos de quinolina	TBA
Quinclorac				
Pirimidina-carboxilatos	Quinmerac			
	Aminociclopiraclor			
Otro	Benazolin-etilo			
Carboxilatos de fenilo	Clorfenaco = fenac			
	Clorfenprop			
19	P	Inhibidor de transporte de auxinas	Aрил-carboxilatos	Naptalam
				Diflufenzopir-sodio
30	Q	Inhibición de la tioesterasa de ácidos grasos	Éter bencílico	Cinmetilina
				Metiozolina
31	R	Inhibición de la fosfatasa proteica de serina treonina	Otro	Endotal
32	S	Inhibición de la solanesil difosfato sintasa	Éter de difenilo	Aclonifen
34	F3	Inhibición de la licopeno ciclasa	Triazol	Amitrol

0	Z	Desconocido		Bromobutida
				Cumyluron
				Difenzoquat
				DSMA
				Dymron = Daimuron
				Etobenzanid
			Ácido arilaminopropiónico	Flamprop-m
				Fosamina
				Metildimrón
				Monalide
				MSMA
				Ácido oleico
				Oxaziclomefona
				Ácido pelargónico
				Piributicarb
				Quinoclamina
			Acetamidas	Difenamida
				Naproanilida
				Napropamida
			Benzamida	Tebutam
			Fosforoditioato	Bensulida
			Ácidos clorocarbonicos	Dalapon
				Flupropanato
TCA				
Trifluorometano sulfonanilidas	Mefluidida			
	Perfluidona			
	CAMA			
	Ácido cacodílico			

Créditos por Fotografías:

Tema/Página	Derechos de Autor
Laboratorio/Portada	Foto de DCStudio en Freepik: https://www.freepik.com/premium-photo/biochemist-scientific-taking-green-liquid-with-micropiepte-puttin-sapling-observing-genetic-mutation-typing-biochemistry-expertise-computer-biologist-woman-working-biochemistry-laboratory_18358929.htm



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

www.cemaagri.com.do