

# Guía técnica USO DE PLAGUICIDAS EN PANAMÁ

INDICACIÓN DE RIESGOS E IMPLEMENTACIÓN  
DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN





# **Guía técnica** **USO DE** **PLAGUICIDAS** **EN PANAMÁ**

**INDICACIÓN DE RIESGOS E IMPLEMENTACIÓN  
DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Ph. D. Jorge Luis Requena N.

Panamá, 2022

© **Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2022**

Primera edición: febrero 2022

<https://mida.gob.pa>

Ministerio de Desarrollo Agropecuario - Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (MIDA),  
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),  
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Autor: Jorge Luis Requena Nuñez

Guía técnica: *Uso de plaguicidas en Panamá: Indicación de riesgos e implementación de medidas de mitigación*. Panamá / MIDA, 2022. 104 páginas.

ISBN 978-9962-665-06-9 (versión impresa)

Esta publicación tiene la colaboración de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y está cofinanciada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

---

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del *copyright*. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

---

Impreso en Panamá



El Dr. Jorge Luis Requena N. realizó estudios de Ingeniería y cuenta con una maestría y un doctorado en Agroquímica y Toxicología de la Academia de Agricultura Timiriazev de Moscú (Rusia). Se ha desempeñado por más de 25 años en el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá, dentro de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Fue elegido en el periodo 2017-2020 como miembro del Comité de Examen de Productos Químicos del Convenio de Rotterdam, en representación de América Latina y el Caribe. Actualmente es autoridad nacional designada (AND) ante el Convenio de Rotterdam para temas de plaguicidas y coordinador nacional del Proyecto de aplicaciones terrestres de plaguicidas (Resuelto 42).



# ÍNDICE

Abreviaturas y siglas	ix
<hr/>	
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>2. Los plaguicidas como agroquímicos</b>	<b>2</b>
<hr/>	
2.1. En la búsqueda de una mejor definición de plaguicidas	4
2.2. Importación de plaguicidas a Panamá	5
2.3. Clasificación funcional de los plaguicidas	5
2.3.1. Clasificación de plaguicidas según criterios básicos	6
2.4. Situación nacional sobre el uso de plaguicidas	9
2.4.1. Volúmenes de herbicidas importados	12
2.4.2. Volúmenes de fungicidas importados	14
2.4.3. Volúmenes de insecticidas importados	17
2.5. Formulaciones de plaguicidas y sus componentes	19
2.6. Registro de plaguicidas en Panamá	22
2.7. Los plaguicidas como agentes tóxicos y contaminantes	23
2.8. Ciclo de vida de los plaguicidas. Problemas de disposición final	24
2.9. Regulaciones de orden legal sobre plaguicidas en Panamá	25
2.10. Estudio de caso: aplicación de la nanotecnología en la síntesis química de nuevos plaguicidas	29
2.11. Autoevaluación	30
<hr/>	
<b>3. Riesgos asociados al uso de plaguicidas en Panamá</b>	<b>34</b>
3.1. Definición de riesgo, peligro y de ciertas propiedades fisicoquímicas	34
3.1.1. Riesgos por el deterioro en la calidad del agua	38
3.1.2. Riesgos por la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos de origen vegetal	39
3.1.3. Riesgos por la acumulación o retención de residuos en el suelo	40
3.1.4. Riesgos por la contaminación del aire	41
3.1.5. Riesgos toxicológicos y descripción de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP)	41
3.1.6. Riesgos ecotoxicológicos	44

3.2. Estudio de caso: contaminación del río La Villa por atrazina	46
3.3. Autoevaluación	48

---

## **4. Medidas de mitigación para reducir el impacto negativo de los plaguicidas en Panamá** 51

4.1. Importancia de la evaluación de riesgo de plaguicidas	51
4.1.1. Evaluación de riesgo de plaguicidas y los drones	54
4.2. Medidas de protección en actividades de campo	54
4.2.1. Principales medidas para disminuir los riesgos de exposición a plaguicidas en condiciones de campo	55
4.2.1.1. Etiqueta y panfleto	55
4.2.1.2. Almacenamiento de plaguicidas en finca	56
4.2.1.3. Manejo de fugas y derrames	57
4.2.1.4. Equipo de protección personal (EPP)	58
4.2.1.5. Capacitación de aplicadores. Requerimientos mínimos	60
4.2.1.6. Triple lavado y disposición de envases vacíos	61
4.2.1.7. Camas biológicas	62
4.2.1.8. Selección de boquillas y calibración de equipos de aspersión manual de espalda	64
4.3. Implementación del manejo integrado de plagas (MIP)	65
4.4. Importancia del pH del agua, su dureza y turbiedad para potenciar el efecto de los plaguicidas	66
4.5. Revisión parcial de la agenda química internacional y compromisos pactados en materia de plaguicidas	68
4.6. Estudio de caso: cómo se salvó el águila calva de su extinción en los Estados Unidos en la década de 1970	72
4.7. Autoevaluación	73

---

Glosario	76
----------	----

---

Anexo 1. Plaguicidas prohibidos para el uso en la agricultura de la República de Panamá (Resuelto N.º 74 del 18 de septiembre de 1997 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario)	80
--	----

Anexo 2. Lista de plaguicidas prohibidos según Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011 de 10 de junio de 2011 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario	83
---	----

Anexo 3. Lista de plaguicidas restringidos según Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011 de 10 de junio de 2011 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario	83
---	----

Anexo 4. Lista de plaguicidas altamente peligrosos registrados en Panamá, con indicación de su toxicidad, carcinogenicidad y otras características	84
--	----

Anexo 5. Temas propuestos del curso de capacitación para aplicadores terrestres de plaguicidas	87
--	----

---

Bibliografía	88
--------------	----

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>ARAP</b>	Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá
<b>BPA</b>	buenas prácticas agrícolas
<b>BPP</b>	buenas prácticas pecuarias
<b>BPM</b>	buenas prácticas de manufactura
<b>DDT</b>	diclorodifeniltricloroetano
<b>DNSV</b>	Dirección Nacional de Sanidad Vegetal
<b>EFSA</b>	Agencia Europea de Seguridad Alimentaria
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>IARC</b>	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
<b>IAP</b>	intoxicación aguda por plaguicidas
<b>LMR</b>	límite máximo de residuo
<b>MIDA</b>	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
<b>MIP</b>	manejo integrado de plagas
<b>OIEA</b>	Organismo Internacional de Energía Atómica
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>SAICM</b>	enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional
<b>SGA</b>	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos
<b>TCCD</b>	2,3,5,7 tetraclorodibenzo-p-dioxina
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>USEPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos



# 1. INTRODUCCIÓN

El aporte de los plaguicidas en el combate de diversas plagas es invaluable. En la agricultura y la ganadería de nuestros países se invierten cuantiosos recursos para la adquisición de tales insumos fitosanitarios, principalmente de aquellos que hoy llamamos orgánico-sintéticos. La polémica mundial en torno a su uso crece día a día: ya no podemos negar los problemas frecuentes de contaminación de alimentos y matrices ambientales (suelo, agua, aire) y de intoxicaciones agudas y crónicas en humanos, ocasionados por los plaguicidas.

Panamá brinda excelentes condiciones de suelo y clima que facilitan la siembra y producción de un número significativo de especies vegetales y animales durante todo el año, pero esas mismas condiciones permiten que las especies hoy llamadas plagas también prosperen. Para el control de dichas plagas, la estrategia más utilizada por los agricultores panameños sigue siendo la opción química.

Nuestros productores invierten una cantidad significativa de sus recursos en la compra de plaguicidas provenientes de otros países del mundo. En esta guía se aborda el tema de las importaciones, brindando información sobre la comercialización de plaguicidas de la clase herbicida, fungicida e insecticida. Se mencionan los ingredientes activos más utilizados por los productores y se presenta una descripción de algunas propiedades toxicológicas y fisicoquímicas que ayudan a predecir el destino o comportamiento de los plaguicidas después de su liberación.

A través de la lectura de este documento, respondemos a situaciones relacionadas con los procedimientos sobre el registro de plaguicidas, el ciclo de vida de estos y los instrumentos legales más importantes que regulan el uso nacional de tales recursos químicos.

Los técnicos podrán evaluar los riesgos asociados al uso de los plaguicidas más empleados en Panamá, el deterioro ambiental que ellos pueden producir y los problemas de contaminación de los alimentos, especialmente, los de origen vegetal.

Por otra parte, se ofrece información de estudios sobre los plaguicidas detectados en diversas fuentes de origen vegetal, cuencas hidrográficas importantes del país y suelos.

La evaluación de la información suministrada sobre plaguicidas por organismos internacionales de referencia, contrastada con la base de datos de las formulaciones registradas en Panamá, permitió crear una lista de ingredientes activos de particular peligro para el ambiente, el humano y otras especies importantes. Esa lista nacional corresponde a los plaguicidas altamente peligrosos (PAP).

Basados en toda la documentación previa presentada sobre los plaguicidas más vendidos en Panamá, preparamos a los lectores a elegir las estrategias que conduzcan a una minimización de los impactos adversos que pueden ocasionar los agrotóxicos, tales como manejo integrado de plagas (MIP), cumplimiento de buenas prácticas agrícolas, pecuarias y de manufactura en actividades de campo, consideración del pH y dureza del agua, y cumplimiento de los compromisos pactados por Panamá en el ámbito de la agenda química internacional.

## 2. LOS PLAGUICIDAS COMO AGROQUÍMICOS

**“La paz mundial no se va a construir en estómagos vacíos. Niéguese a los agricultores hoy en día el uso de fertilizantes comerciales y de otras ayudas químicas y el mundo estará condenado, no al envenenamiento sino a la muerte por hambre”.**

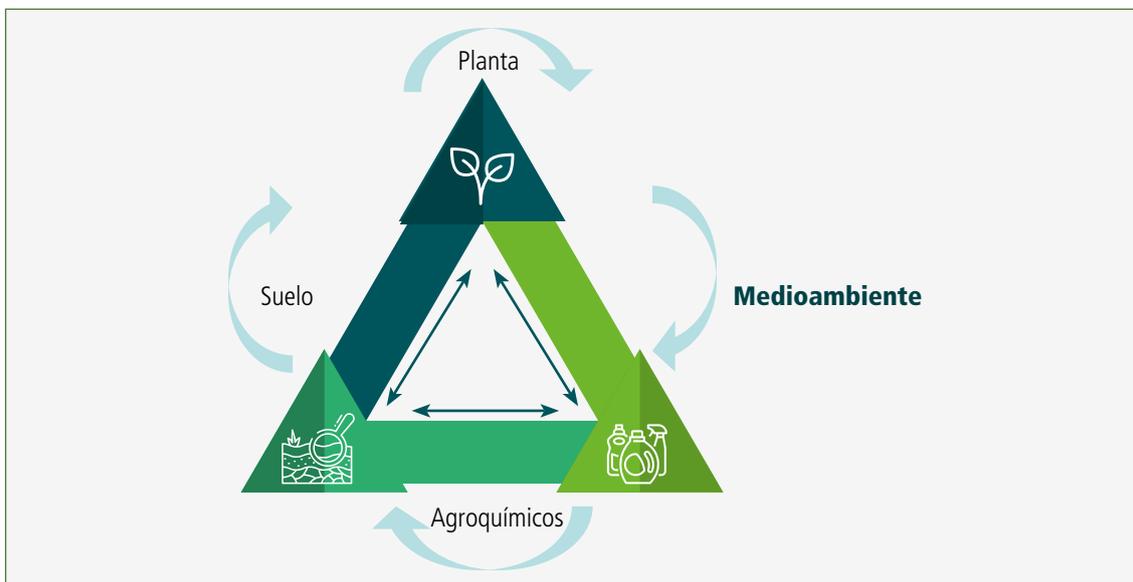
*Dr. Norman E. Bourlaug  
Premio Nobel de la Paz, 1970*

Desde el redescubrimiento de los organoclorados —principalmente del DDT en 1939 (Unsworth 2010 y CropLife Canada 2002)— y su amplio uso en la agricultura, la humanidad se empoderó del concepto plaguicida. En particular, nosotros los hispanos empezamos a popularizar dicho concepto, aunque otros se quedaron con el término pesticida (por ser un anglicismo, derivado de *pesticide*, usaremos más la palabra plaguicida).

Para esa misma época, se labran exitosamente su futuro en la agricultura mundial los fertilizantes minerales. Se establece así una fuerte dependencia del sector agropecuario con respecto a los químicos sintetizados o formulados por el hombre, y se abre camino, de manera arrolladora, la “quimización” en la agricultura.

La química de la agricultura o **agroquímica** es la ciencia que considera relaciones recíprocas entre plantas, suelos y sustancias químicas empleadas en todas las etapas de manejo del cultivo. Estudia, además, el ciclo de esas sustancias en la agricultura y el empleo de fertilizantes, plaguicidas, reguladores de crecimiento, defoliantes, desecantes y otros, con el objeto de incrementar la cosecha, mejorar la calidad de los productos de origen vegetal, controlar plagas y elevar la fertilidad del suelo. Estudia, también, el efecto de lo anterior sobre el medioambiente.

**Figura 1. Interrelaciones entre planta, suelo, agroquímicos y ambiente**



¿Desde cuándo empezaron a ser usados los plaguicidas como agroquímicos? Desde épocas remotas el hombre ha combatido a las plagas y, por lo tanto, ha utilizado plaguicidas. Su uso data desde los tiempos del Imperio Romano. Los romanos usaban los vapores del azufre para el control de insectos y la sal para las malezas.

La década de los treinta del siglo XX marca el verdadero comienzo de la era de los plaguicidas. Se comercializan los primeros plaguicidas orgánicos de síntesis. Entre los más importantes de estos tenemos los insecticidas derivados del tiocianato de alquilo (1930) y los fungicidas ditiocarbámicos (1934).

La historia de los plaguicidas organoclorados comienza con el descubrimiento del DDT, que se convierte pronto en el insecticida más utilizado en el mundo. Ejércitos de diferentes partes del mundo usaron el DDT para la protección de sus tropas contra la malaria, tifus y otras enfermedades transmitidas por vectores.

Las dos décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial fueron testigo del amplio uso de los organoclorados, especialmente el DDT en Norteamérica, y ciclodienos como el endrín, aldrín y dieldrín, y el hexaclorociclohexano (HCH) en Gran Bretaña y Japón.

Sin embargo, el uso extensivo de organoclorados en el control de plagas ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medioambiente, lo que ha llevado a su declive paulatino en los países desarrollados a partir de los años setenta. Estos organoclorados, desde hace más de dos décadas, fueron prohibidos en Panamá para su uso en actividades agrícolas y pecuarias.

En la década de 1950 y 1960, compuestos como el paratión y malatión reemplazaron parcialmente al DDT y a los ciclodienos. A finales de los años cincuenta, los carbamatos (sevín) comienzan también a comercializarse.

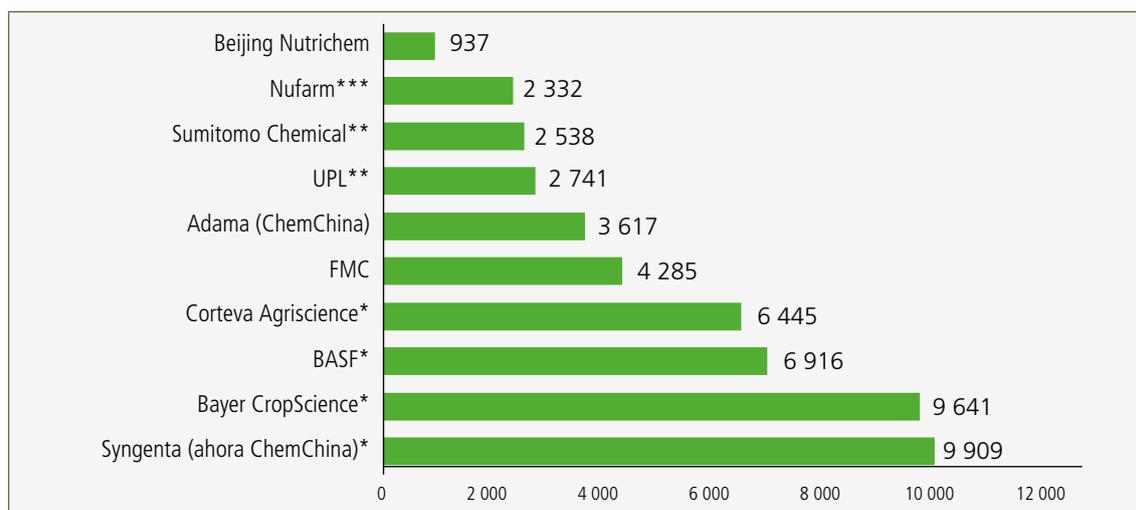
Aunque los primeros piretroides se sintetizaron en la década de 1940, su desarrollo como insecticidas de importancia comercial no ocurrió hasta finales de los años setenta (Lovato 2018). El primer piretroide sintético fue la aletrina, al que siguieron varios más, hasta que se logró obtener compuestos como la permetrina y la cipermetrina. La década de los años ochenta da paso a las avermectinas y un poco más tarde a los neonicotinoides (Mérida y Lamoth 1998 y Martínez 2008).

Los herbicidas sintéticos se introdujeron al mercado después de la Segunda Guerra Mundial. Uno de los herbicidas más importantes ha sido el 2,4-D (derivado del ácido fenoxiacético), que se comercializó por primera vez en Estados Unidos en 1945. Su mezcla con el 2,4,5-T fue conocida como “agente naranja” y se usó con fines estratégicos en la guerra de Vietnam.

No importa cómo, los agroquímicos después de su aplicación quedan depositados, fijados o absorbidos en el suelo por algún tiempo. Luego, inevitablemente, estas sustancias emigran a las aguas superficiales o subterráneas provocando su contaminación; otras se almacenan en los organismos vivos (bioacumulación) o llegan a alterar y afectar el complejo suelo-planta-agua.

Es importante destacar y, a la vez, aclarar que dentro del concepto de plaguicidas no se incluye a los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimentarios, ni medicamentos para animales. Resaltamos este hecho porque sigue siendo muy común escuchar lo contrario a través de los medios masivos de información, es decir, la insistencia de incorporar a los fertilizantes minerales principalmente al grupo de los plaguicidas. Lo único cierto es que ambos son agroquímicos.

**Gráfico 1. Empresas líderes en la venta de agroquímicos a nivel mundial en 2018 (en millones de USD)**



Fuente: L. Fernández. 2018. En Agrow Agribusiness Intelligence, citado por Statista.

\* Excluye la venta de semillas y otros insumos no agroquímicos

\*\* Año terminado el 31 de marzo de 2018/19 y excluye la venta de semillas si las produce

\*\*\* Año terminado el 31 de julio de 2017/18 y excluye la venta de tecnologías de semillas

En general, el uso de agroquímicos crece ininterrumpidamente en cantidad y en capital. La gráfica de arriba, con algunas modificaciones, deja claro que el control mayoritario sobre las ventas de agroquímicos en el mundo recae sobre Syngenta, hoy ChemChina, con 9 099 millones de dólares, y que entre las diez empresas indicadas se comercializan 49 361 millones de dólares. Este lucrativo negocio va a dejar a la industria unos 308 000 millones de dólares en ventas para el 2025 (Fernández 2018).

Existe en nuestro país un alto consumo de plaguicidas. Como en otros países del continente, esto ocurre también por varias razones:

- condiciones climáticas óptimas para un número plural de insectos, malezas y proliferación de enfermedades fungosas y bacterianas;
- tecnificación de la agricultura en forma de monocultivos (banano, plátano, caña de azúcar, café, cacao);
- baja disponibilidad de mano de obra por su migración a las zonas urbanas;
- accesibilidad y disponibilidad de los plaguicidas para el público en general;
- rapidez de acción de los productos químicos y su relativo fácil uso;
- sistema público de extensión agropecuaria afectado por la presencia e intereses de agentes comercializadores de agroquímicos; y
- falta de difusión de alternativas existentes en materia de manejo integrado de plagas (MIP), agricultura orgánica o agricultura ecológica.

## 2.1. En la búsqueda de una mejor definición de plaguicidas

Empecemos por definir qué es una **plaga** desde la óptica del fitotecnista. Bajo la denominación de **plaga** se incluyen insectos, hierbas, pájaros, mamíferos, moluscos, peces, nematodos, hongos, bacterias y otros organismos microscópicos que compiten con los humanos por los alimentos de origen vegetal o animal, propagan enfermedades o son vectores de estas, y aquellas que pueden causar molestias y daños en nuestros hogares y propiedades. Es decir, organismos vivos que causan un perjuicio o daño a los vegetales, animales y a los mismos humanos.

Para el combate de esas plagas el humano empezó a utilizar los plaguicidas. Por décadas su aporte a la agricultura fue significativo. Sin embargo, el uso indiscriminado de dichos insumos trajo consigo problemas de resistencia de las plagas, su control se tornó difícil y surgieron otras en reemplazo de las plagas principales. Un buen ejemplo lo representan la mosca blanca y los ácaros: estos anteriormente no abundaban y no eran una molestia para los productores.

En fin, mientras la humanidad no disponga de otras herramientas tan efectivas para el control de plagas, nuestra apuesta estará del lado de los plaguicidas. Nos ocuparemos ahora de definir **plaguicida** y para ello ofreceremos varias definiciones:

La FAO en el 2003, a través del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, en su artículo 2, define el término **plaguicida** como, "cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte".

En la Ley 47 del 9 de julio de 1996, por la cual se dictan medidas de protección fitosanitaria en Panamá y se adoptan otras disposiciones, del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), el término **plaguicida** se define como "sustancia o mezcla de sustancias de origen químico, biológico o biotecnológico, destinadas a prevenir, repeler, atraer, controlar y destruir organismos biológicos nocivos a las plantas y productos vegetales. El término incluye los insecticidas, fungicidas, herbicidas,

acaricidas, molusquicidas, nematocidas, rodenticidas; los reguladores de crecimiento, desecantes, defoliadores, los agentes para reducir la densidad de frutas o los agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto de su deterioro durante el almacenamiento y transporte, y otros tales como los aditivos”.

Haciéndonos eco de cientos de comentarios en torno a estas dos definiciones, he hecho el intento de ofrecer una definición más corta sin perder la idea de lo principal. Así, tenemos que **plaguicida es cualquier sustancia orgánica o inorgánica o mezcla de ambas destinada a prevenir, repeler, atraer, controlar y destruir organismos biológicos zoo y fitonocivos que interfieren negativamente en la cadena productiva, agropecuaria en general, y en la existencia de la especie humana.**

**El término incluye también aditivos, desecantes, defoliadores, agentes para reducir la densidad de la fruta o su caída prematura y reguladores de crecimiento, aplicados durante el ciclo de producción y después de la cosecha de los vegetales.**

## 2.2. Importación de plaguicidas a Panamá

El uso de plaguicidas en la República de Panamá se inició hace más de setenta años con las actividades intensivas de producción agropecuaria, como la ganadería y el cultivo del banano y la caña de azúcar. No obstante, el sector de salud pública ha empleado los plaguicidas en el control de vectores de enfermedades tropicales, desde que se inició la construcción del canal de Panamá en las primeras décadas del siglo XX.

Las primeras importaciones de plaguicidas organoclorados (DDT, aldrín, dieldrín, entre otros) se dan en la década de 1940 por la necesidad de controlar plagas en el cultivo del banano; otra parte llegó a utilizarse desde 1946 en el área canalera del país para lidiar con los problemas del paludismo y la malaria (MINSA y PNUMA 2008).

La gran variedad de especies de plagas en el medio agrícola y pecuario panameño, así como las condiciones climáticas propicias para su rápido desarrollo, han causado pérdidas importantes en el sector agropecuario, tanto en el nivel de la producción en los campos como en la poscosecha.

En particular, los cultivos son afectados por la mosca del Mediterráneo, el nematodo dorado de la papa, la mancha mantecosa, la roya del cafeto, la roya de la caña de azúcar, la moniliasis del cacao, el ácaro del vaneado del arroz, el gusano cogollero del maíz, la sigatoka negra del banano, la tristeza de los cítricos, el mal seco del otoo, la antracnosis del ñame y otras plagas.

En Panamá no se han levantado laboratorios para la síntesis de nuevos plaguicidas o de plaguicidas ya existentes: somos por excelencia importadores. Actualmente, contamos con tres distribuidoras de agroquímicos localizadas en Panamá, dedicadas a la formulación de un número reducido de plaguicidas químicos sintéticos. Para ello: se importa la materia técnica, se diluye, se le agrega solventes y otros componentes, y se la etiqueta de manera conveniente para su registro en el Departamento de Agroquímicos de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

En consecuencia, la mayoría de los productos comerciales demandados por el sector agropecuario nacional provienen de otros países, principalmente de China, Guatemala, Venezuela, Estados Unidos, India, Costa Rica, Colombia y México (MIDA 2020).

## 2.3. Clasificación funcional de los plaguicidas

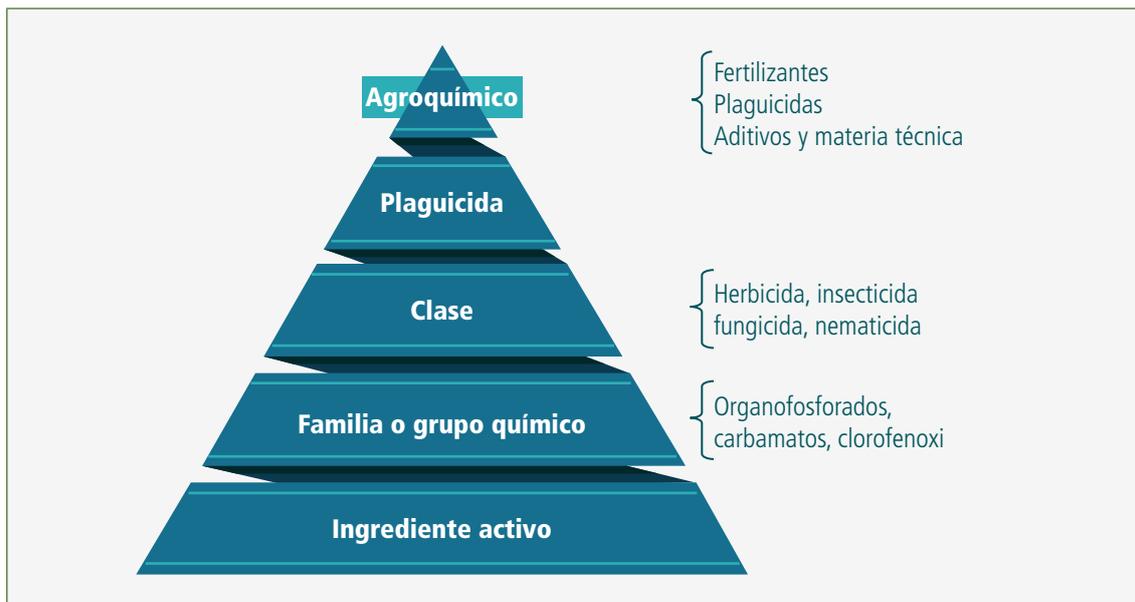
Al igual que en otros países de América Latina, en Panamá no usamos un lenguaje uniforme cuando hablamos de plaguicidas, lo que lleva a cometer errores involuntarios al momento de referirnos a ellos. Consideramos importante, por tal razón, crear consciencia en torno a la clasificación más simple posible de los plaguicidas de acuerdo a los organismos-plaga que controlan, a su mecanismo y a su modo de acción.

Los plaguicidas forman parte de los agroquímicos y, por las funciones que desempeñan en ciertos organismos vivos, dividimos a dichos insumos en tres categorías:

- clases;
- familias o grupos químicos; e
- ingredientes activos.

El diagrama de abajo describe, a través de un triángulo, las asociaciones existentes entre los plaguicidas y las relaciones de jerarquía que se dan entre los diversos componentes. El diagrama permite incluso determinar de dónde se derivan dichos insumos fitosanitarios.

**Figura 2. Jerarquía de plaguicidas**



Fuente: Elaboración propia

Dentro de una misma **clase** podemos distinguir **familias o grupos químicos**. Por ejemplo, el 2,4-D pertenece a la familia de los clorofenoxi o ácidos fenoxiacéticos; el malatión y el diazinón, al grupo químico de los organofosforados.

En la base del triángulo encontramos a los **ingredientes activos** que se comercializan en los expendios. La cantidad que entra al territorio nacional por año es variable: por ejemplo, en el 2019 ingresaron 7,32 millones de kilogramos y en el siguiente año de análisis solo se reportó una importación de 4,73, una disminución que se puede atribuir a la pandemia de COVID-19.

### 2.3.1. Clasificación de plaguicidas según criterios básicos

Los plaguicidas se clasifican de acuerdo a diversos criterios en:

- a) organismo-plaga que se desea controlar;
- b) composición química;
- c) grado de toxicidad; y
- d) actividad o área de interés en los que se utilizan

**a) Organismo-plaga que se desea controlar.** Para nombrar a estos plaguicidas, se toma la raíz de la palabra del grupo de organismos que se desea controlar y se le agrega la terminación "cida", que significa matar. En el Cuadro 1 se ofrecen ejemplos de esta nomenclatura.

**Cuadro 1. Clasificación de los plaguicidas según el grupo de organismos que se desea controlar**

Efecto biocida	Organismo a controlar	Efecto biocida	Organismo a controlar
Acaricida	Ácaros	Garrapaticida	Garrapatas
Afícida	Áfidos o pulgones	Insecticida	Insectos
Arbusticida	Malezas en general	Larvicida	Larvas
Avícida	Aves	Molusquicida	Moluscos
Bactericida	Bacterias	Nematicida	Nematodos
Columbicida	Palomas y tórtolas	Piojicida	Piojos
Formicida	Hormigas	Pulguicida	Pulgas
Funguicida	Hongos	Raticida	Ratas
Herbicida	Malezas	Rodenticida	Roedores

Fuente: Elaboración propia

Si el problema son las malezas o plantas indeseables en las parcelas de producción se recurre a la compra de un producto que genere un efecto biocida contra dichos organismos vivos, es decir, adquirimos un herbicida.

**b) Composición química.** Los plaguicidas se agrupan en grandes grupos según su composición química, a saber: inorgánicos, orgánicos sintéticos y orgánicos naturales.

- **Inorgánicos:** compuestos químicos cuya base o ingrediente activo es un metal o un elemento inorgánico, como oxiclورو de cobre o sulfato de cobre pentahidratado
- **Orgánicos sintéticos:** grupo de plaguicidas que han sido sintetizados a partir de compuestos orgánicos. A este grupo pertenecen la gran mayoría de los preparados utilizados en el mundo.
- **Orgánicos naturales:** los más utilizados son de origen botánico (extractos vegetales) y se les ha empleado en el combate de plagas insectiles. Entre los más conocidos se encuentran la nicotina, la rotenona, la capcisina, la piretrina, la azadiractina, entre otros. Plaguicidas naturales de gran importancia son también los antibióticos, producidos por microorganismos vivientes (kasugamicina, estreptomycin, terramicina) y ciertos insecticidas biológicos o microbiales como el *Bacillus thuringiensis*.

**c) Grado de toxicidad.** De acuerdo a su toxicidad, tenemos plaguicidas que producen en los organismos vivos efectos inmediatos y otros solo a largo plazo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado una clasificación, sujeta a actualizaciones periódicas. En el Cuadro 2 se observa el pictograma, la categoría toxicológica y su frase distintiva.

**Cuadro 2. Clasificación de plaguicidas agrícolas por su peligrosidad, según la OMS**

Categoría /clase	Pictograma	Frase de advertencia	Color	DL <sub>50</sub> aguda para la rata (mg/kg de peso corporal)	
				Oral	Dérmica
Ia/ Sumamente peligroso		Muy tóxico		<5	<50
Ib/ Muy peligroso		Tóxico		5-50	50-200
II/ Moderadamente peligroso		Dañino		50-200	200-2 000
III/ Poco peligroso	Sin símbolo	Cuidado		Más de 2 000	Más de 2 000
U/ Poco probable que presente un peligro agudo	Sin símbolo	Precaución		5 000 o más	

Fuente: OMS. 2020. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019.

Además, se dan los valores de dosis letal media ( $DL_{50}$ ) para formulaciones sólidas y líquidas, cuando la misma es suministrada por vía oral y dérmica. Esta modalidad de clasificación, también avalada por la FAO, establece, por tanto, los siguientes criterios para clasificar a los plaguicidas:

- dosis letal media ( $DL_{50}$ ) aguda oral y dérmica;
- exposición o contacto por vía oral y dérmica; y
- exposición o contacto solo aplica para formulaciones sólidas y líquidas.

En la práctica, la mayoría de las clasificaciones se basarán en la  $DL_{50}$  aguda por vía oral. Sin embargo, siempre se ha de tener en cuenta la toxicidad por vía dérmica. Cuando para un determinado plaguicida los valores de la  $DL_{50}$  dérmica indican un riesgo mayor que los de la  $DL_{50}$  oral, habrá que basar la clasificación en los datos de toxicidad cutánea e incluir el plaguicida en la clase que indique mayor peligrosidad.

Otra modalidad de clasificación está dada por el **Sistema Globalmente Armonizado** (SGA o GHS), que presenta algunas modificaciones al anterior criterio de clasificación (ONU 2013). Estas modificaciones pueden ser observadas en el Cuadro 3. A partir de diciembre de 2020, Panamá, así como otros países de Centroamérica, completaban su transición al Reglamento Técnico Centroamericano, conocido como RTCA, principalmente en el tema de adopción del SGA sobre etiquetado de plaguicidas. No obstante, esta fecha se ha postergó por los problemas derivados de la pandemia de COVID-19 hasta junio de 2022.

La categoría toxicológica a la que pertenece determinado producto se puede conocer fácilmente: existe una banda en la parte inferior del etiquetado que así lo muestra.

**Cuadro 3. Diferencias importantes entre OMS y SGA respecto a ciertos criterios toxicológicos**

OMS					
	Categoría 1a	Categoría 1b	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Símbolo				Sin símbolo	Sin símbolo
Palabra de advertencia	Muy tóxico	Tóxico	Dañino	Cuidado	Precaución
Color de la banda					
$LD_{50}$ aguda oral	5	50	2 000	>2 000	>5 000

SGA					
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
Símbolo					Sin símbolo
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Atención
Color de la banda					
$LD_{50}$ aguda oral	5	50	300	2 000	>5 000

**Fuentes:** OMS. 2020. *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019*. ONU. 2015. *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos*.

**d) Actividad o área de interés en los que se utilizan.** Se refiere a los usos que reciben los plaguicidas en: actividades agrícolas y pecuarias, salud pública, área doméstica, edificaciones y medios de transporte y áreas de uso público.

## 2.4. Situación nacional sobre el uso de plaguicidas

La tecnificación de la agricultura en forma de monocultivos junto con las condiciones climáticas favorables del trópico han facilitado el desarrollo de un número creciente de plagas: insectos fitófagos, hongos y bacterias fitopatógenas, malezas y otros organismos perjudiciales.

A partir de la revolución verde, surge la opción química como una solución rápida y efectiva para los agricultores en el combate de esos organismos-plaga. Sin embargo, la humanidad no solamente se ha preocupado por controlar químicamente a las plagas que atacan los cultivos, también los insectos vectores de enfermedades han sido combatidos de esa manera.

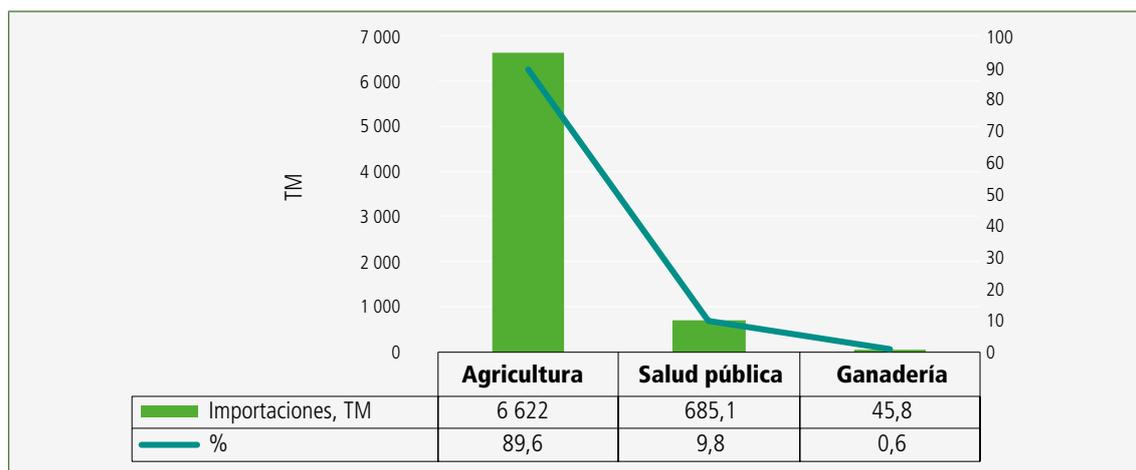
Mientras la agricultura alternativa no ofrezca recetas seguras para la protección fitosanitaria de los vegetales, el combate de los organismos hostiles seguirá efectuándose mediante el empleo de plaguicidas. Aunque no es bien visto por los defensores de la agricultura orgánica, la FAO mantiene sus reservas en cuanto a considerar esta modalidad de producción como una opción real para resolver los problemas actuales de seguridad alimentaria. Según palabras de Jacques Diouf, en su momento director general de la FAO, la agencia no tiene ninguna razón para creer que la agricultura orgánica pueda sustituir a los sistemas agrícolas convencionales para lograr la seguridad alimentaria mundial (FAO 2007).

Lo cierto es que la humanidad seguirá creciendo y, con ella, se incrementarán los problemas de abastecimiento de alimentos. Se requerirá cada vez más de la implementación de tecnologías innovadoras para sostener los 7 700 millones de personas que hoy viven en el planeta y los 9 700 millones que se prevé lo ocupen hacia el año 2050.

La información que suministraremos a continuación nos revela la condición reinante en Panamá respecto al uso de los plaguicidas, información que definitivamente llama a la reflexión y a la necesidad de impulsar cambios en los procesos productivos.

La agricultura es la actividad económica en Panamá que hace mayor uso de los plaguicidas, en variedad y cantidad. Según la Contraloría General de la Nación, citada por el MIDA 2000, las cantidades de plaguicidas importados en el país durante 1997-1999 estaban mayoritariamente dirigidos al sector de la agricultura con 89,6% o 6 622 toneladas métricas y, en menor proporción, a los sectores de la ganadería y la salud pública, el sector doméstico y el industrial (ver Gráfico 2).

**Gráfico 2. Volumen de plaguicidas importados a Panamá, en toneladas (1997-1999)**



Fuente: Datos de la Contraloría General de la Nación. Citado en MIDA 2000.

Sin embargo, para finales de ese mismo periodo, los datos históricos del Departamento de Agroquímicos de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del MIDA, respecto al uso de plaguicidas en la agricultura panameña, apuntaba que en 1999 se habían adquirido realmente 3 515 toneladas de plaguicidas para empleo en la agricultura, lo cual representaba el 7,9% de las importaciones de agroquímicos (MIDA 2000).

La población panameña censada en el año 2000 era de 2,8 millones de habitantes. Se deduce entonces que el uso o aplicación per cápita de los plaguicidas es de **1,25 kg**, que es el doble, si lo comparamos con las estimaciones dadas por el Programa de Plaguicidas Regional en el periodo 1980-1989, de un promedio mundial de 0,6 kg/habitante (ver Cuadro 4).

**Cuadro 4. Consumo anual promedio de plaguicidas en América Central y el mundo, estimaciones 1980-1989**

Región	Importación (t)	kg/persona	kg/ha	kg/km <sup>2</sup>
Centroamérica	53 631	2,1	11,8	101
Mundo	3 000 000	0,6	2,7	20

**Fuente:** P. García. 1991. Unidad N.º 1 Aspectos generales sobre los plaguicidas y su efecto sobre las personas. En Curso centroamericano a distancia sobre prevención de intoxicaciones por plaguicidas. USAID/G-CAP.

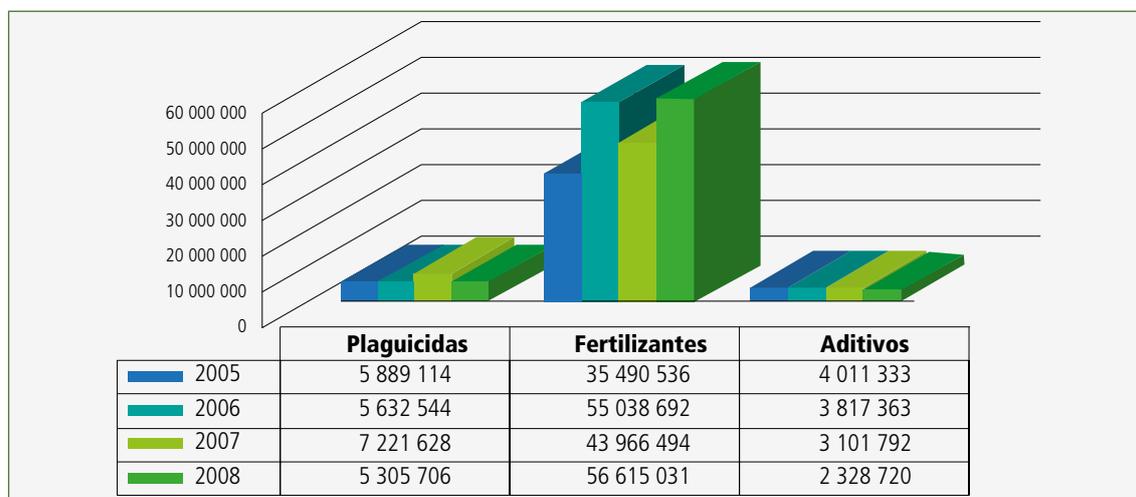
De seguro nos preguntamos: ¿qué tanto ha cambiado este indicador con el correr de los años? Nos dimos a la tarea de evaluar las importaciones durante dos periodos: 2005-2008 y 2017-2019. De este ejercicio se obtuvieron datos contradictorios: para el primer periodo se alcanza el valor de 1,82 kg/habitante y durante el segundo periodo, 1,39 kg/habitante. Esta evidencia contradice los pronósticos de Mérida y Lamoth 1998 que vaticinaban un incremento sostenido del uso de plaguicidas per cápita del habitante panameño. Por otra parte, 1,39 kg/habitante puede ser catalogado como preocupante; no obstante, para países con cierta tradición agropecuaria, este valor puede ser visto como tolerable. Por ejemplo, en Brasil esta cifra llega a 7,3 kg/persona (Brandford y Borges 2019).

Basados en estos dos periodos realizaremos algunas comparaciones de los volúmenes de importación de plaguicidas. Por ejemplo, para los años 2005-2008, la cantidad total de dichos insumos no manifestaba un incremento sostenido (ver Gráfico 3). Por el contrario, en los últimos años (2017- 2019), tenemos un crecimiento estable en la venta de plaguicidas en el país, pero con importaciones netas por debajo del promedio obtenido en el periodo 2005-2008 (ver Gráfico 4), probablemente por una disminución en la superficie de siembra de banano, sandía y melón.

En los últimos 15 años, los volúmenes de importación de herbicidas han estado muy por encima de la clase fungicida e insecticida. Como se observa en el Gráfico 5, las formulaciones herbicidas, en particular durante el periodo 2017-2019, superaban en 2,6 veces a la clase fungicida y, aún más, en 3,4 a la clase insecticida.

En contraste con el periodo 2005-2008, la clase insecticida pasó a un tercer plano, dejando ese espacio a la clase fungicida, cuyos ingredientes activos poseen, en general, menor toxicidad para los humanos y son más amigables con el ambiente. Este fue un cambio muy favorable.

**Gráfico 3. Agroquímicos importados al país en los años 2005-2008 (en kg)**



**Fuente:** Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

**Gráfico 4. Agroquímicos importados al país en el periodo 2017-2019 (en t)**



Fuente: Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

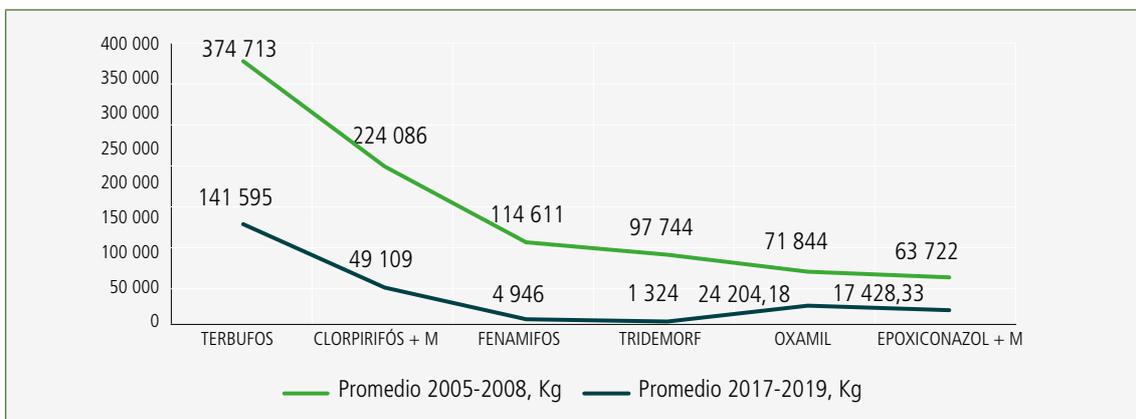
**Gráfico 5. Total importado de plaguicidas en el periodo 2017-2019 (en millones de kg)**



Fuente: Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

No obstante, si realizamos una mirada a fondo dentro de las clases, nos percataremos de que, en realidad, cambian las preferencias por los ingredientes activos, lo cual se puede apreciar en los Gráficos 6 y 7, cuyos datos se obtuvieron para ambos periodos a partir de los diez plaguicidas que más ingresaron al territorio nacional, entre herbicidas, insecticidas y fungicidas. Los gráficos muestran, por lo tanto, un resumen de esas variaciones.

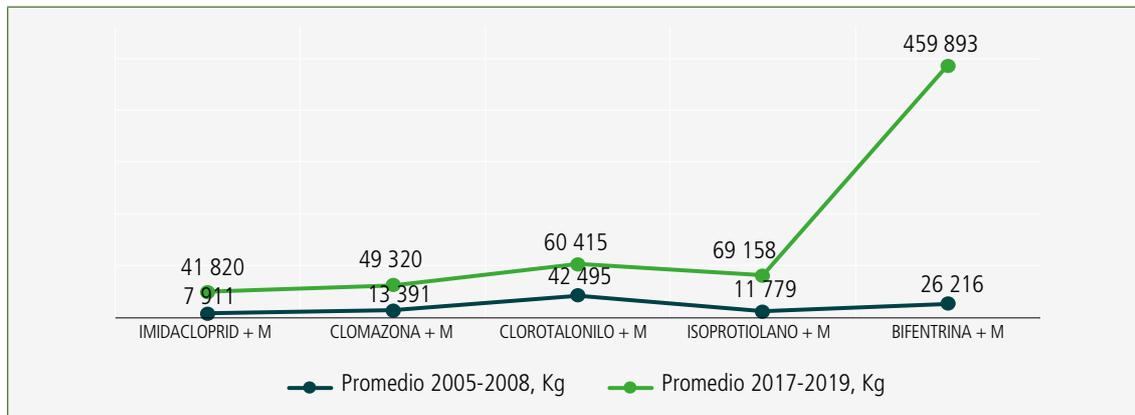
**Gráfico 6. Plaguicidas cuya demanda ha descendido significativamente en el tiempo**



Fuente: Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

Por ejemplo, los volúmenes de venta de los insecticidas terbufós, clorpirifós, fenamifós y del fungicida tridemorf bajaron significativamente con el correr de los años. En contraste, crecieron las importaciones al país de insecticidas de menor toxicidad para humanos como bifentrina e imidacloprid. También aumentaron las ventas del fungicida isoprotilano y del herbicida clomazona.

**Gráfico 7. Plaguicidas cuya demanda ha aumentado en el tiempo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

Desde el punto de vista toxicológico, los cambios en la demanda son más afortunados puesto que quedan atrás las preferencias hacia tres insecticidas de extrema (Ia) y alta toxicidad (Ib): terbufós (Counter), fenamifós (Nemacur) y oxamil (Vidate). En su lugar, aumenta la demanda de plaguicidas de moderada peligrosidad, en particular, de bifentrina (II) y de isoprotilano (II).

#### 2.4.1. Volúmenes de herbicidas importados

Los herbicidas continúan siendo la clase que más ingresa al país. En el periodo 2017-2019 se alcanzó la cifra promedio de 3,44 millones de kg, superando en casi tres veces a las clases fungicidas e insecticidas (ver Gráfico 5). Una situación muy similar ocurre en la gran mayoría de los países del mundo donde el peso mayor de consumo recae sobre la clase herbicida. La preparación del suelo para la siembra, el establecimiento y mantenimiento de diversas pasturas, así como el manejo de los cultivos en sus primeras fases vegetativas (principalmente cereales, arroz y leguminosas) demandan un alto consumo de herbicidas para el control efectivo de una amplia variedad de malezas.

Destacan el glifosato, las mezclas (M) de 2,4-D + picloram y de paraquat entre los herbicidas más vendidos en los últimos quince años (ver Cuadro 5). Se observa, además, un ligero incremento en la comercialización de pendimetalina y de atrazina. De acuerdo a su toxicidad, usando las categorías dadas por la OMS para los ingredientes activos, grado técnico, los herbicidas con mayor demanda se encuentran en la categoría II (moderadamente peligroso) y III (ligeramente peligroso).

El glifosato pertenece al grupo químico de los organofosforados y representa el 38,4% de todas las ventas de herbicidas realizadas en el periodo 2017-2019. Sus formulaciones con diversas concentraciones de ingrediente activo se presentan con una banda verde en la parte inferior del recipiente (categoría IV). Sin embargo, en marzo de 2015, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) evaluó la carcinogenicidad de los plaguicidas organofosforados glifosato, diazinón y malatión, clasificándolos como “probablemente cancerígenos para los seres humanos”. Esta posición fue avalada por la Organización Mundial de la Salud (OPS 2015).

También es importante destacar que el 2,4-D, según la IARC, es “posiblemente cancerígeno” y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) cataloga al butacloro como “probable cancerígeno” (USEPA 2018).

Esos mismos estudios sobre la carcinogenicidad de ciertos herbicidas, documentados por organismos internacionales regentes del tema, nos indican que tres de los diez ingredientes activos mayormente empleados en la agricultura y ganadería nacional deben ser contemplados, especialmente, al momento de su transporte, almacenamiento y aplicación en campo, y exigen un riguroso cumplimiento de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas pecuarias (BPP).

**Cuadro 5. Herbicidas más importados en los periodos 2005-2008 y 2017-2019 (en kg)**

Ingrediente activo	Nombre comercial	Promedio 2005-2008	Promedio 2017-2019	Diferencia porcentual	Toxicidad (OMS)
Glifosato	Agente, Arrasador, Atila, Biokil, Campo-Sato, Candela, Carpidora, Chemosato, Clipper, Desektor, Dklifosat, Durango, Estelar, Evigras, Fastfield, Fersato, Garabato, Glifocol, Glifolaq, Glifonox, Glifosan Forte, Glifozell, Glisan, Glyfopro, Glykamba, Helosate, Inquigrass, Jaripeo, Jinete, Kila, Pilaround, Pilarsato, Rambo, Recoil, Revolver Plus, Revolver Xtra, Ridona, Rimaxato, Ripper Ultra, Root Out, Roundup Max, Spartaco, Titan, Tornado, Touchdown Forte, Valsaglif, Velfosato	1 240 931	1 322 791	+	III
2,4-D + picloram	Amerdon, Artys, Beef Master, Bioquim Piclor, Bombazo, Bramgus, Breve, Bullgrass, Campo-Gan, Combatran, Crosser, Defensa, Espuela, Espuelon, Estrella, Estribo, Flash, Foram, Helmaton Super, Herbasol, Herbolex, Hierbafin, Huracan, Infalible, Konflikt, Kuron, Limpiapotrero, Padron, Paso D, Pastizal, Piclorazell, Piclordon, Potreron, Relampago, Soldado, Stellar, Supergrass, Thormax, Torban, Tordon, Toron, Traver, Tumbador	977 965	753 534	-	II y IV
Paraquat + M	Agroquat, Angluron, Bioquat, Bioquim Biomuron, Campo-Quat, Dalong, Dobleto, Ferquat, Gramuron-X 30 SC, Herbaqxon, Herboxone, Landmaster, Lavax, Panaquat, Paramer, Picat Guadagro, Pilarxone, Preglone, Prisma, Proxar, Quemazon, Rimaxone, Superquat, Thunder, Yerbafin, Zelloxone	307 362	485 423	+	II
Propanil + M	Arraigo, Arrozil, Atalar, Brioso, Conviction, Derrivo, Grant, Guerrero, Herbax, Liebre, Neptuno, Pagronil, Propacet, Propamax, Propanex, Prop-Anilo, Proparroz, Propasint, Propazell, Ricebeaux, Ricefos, Riceguard, Ricezone, Rimpanil, Spada, Stam M, Stamdax, Stamfos, Stamfos Plus, Stamone, Stampir, Sulfonil, Superice, Superice Plus	123 020	102 715	-	II

Ingrediente activo	Nombre comercial	Promedio 2005-2008	Promedio 2017-2019	Diferencia porcentual	Toxicidad (OMS)
Atrazina + M	Agroflama, Amazina, Armaize, Armaize Xtra, Atracid, Atralex, Atranex, Atrapax, Atrapax Plus, Atraprix Tri, Campo-Zina, Crisazina, Gesaprim, Limpiamaiz, Limpiamaiz fácil, Mazorca, Panazina, Rayo, Rayo Combi, Sanazina C.A.L., S-Lektor Mixx, S-Metolazina	103 880	107 576	+	III
Pendimetalina	Crezendo, Crystal Pendi, Dilan, Garra, Gramilaq, Herbreh, Herlam, Holdown, Metralla, Pagrostom, Panowl, Pedimet Guadagro, Pendico, Pendigan, Pentagon, Satellite, Satellite Plus, Spartanex, Swatt, Toro, Unistopp, Wedex, Zellkiller	96 149	129 637	+	II
Butacloro	Blade, Bongo, Butanox, Butapax, Butarroz, Crusher, Devachlor, Guerrero, Machetazo, Machete, Mix One, Pagrobuta, Panachlor, Pilarsete, Proataclor	91 574	68 924	-	III
Ametrina + M	Amazina, Amepax, Ametrell, Ametrex, Ametrol, Amigan, Bioquim Herbastop, Cañatrex, Dimetrin Facil, Duster, Enfoke Xtra, Gesametrina, Gesapax, Jeque, Krismat, Sellapax, Sinerge	66 416	65 744	-	II
Fluroxipir + M	Blazer, Centella, Combatranxt, Divino, Dominum, Furioso, Golden Post, Pampero, Plenum, Recorte, Tomahawk, Torch Super, Zelore	66 344	20 719	-	IV
Triclopir + M	Derrivo, Equinox, Garlon Ultra, Grasp Xtra, Navigatox, Opulento, Riceguard, Stampir, Tocon, Togar Max, Tribel, Tricket, Triclobex, Triclofull, Triclon, Trigger	27 609	26 937	-	II

Fuente: Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

#### 2.4.2. Volúmenes de fungicidas importados

Los fungicidas pueden ser catalogados como la clase más amigable con los humanos y el medio ambiente. Están diseñados para el control de hongos y, en ciertos casos, de bacterias fitopatógenas. Los casos de intoxicación aguda por vía oral y vía respiratoria, comparados con insecticidas y herbicidas, son significativamente menores.

El Cuadro 6 nos da una idea de los cambios que se han dado en la demanda durante los últimos quince años. Por un lado, aumentó considerablemente la venta de los fungicidas azoxistrobina, isoprothiolano y tebuconazol, pero disminuyó la venta de pirimetanil, tridemorf, spiroxamina; incluso se puede detectar una nula demanda por el bitertanol, que figuraba en la lista de los diez fungicidas más utilizados en 2005-2008 (en su lugar, hemos colocado la azoxistrobina). Para ambos periodos, el grupo químico mejor posicionado según volúmenes de comercialización es el de los ditiocarbamatos, y su principal representante es el mancozeb solo o en mezclas con otros fungicidas.

**Cuadro 6. Fungicidas más importados en los periodos 2005-2008 y 2017-2019 (en kg)**

Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad importada por año		
		Promedio 2005-2008	Promedio 2017-2019	Diferencia porcentual
Mancozeb + M	Acrobat MZ, Acromorph MZ, Acrozell, Agrizeb, Agromert M-45, Arko, Arpia, Avante, Banazeb, Bioman, Bioquim Morfat, Biozate, Buster, Buzil, Campo-Cymoxeb, Campo-Zeb, Carabina, Cobrethane, Condor, Cuprofix, Curamas, Curathane, Curazil, Curazin, Curzate, Diligent, Dithane, Flonex, Foraxil, Forzate, Funglak, Fungozeb, Galben, Glory, Helmoxanil, Impetu MZ, Indozeb, Mancozin, Manzacozeb, Manzate, Mazeb, Metasan, Milor, Moximate, Novazeb, Novofix, Pancoze, Persist, Protector, Riceclean, Ridodur, Ridomax, Ridomil Gold, Ridozeb, Saaf, Sanador, Tenaz, Tranca, Tridium, Unilax, Vondocarb, Vondozeb, Vondozeb Plus, Zincomax	697 401	729 356,99	+
Isoprotioloano + M	Contender, Devariz-Uno, Fudiolan, Fuji Uno, Fujizole, Fumigon, Fungi-Top, Iprosh, Isofor, Isopromap, Pagrolane, Panalan, Pattax, Proton, Pusher, Recio, Sunthiolan, Tiolano, Triway, Zonico	11 779	69 158,10	+
Clorotalonilo + M	Acrobat CT, Agroshield, Balear, Biomil, Branadil, Bravo, Bravonil, Century, Cheney, Clortosip, Curavit, Dacomax, Daconil, Diacono, Fenomeno, Fight CT, Folio Gold, Glider, Helmonil, Knight, Mapcloryl, Matsu, Maximus, Metanil, Mixtan, Novofix RF, Odeon, Panonil, Prix, Revus Opti, Ridomil, Ridonate, Spartazur, Sphinx Supra, Talonil, Thalo, Thalonex, Tiletion, Trecatol, Velonil, Wilstar Gold	42 495	60 414,51	+
Azoxistrobina + M	Abaton, Acentozell, Acrobi Top, Activpro, Adiconstar, Affix, Agropionner, Agroraid, Agrostar, Agrosole Plus, Agrosole Pro, Amistar, Amistar Full, Amistar Top, Amistar Xtra, Amizell, Astrobin, Azotela, Azox, Aztrostar, Aztrostar Xtra, Bankit, Campo-Starmix, Cavalier, Compa Duo, Cosmopol, Custodia, Difenobin, Durab, Eizit Guadagro, Flutolin Plus, Glory, Helmstar, Imperio, Kamikaze, Mancuerna, mancuerna Plus, Mistral Extra, Mixbom, Nanozell, Osiris, Pagrostar F, Parador, Perseo, Portero, Riceclean, Ridolaxil, Rumba, Scanner, Sembro tabus, Spartazur, Tiago Gold, Tiro, Topgun, Tridium, Turbo, Urgente, Vertigo, Wilstar Gold, Xstrata, Xystrozell, Zoxikill Extra	1 660	37 719,83	+
Carbendazim + M	Bendazim, Biocarben, Calidan, Campo Carzol, Campo-carb, Carbendazell, Crotonox, Derosal, Derozim, Dicarnid, Epoxicarb Xtra, Fungicarb Duo, Goldazim, Helmistin, Kempro, Luxazim, Onix, Pagroviento, Pandazim, Pilarstin, Porto, Protexin, Saaf, Sundazim, Tacora Mas, Vondocarb, Xperto Gold, Zincoman	43 181	36 935,07	-
Tebuconazol + M	Agropionner, Agroraid, As, Azotela max, Boxer, Buzz Ultra, Calilla Plus, Campo Carzol, Combi Pro, Custodia, Decor, Evito T, Fenomeno, Grand, Imperio, Kamikaze, Kropax, Linux, Luna Experience, Nativo, Paracampo-Tebu, Pilartebu, Pilarted, Porto, Scanner, Sembro Gradus, Silvacur Combi, Sparkup Mixx, Super Meteoro, Tacora Mas, Tebuconazell, Tebucoz, Tebufor, Tribunol, Tridium, Tri Forte, Trizole, Unicorn, Xtrata Gold, Zebu	9 116	24 280,41	+

Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad importada por año		
		Promedio 2005-2008	Promedio 2017-2019	Diferencia porcentual
Propiconazol + M	Activpro, Agrozole Pro, Astuto, Banazol, Banner, Contender, Brisk, Bumper, Demolish, Dhan, Eskali, Fenprozole, Fujizole, Kempro, Molto, Onix, Panig, Pilarpropi, Propicon, Propilaq, Propizol, Propizole, Raus, River Polivalente, Sanazole, Taspa, Tilt	28 226	20 049,12	-
Fosetil aluminio + M	Alianzell, Aliette, Cropguard, Foral, Fosalax Guadagro, Fose-Al, Fosnar, Fostal, Fostonic, Fostyl, Fuliet, Manexil, Prevalor, Rabion, Sembro Fostal, Valiet, Verita	10 584	15 941,69	+
Difenoconazol + M	Abaton, Acrobi Top, Acrux, Alcatraz, Amistar Full, Amistar Top, Brisk, Campo-Dife, Canciller, Cavalier, Cydome, Debut, Difecor, Difenobin, Difor, Divino, Durab, Fenprozole, Fierro, Helcore, Javin Xtra, Miravis, Osiris, Pagrovera, Paladium, Panig, Raus, Score, Sico, Sigilo, Spyrale, Stk Regev, Taspa, Tiago Gold, vértigo	16 418	13 859,55	-
Dimetomorf + M	Acrobat CT, Acrobat MZ, Acromorph, Acromorph MZ, Agromorf, Agroshield, Cabrio Team, Fight, Forum, Impetu, Mixtan, Padrino, Pilarxanil, Sphinx Extra, Sphinx Supra	8 541	9 688,25	+

**Fuente:** Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

Los fungicidas más demandados son de escasa a moderada toxicidad (ver Cuadro 7), lo que se considera una ventaja para sus manipuladores. No obstante, tres de ellos persisten en el suelo y sus residuos pueden transportarse por erosión y alcanzar las aguas superficiales. De igual manera, fungicidas como azoxistrobina, carbendazim, tebuconazol y dimetomorf, que poseen un índice de lixiviación alto (GUS) y moderada persistencia en el suelo, pueden invadir las aguas subterráneas.

**Cuadro 7. Ciertas propiedades fisicoquímicas de los fungicidas más vendidos, 2017-2019**

Ingrediente activo	Volumen de venta y ciertas propiedades				Riesgos de detección en agua	
	Kg	Vida media (días)	Toxicidad (OMS)	GUS	Superficial	Subterránea
Mancozeb	729 356,99	0,05	IV	-1,45	No	No
Isoprotiolano	69 158,10	N/D	II	N/D	No	No
Clorotalonilo	60 414,51	3,5 - 18,0	IV	1,12	Sí	No
Azoxistrobina	37 719,83	78,0 - 180,0	IV	3,10	No	Sí
Carbendazim	36 935,07	22,0 - 40,0	IV	2,21	No	Sí
Tebuconazol	24 280,41	25,8 - 91,6	II	1,86	No	Sí
Propiconazol	20 049,12	15,3 - 96,3	II	1,58	Sí	No
Fosetil aluminio	15 941,69	0,04	IV	N/D	No	No
Difenoconazol	13 859,55	91,8 - 130,0	II	0,83	Sí	No
Dimetomorf	9 688,25	44,0 - 72,7	IV	2,26	No	Sí

**Fuente:** Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

GUS: índice que mide el potencial de lixiviación: > 2,8 = alta; 1,8 - 2,8 = media; < 1,8 = baja

Vida media: tiempo requerido en días para convertir el 50% del plaguicida en otras sustancias de degradación

Categoría toxicológica: Ia y Ib - extremada y altamente peligrosos; II - moderadamente peligrosos; III - ligeramente peligrosos; IV - solo precaución.

El mancozeb (USEPA) y el clorotalonilo (IARC, USEPA), por otra parte, están incluidos en la lista de plaguicidas carcinogénicos.

En conclusión, podemos aplaudir los cambios en la selección de los fungicidas que hoy se utilizan en la campaña panameña. No obstante, los riesgos de contaminación de los cuerpos de agua se mantienen y el cumplimiento de las buenas prácticas agrícolas, pecuarias y de manufactura adquieren mayor vigencia.

### 2.4.3. Volúmenes de insecticidas importados

Los insecticidas se importan principalmente para el combate de insectos, ácaros y nematodos. La mayor parte de ellos se utilizan en el control de nematodos de suelo en banano y plátanos. Por ejemplo, en el periodo 2017-2019, de un total de 1 016 774 kg, la porción de nematicidas (terbufós, etoprofós, fenamifós y oxamil) alcanzaba un promedio de 175 465 kg, es decir un 17%. Tres de estos productos representan al grupo químico de los organofosforados, considerados los plaguicidas más tóxicos y responsables del 75% de las intoxicaciones en el mundo (OPS 1990).

Muchos de los insecticidas se utilizan solos o en mezclas (M). En el Cuadro 8 se aprecian los diez insecticidas más comercializados, entre los que destacan la bifentrina, terbufós y cipermetrina, cuya toxicidad y otras propiedades aparecen en el Cuadro 9. Antes de describir el comportamiento y destino ambiental de los diez insecticidas más demandados por el sector agropecuario, es importante destacar que los volúmenes de importación de esta clase han disminuido de manera progresiva durante los últimos años. Sin embargo, las preferencias siguen siendo muy preocupantes desde el punto de vista de su peligrosidad: tres productos son de muy alta toxicidad (banda roja) y siete de moderada toxicidad (banda azul).

La persistencia de un plaguicida en el ambiente, expresada en días, se considera una propiedad poco deseada: su residualidad se prolonga aumentando los riesgos de intoxicación y de contaminación de compartimentos ambientales (agua, suelo y aire). Por ejemplo, la bifentrina, clorpirifós y lambdacihalotrina tienen una moderada a alta persistencia en el suelo y una baja probabilidad de lixiviación, por lo que los riesgos de contaminación de aguas superficiales aumentan. Por el contrario, el imidacloprid, que posee una moderada persistencia y un índice de lixiviación alto, puede invadir las aguas subterráneas.

El terbufós, clorpirifós y triazofós forman parte de la familia de los organofosforados; la bifentrina, cipermetrina y lambdacihalotrina pertenecen a los piretroides; y el oxamil y tiodicarb son de la familia de los carbamatos. Por cantidades importadas, los piretroides superan a los organofosforados y a los carbamatos, situación que es bien vista desde el punto de vista toxicológico. No podemos decir lo mismo respecto a su ecotoxicidad: el peligro de extinción de las abejas y las pérdidas de biodiversidad acuática se agravan con un mayor uso del grupo químico de los piretroides y del aumento progresivo de ingredientes activos de la familia de los neonicotinoides (imidacloprid y tiametoxam).

Al imidacloprid y el tiametoxam se les asocia con el “síndrome del colapso de la colmena” (*colony collapse disorder*), además de que existen pruebas muy sólidas que señalan a los neonicotinoides como nefastos para los insectos polinizadores (de Vera 2017).

**Cuadro 8. Insecticidas más importados en los periodos 2005-2008 y 2017-2019 (en kg)**

Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad importada por año		
		Promedio 2005-2008	Promedio 2017-2019	Diferencia porcentual
Bifentrina + M	Agrosolar, Agrotres, Allectus, Banafezin, Banaflex Treebag, Bifensol, Biflex Treebags, brigadier, Combat Xtra, Conclusión, Faky, Farbex, Galil, Gardflex Treebag, Gysly Max, Hero, Kadabra, Kilate, Metralla, Prostore, Rimon Fast, Rocks, Seizer, Talstar, Yanbif	26 216	459 893	+
Terbufós	Biosban, Counter, Forater	374 713	141 595	-
Cipermetrina + M	Arimac, Arrivo, Campal, Cascabel, Cero Plaga Hormiguicida, Cero Plaga Insecticida, Cero Plaga Insecticida Concentrado, Chlorcyrin, Ciperkill, Ciperme-Pro, Cipertox, Clean-Trex, Corsario, Cyber Tron, Cyperpro, cypertop, Cypervel, Daga, Devatrin, Dismetrina, Evergreen Mata Hormigas, Evergreen multiefecto, Evergreen Miracle Mix, Galgotrin, Hero, Hyperkill, Insectrian, Mapex Hormiguicida, Massada Max, Mustang Max, New cyper-M, Nomax, Pagrofuego, Rambler, Telak, Tiburon, Tigre, Tregua, zipper	54 908	59 295	+
Clorpirifós + M	Attamix, Batazo, Bioquim Clorban, Bolsa Poly Dursban, Bolsa Polyinsect, Campo-Clor, Chlorcyrin, Clorpibag, Cyfos Plus, Detective, Folikill, Insectofos, Lorsban, Pagrofuego, Pervifos, Pestban, Piraña, Pirifos, Pyrinex, Pyriox, Pyritilene 1.0 Bolsas, Rimpirifos, Sharp, Solver, Sunpyrifos, Swat, Terfos, Tiburon, Tregua, Vexter	224 086	49 109	-
Imidacloprid + M	Acher, Agrotres, Allectus, Borey, Botmidy, Bulldozer, Candado, Cerrojo, Combat Xtra, Conclusion, Confidor, Contac, Contravector, Defiende, Deltaprid, Dimiprid, Dueto, Foratop, Fuerte, Galil, Galil Ultra, Gardflex Treebag, Gaucho, Giantrole, Grizly, Grizly Max, Hacha, Hotshot, Imaxi, Imidasem, Imidor, Imilan, Infidor, Invicto, Jade, Jade bag, Joker, Kaindor, Kaindor Plus, Kohnor, Kpaz, Kungfidol, Leadrole, Magneto, Muralla, Nuprid, Pagroprid, Panoprid, parseed, Patron Ultra, Perfecto, Piramides, Plural, Rando, Relevo Facil, Riceout, Rocks, Serok, Sunato, Sydbar, Tempango, Thor, Twister, Ultraprid, Velfidor, Yunke	7 911	41 820	+
Oxamil	Armeril, Bioquim Oxate, King, Oxamil, Oxamizell, Raizante, Vydate	71 844	24 204	-
Lambdacihalotrina + M	Agrolambda, Agrotres, Auge, Bunker, Campo-Larin, Cinta negra, Clean Crop, Colam, Combat Xtra, Conquest, Engeo, Maestro, Obulus	11 000	21 623	+
Sulfluramida	Mirex-S	18 750	20 000	+
Triazofós + M	Agrozofos, Delta-Tri, Devastador, Helmation, Panazophos, Shazam, Triafos, Triazo, Tri-Delta, Tropel	43 908	19 849	-
Tiodicarb + M	Agrodicarb, Candado, Cerrojo, Crater, Defiende, Elite, Fuerte, Parseed, Saddler, Semevin, Thiodi, Tratavin	5 604	19 555	+

Fuente: Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

En tal sentido, se requiere de mayor capacitación y de la promoción de cambios en los inventarios de nuestros productores porque, a nuestro criterio, aún no son aceptables los riesgos de contaminación ambiental, de toxicidad aguda y crónica en humanos, y los riesgos de su ecotoxicidad.

Después de analizar los volúmenes de importación a Panamá de las tres principales clases de plaguicidas (herbicidas, fungicidas e insecticidas), podemos reafirmar con mayor propiedad dos situaciones asociadas con el uso nacional de agrotóxicos:

- Los plaguicidas se pueden catalogar, de manera categórica, como **agentes tóxicos y agentes contaminantes**.
- El **uso de plaguicidas va a generar dos tipos de riesgos: evitables e inevitables**. Los primeros se abordan con el celoso cumplimiento de las BPA, BPP y BPM. Respecto al segundo caso, las buenas prácticas no evitan los riesgos, pero pueden minimizarlos.

**Cuadro 9. Ciertas propiedades fisicoquímicas de los insecticidas más vendidos en Panamá, 2017-2019**

Ingrediente activo	Volumen de venta y ciertas propiedades				Riesgos de detección en agua	
	Kg	Vida media (días)	Toxicidad (OMS)	GUS	Superficial	Subterránea
Bifentrina + M	459 893	26,0 - 86,8	II	-2,66	Sí	No
Terbufós	141 595	8,0 - 12,0	Ia	1,25	Sí	No
Cipermetrina + M	59 295	22,0	II	-1,99	Sí	No
Clorpirifós + M	49 109	27,6 - 386	II	0,58	Sí	No
Imidacloprid + M	41 820	174,0 - 195,0	II	3,69	No	Sí
Oxamil	24 204	5,3 - 6,0	Ia	2,23	No	Sí
Lambdacihalotrina + M	21 623	26,9 - 175,0	II	-2,09	Sí	No
Sulfluramida	20 000	N/D	II	N/D	N/d	N/d
Triazofós + M	19 849	9,0 - 44,0	Ib	1,38	Sí	No
Tiodicarb + M	19 555	0,7 - 18,0	II	1,73	Sí	No

**Fuente:** Elaboración propia en base a información del Departamento de Agroquímicos del MIDA

GUS: índice que mide el potencial de lixiviación: > 2,8 = alta; 1,8 - 2,8 = media; < 1,8 = baja

Vida media: tiempo requerido en días para convertir el 50% del plaguicida en otras sustancias de degradación

Categoría toxicológica: Ia y Ib - extremada y altamente peligrosos; II - moderadamente peligrosos; III - ligeramente peligrosos; IV - solo precaución.

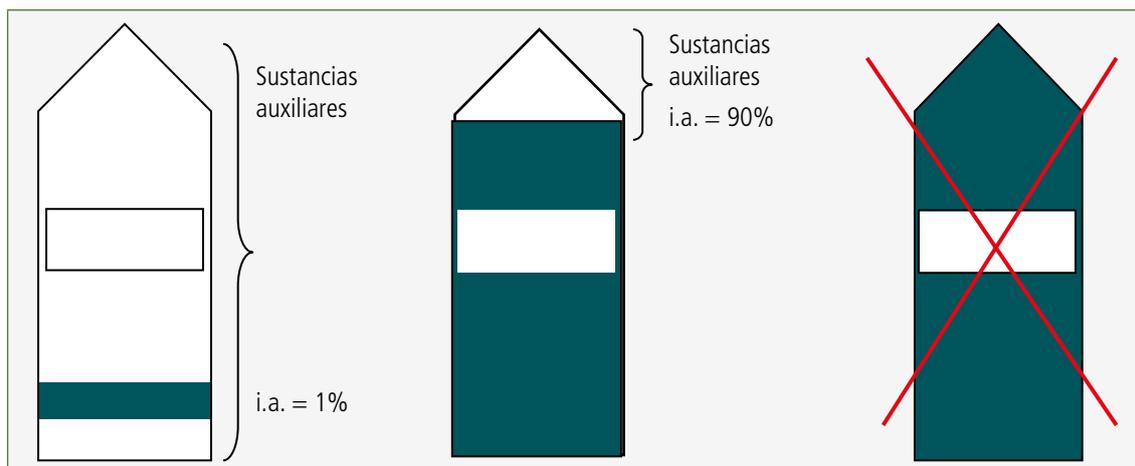
## 2.5. Formulaciones de plaguicidas y sus componentes

El **principio activo o ingrediente activo** es la parte más importante de una formulación. Se mezcla bien con los otros componentes de la formulación y es la sustancia que generalmente elimina o reduce el nivel de población de la plaga.

Debido a su alta concentración, la mayoría de los principios o ingredientes activos (i.a.) no pueden usarse tal como se obtienen de los procesos de extracción o síntesis, necesitan ser mezclados con las llamadas sustancias auxiliares. Se forman de esa manera las formulaciones. Así tenemos que los componentes de una formulación son el **ingrediente activo (i.a.) y las sustancias auxiliares** (inertes y coadyuvantes). Veamos el siguiente ejemplo:

En la composición del plaguicida encontramos, generalmente en Panamá, al ingrediente activo en una cantidad que va desde el 1% hasta el 90%. Eso significa que la otra parte que hace falta la componen las sustancias auxiliares. La tendencia mundial en este tema se alinea hacia una disminución de la concentración del ingrediente activo, expresada en porcentaje, y a la distribución y comercialización de dichos ingredientes activos en presentaciones líquidas. La siguiente figura ilustra mejor aquello que encontraremos en un recipiente que contiene al plaguicida.

Figura 3. Partes que componen una formulación con propiedades plaguicidas



Fuente: Elaboración propia

**Sustancias auxiliares.** Estas son sustancias de origen orgánico o mineral que se emplean para adecuar los principios activos (i.a.) a las concentraciones necesarias y condiciones óptimas para su aplicación. Dentro de estas se destacan dos grandes grupos: los **vehículos inertes (sustancias transportadoras)** y los **coadyuvantes**.

**a. Sustancias transportadoras.** Los de formulación **sólida** son de origen botánico como harinas o partes molidas de vegetales (maíz, soja, trigo, maderas), muy convenientes para la preparación de cebos envenenados. El principal grupo de disolventes empleados en las formulaciones **líquidas** de plaguicidas lo constituyen algunos derivados del petróleo (hexano, anillos nafténicos tipo ciclohexano y anillos aromáticos tipo benzol y xilol). Es indispensable anotar que, en virtud de los resultados de recientes investigaciones, algunas de las sustancias auxiliares son ahora cuestionadas por sus propiedades tóxicas.

**b. Coadyuvantes.** Son sustancias que contribuyen a mejorar la eficacia y la estabilidad de los plaguicidas. Los tipos más importantes de coadyuvantes son, de acuerdo a su origen: acidificantes, adherentes, antiespumantes, atrayentes, emulgentes, humectantes, penetrantes, surfactantes, entre otros. Sabemos que ciertos coadyuvantes tienden a potenciar la toxicidad del ingrediente activo, por ejemplo, el POEA (polioxietil amina) se utiliza como surfactante en las formulaciones de Roundup (glifosato de Monsanto, hoy Bayer) para mejorar la solubilidad y la penetración en las plantas. Sin embargo, los investigadores han detectado que el POEA, en realidad, amplifica los efectos tóxicos del glifosato (Ramírez, Rondón y Eslava 2003).

Otras sustancias que pueden tener efectos adversos y que también se encuentran en las formulaciones de plaguicidas son las impurezas o contaminantes, como por ejemplo las dioxinas o 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) presentes en algunos herbicidas clorfenoxi (2,4-D); etilentiourea en fungicidas bis-ditiocarbámicos (mancozeb); sulfotep en clorpirifós; y el isomalatión en el malatión.

En general, existen formulaciones líquidas, sólidas y en menor escala gaseosas (fumigantes). Las formulaciones se representan frecuentemente con dos letras mayúsculas (siglas de la formulación en inglés), por ejemplo: formulaciones de polvos mojables (WP).

Los polvos mojables se utilizan en menor escala porque obstruyen las boquillas, precipitan, son de difícil manejo y pueden producir daños a la salud con mayor frecuencia. Por eso, existe una tendencia a sustituir los productos en polvo por suspensiones concentradas (EC, por concentrado emulsificable) y granulados dispersables en agua (WG).

Las formulaciones de los plaguicidas actuales deben satisfacer requisitos como los siguientes: fácil dosificación, escaso desprendimiento de polvo y posibilidad de vaciar bien el envase o empaque utilizado, y mejor aún, de reciclarlo. Ejemplos de formulaciones comercializadas en Panamá se describen a continuación:

**Cuadro 10. Código y denominación de formulaciones comercializadas en Panamá**

Código	Denominación	Código	Denominación
AE	Aerosol	SP	Polvo soluble
EC	Concentrado emulsionable	SS	Polvo soluble para tratamiento de semillas
SL	Concentrado soluble	WP	Polvo mojable o humectable
GA	Gas	CS	Suspensión de encapsulado
GR	Granulado	TB	Tabletas
WG	Granulado dispersable	GE	Fumigante
OL	Líquido miscible	SC	Suspensión concentrada
FS	Suspensión concentrada para tratamiento de semillas por vía húmeda	EW	Emulsión, aceite en agua

Fuente: Elaboración propia

Las formulaciones, por consiguiente, están constituidas por un ingrediente activo, en ciertos casos más de uno, expresado en términos porcentuales y con dos letras mayúsculas (ver Imagen 1). Por ejemplo, en la imagen se pueden apreciar dos formulaciones: una con 10% (100 g/l) de concentrado soluble (SL), es decir, 10% es el porcentaje de ingrediente activo contenido en la formulación; la otra formulación contiene 80% de ingrediente activo y viene en forma de polvo mojable (WP).

Una de las fortalezas de cualquier formulación es que sus componentes no reaccionan o no se combinan entre sí, más bien están mezclados uniformemente; de ocurrir lo contrario la formulación perdería su efectividad y valor comercial.

Intentemos, ahora, mezclar dos productos diferentes (dos formulaciones) en una determinada cantidad de agua, por ejemplo, un ingrediente activo de la clase insecticida con otro de la clase fungicida. Se van a dar dos situaciones:

- a. Los componentes de ambas formulaciones no reaccionan entre ellos, formándose una mezcla homogénea. Decimos, la mezcla es compatible.
- b. Los componentes de ambas formulaciones reaccionan o se combinan entre ellos, no se forma algo que sea homogéneo, se observan natas, grumos, sedimentos, cambios de temperatura, entre otros. Decimos, la mezcla no es compatible.

**Imagen 1. Ejemplo de formulaciones**



Fuente: Elaboración propia

## 2.6. Registro de plaguicidas en Panamá

De acuerdo a la Ley 47 de 1996 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá, por la cual se dictan medidas de protección fitosanitarias y se adoptan otras disposiciones, "registro de plaguicidas y fertilizantes es un procedimiento por el cual la autoridad competente aprueba la experimentación, distribución, venta y/o empleo de un plaguicida o fertilizante, después de evaluar datos científicos completos que demuestren que el plaguicida o fertilizante, cuando se emplea en conformidad con las instrucciones para su uso, es eficaz para los fines propuestos y no representa riesgo indebido para la salud humana, el ambiente o la agricultura". Esta función la realiza, dentro de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV), el Departamento de Agroquímicos (MIDA 1996).

El proceso de registro incluye una fase administrativa (requisitos documentales y de orden legal) y una fase técnica que incluye aspectos agronómicos, especificaciones técnicas, toxicología humana y aspectos ambientales. Esta información está contenida en el Manual de procedimientos N.º DNSV-DA-001-01 para el registro de aditivos, fertilizantes, materias técnicas y plaguicidas para uso en la agricultura de 2001 (MIDA 2001).

La normativa en materia de registro de plaguicidas establece el resguardo de la información científica, que no sea de dominio público o que no haya sido publicada en revistas científicas (seguridad, condiciones de almacenamiento y controles de acceso). Las dependencias donde se realice el proceso deben tener acceso restringido y deben permitir el ingreso solo a aquellas personas autorizadas.

Este componente del proceso de registro, a nivel del MIDA, debe ser fortalecido. Existen limitaciones económicas que debilitan este renglón y, por lo tanto, se corre el riesgo de quedar expuestos a que se incumpla con estas exigencias, diseñadas a la salvaguarda e integridad de la información entregada por los registrantes. A nivel de Centroamérica, se han hecho avances interesantes en esta materia en Guatemala y Costa Rica.

Generalmente, todo se inicia en la Sección de Registro del Departamento de Agroquímicos de la DNSV, con la entrega por parte del registrante del expediente o *dossier* completo, en original y una copia. El inscriptor verifica que los datos contenidos en el expediente son correctos y se acogen a los procedimientos establecidos. Le asigna un número de entrada y procede a inscribir la solicitud de registro comercial.

El inscriptor procede a enviar copia del expediente del plaguicida químico o de un agente de control biológico o producto microbiológico al técnico evaluador del MINSA y el original del mismo expediente al técnico evaluador de la Sección de Registro. Ambos tendrán como máximo 50 días calendario desde la recepción de la documentación para hacer la evaluación: el primero realiza una evaluación de orden toxicológica y el segundo, de orden agroquímica-ecotoxicológica. Si se cumple satisfactoriamente con los requisitos, emitirán un dictamen toxicológico y técnico respectivo y se lo enviarán al jefe del Departamento de Agroquímicos.

Si todo está bien y se ha cumplido con los otros requisitos, el jefe del Departamento de Agroquímicos revisa el certificado de registro comercial, lo firma y sella. Luego procede a enviarlo junto con el expediente completo para la firma del director nacional de Sanidad Vegetal, el cual lo firma y sella, y lo remite nuevamente al jefe del Departamento de Agroquímicos, quien emite instrucciones para entregar el mismo al registrante.

Todo el proceso de registro, desde su admisión hasta la entrega del certificado de registro comercial de la formulación de plaguicida al interesado, tiene una duración de 60 días calendario. No obstante, por cuestiones de subsanación de la documentación este periodo podría ser mayor a 60 días.

El proceso de evaluación es complejo y muy especializado. Las dos instituciones involucradas cuentan con pocos profesionales idóneos para cumplir con este propósito. Existe un déficit de toxicólogos, ecotoxicólogos, expertos en estadística, químicos, biólogos, entre otros. En reconocimiento de esta debilidad es que deben ser reforzadas las medidas de vigilancia y posregistro.

El control posregistro permite verificar el impacto real que se observa después de la liberación de la molécula plaguicida, situación que facilita establecer correctivos en aspectos no considerados durante el proceso de registro. Actualmente, los componentes de este programa son:

- **Fiscalización de centros de distribución y expendio de plaguicidas.** Se realiza, pero con limitaciones.
- **Fiscalización de transporte de plaguicidas.** Esta actividad no se realiza en el país.
- **Fiscalización de uso y manejo de plaguicidas.** Se realiza, pero con limitaciones.
- **Programa de monitoreo de residuos en vegetales, que marcha con buen ritmo.** En los últimos cinco años, aunque no sean de nuestra competencia, hemos incorporado el muestreo de agua de ríos, cuencas importantes y suelo.

Debido a que la mayor proporción de los plaguicidas en nuestro país son de uso agrícola, gran parte de la competencia en materia de registro, transporte, almacenamiento y aplicación de estos productos químicos recae sobre el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), en las direcciones de Sanidad Vegetal y Salud Animal. Otras instituciones, como el Ministerio de Salud (MINS), el Ministerio del Ambiente (MiAmbiente) y el Ministerio de Comercio e Industrias (MICI) comparten con el MIDA parte de la responsabilidad por la introducción, manejo y destino final de estos insumos fitosanitarios.

## 2.7. Los plaguicidas como agentes tóxicos y contaminantes

Desde su aplicación, ya sea por vía aérea o terrestre con equipo manual o motorizado, la mayor parte de los plaguicidas usados en las actividades pecuarias y agrícolas se van a concentrar en el suelo; una pequeña parte abandonará la superficie del suelo y de las plantas por evapotranspiración; y otra reducida fracción del químico, en función de su área foliar y densidad de siembra, quedará adherida en la planta o será absorbida.

Pasado cierto tiempo, los plaguicidas se desvanecen gradualmente. Algunos lo hacen rápidamente al quedar expuestos a la luz solar (fotólisis), a la humedad (hidrólisis), a diversas reacciones químicas (óxido-reducción) y a la descomposición microbiológica (principalmente por bacterias aeróbicas). Otros plaguicidas se desintegran de una manera más lenta, manteniéndose presentes por mucho más tiempo en el suelo, aire, agua y alimentos de origen vegetal o animal. Queda claro que los ingredientes activos plaguicidas no se comportan de la misma forma y que su destino ambiental es incierto para nosotros, en consecuencia, es importante la consideración de esas particularidades para evitar las intoxicaciones agudas y crónicas y los problemas de contaminación medioambiental.

En la medida en que el o los plaguicidas y sus residuos perduren en las matrices ambientales y en los tejidos de los organismos vivos, se corre el peligro de que algunos de ellos se muevan a lo largo de los horizontes del suelo y descendan hasta los acuíferos. Otros van a quedar inmovilizados en la superficie del suelo y luego serán arrastrados por erosión hídrica o eólica hasta los cuerpos de agua superficiales. Por otra parte, ciertas plantas y animales tienden a absorberlos, retenerlos y acumularlos en sus tejidos.

Desde esta perspectiva, sin duda alguna, podemos decir que los plaguicidas son **agentes tóxicos y agentes contaminantes**. De acuerdo a su toxicidad, el grado de peligrosidad de los plaguicidas se representa por medio de colores y frases de advertencia. Generalmente usamos el rojo para los más peligrosos y lo indicamos con una banda roja y una leyenda (extremada o altamente peligroso) que se traza en la parte inferior de la etiqueta del producto. El mensaje es claro: el plaguicida es tóxico y puede ser nocivo para su salud.

En junio de 2014, la prensa escrita y televisiva del país se hizo eco de una denuncia ciudadana sobre la mortandad de peces, asociada a la presencia de dos agentes contaminantes en el río La Villa, en las provincias de Herrera y Los Santos. Uno de ellos fue la vinaza (subproducto en la producción de alcohol y usado como abono en caña de azúcar) y el otro fue el **herbicida atrazina**, que obligó a la suspensión del servicio de abastecimiento de agua potable para importantes comunidades. Se presentará mayor información sobre este tema en la sección de estudio de casos, en el Capítulo III de esta guía.

¿Son los plaguicidas **agentes contaminantes**? Podemos ahora responder que sí y de manera categórica. Queda claro que los sistemas de tratamiento y de abastecimiento de agua potable pueden ser vulnerados por ciertos compuestos químicos.

## 2.8. Ciclo de vida de los plaguicidas. Problemas de disposición final

El Convenio de Rotterdam, conjuntamente con los convenios de Estocolmo y Basilea (organismos internacionales adscritos a la Organización de las Naciones Unidas) y el Código de Conducta de Carácter Voluntario de la FAO promueven el enfoque de ciclo de vida de los plaguicidas y proporcionan las herramientas necesarias para el manejo de dichos insumos. En el escenario internacional, los grandes problemas y las soluciones en torno a los plaguicidas y a otras sustancias de uso industrial se debaten en estos organismos. En particular, el 73% de los productos incluidos en la lista del Convenio de Rotterdam son plaguicidas y, en el Convenio de Estocolmo, lo son el 70% (FAO y PNUMA 2013).

Podemos definir ciclo de vida de un plaguicida como el tiempo transcurrido desde su síntesis, investigación, desarrollo, fabricación, comercialización, almacenamiento, transporte, distribución, uso y aplicación hasta su disposición final. Entendiendo que, dentro del concepto de disposición final, además de la recolecta de los envases vacíos, contemplamos las diversas transformaciones a las que se ven expuestos los plaguicidas en el suelo, aire, agua y alimentos, hasta su disipación o completa degradación.

Desde la óptica del productor o usuario, el ciclo de vida tiene menos eslabones: empieza con la fabricación/formulación y termina con su uso o aplicación. Por tal razón, se hace necesario que el sector productivo y otros usuarios entiendan que su responsabilidad va más allá de una simple compra y uso. El panfleto y la etiqueta brindan información valiosa sobre las plagas a controlar, dosis y frecuencia, pero también suministran información sobre almacenamiento, tratamiento de envases vacíos y otras recomendaciones para impedir la contaminación de alimentos y de compartimentos ambientales.

A medida que pasa el tiempo, las granjas se saturan de envases vacíos y de otros artículos que en algún momento formaban parte de los agrotóxicos adquiridos en las casas agropecuarias. Este material por lo general no tiene otros usos, son residuos químicos peligrosos que no pueden ser incinerados a cielo abierto, enterrados en el suelo, ni trasladados a un vertedero municipal. Surgen así los problemas de disposición de ese material que llamaremos desechos.

Se considerarán **desechos de plaguicidas** los productos almacenados o materiales contaminados por plaguicidas arrojados al suelo o enterrados, que no pueden seguir utilizándose con los fines previstos o con cualquier otro fin. Se incluyen en la clasificación de desechos:

- plaguicidas prohibidos;
- plaguicidas que han superado la fecha de vencimiento (caducados);
- plaguicidas que presentan deterioro físico o químico, dado por un mal almacenamiento;
- plaguicidas ilegibles (etiquetas deterioradas o en otro idioma);
- plaguicidas que han perdido su eficacia biológica;
- envases descartados por bolladuras, fisuras y fugas;
- materiales o sustratos contaminados por fugas y derrames de plaguicidas; y
- envases vacíos de plaguicidas.

La empresa productora, importadora y/o distribuidora, titular del registro, según sea el caso, será responsable por la adecuada disposición o devolución a su país de origen o proveedor correspondiente de los plaguicidas registrados en nuestro país, que hayan sido retenidos por presentar deterioro físico, químico o mecánico, ilegibilidad en su etiquetado, pérdida de su eficacia biológica o por formar parte de un grupo de plaguicidas ya expirados o recientemente prohibidos para su uso en actividades agrícolas.

Todo importador, distribuidor, comercializador y/o usuario de plaguicidas debe cumplir con el procedimiento de triple lavado o una tecnología equivalente aceptada de los envases vacíos rígidos, perforándolos luego para evitar su reutilización.

Todo importador, distribuidor, comercializador y/o usuario de plaguicidas tendrá que disponer de centros de almacenamiento temporal de envases vacíos, separándolos en envases lavables (material rígido) y no lavables (material flexible y otros), en forma segura. De igual manera será responsable de devolver los envases vacíos al centro de acopio más cercano.

La empresa productora, importadora y/o distribuidora, titular del registro, según sea el caso, será responsable del acopio, transporte y disposición final de los envases vacíos devueltos por los usuarios, de acuerdo a la normativa vigente (Resolución N.º 005 de 19 de enero de 2018).

Los desechos de plaguicidas pueden representar mayor riesgo que los mismos ingredientes activos todavía vigentes.

Panamá no cuenta con edificaciones que cumplan con las condiciones mínimas para el manejo y almacenamiento de plaguicidas obsoletos ni con la tecnología para su disposición definitiva. Exportar ese material para su destrucción no es una actividad accesible por sus costos: 1 kg de plaguicida = 2,5 - 4,0 dólares. Las competencias para la ejecución de estas acciones recaen sobre el Ministerio de Salud (MINSAL), tal como lo indica el Decreto 249 de 3 de junio de 2008, que dicta las normas sanitarias en materia de disposición final de los desechos farmacéuticos y químicos.

De igual manera, le corresponde al MINSAL, en colaboración con el Convenio de Basilea (movimiento transfronterizo de desechos químicos peligrosos), la identificación y clasificación de los productos retirados del mercado, y el almacenamiento separado en un área segura y marcada, en espera de la orden de reexportación hacia el laboratorio fabricante o su destrucción en el país que disponga de la tecnología para hacerlo.

Desde 1999, la FAO lidera, a través del Programa de colaboración del servicio de protección vegetal, el tema de remoción y eliminación de desechos químicos peligrosos en muchos países del mundo. La FAO plantea las siguientes técnicas disponibles para la eliminación de desechos de plaguicidas dependiendo del tipo de producto y de las circunstancias locales:

- **Incineración a alta temperatura.** Técnica más seguida para eliminar residuos químicos peligrosos. Los incineradores poseen una cámara principal para quemar desechos y un posquemador para conseguir la máxima destrucción de los subproductos, principalmente de las dioxinas y furanos (compuestos químicos más tóxicos conocidos por los humanos). Pueden alcanzar temperaturas por encima de 1100 °C (Carrasco-Letelier 2006 y MINSAL 2004).
- **Tratamiento químico.** Es una hidrólisis alcalina. Se añade como hidróxido sódico, lejía o cal y puede destruir plaguicidas de las familias de organofosforados y carbamatos. La hidrólisis ácida se aplica a algunos otros grupos de plaguicidas. Es costosa y aplica para pequeñas cantidades.
- **Vertedero especialmente proyectado.** Para materiales inmovilizados, cenizas y escoria de incinerador.

El tema de incineración a alta temperatura en Panamá es regulado por el Decreto 293 de 23 de agosto de 2004 del MINSAL, que establece, entre otras cosas, el proceso de vigilancia de las instalaciones de incineración y co-incineración (MINSAL 2004).

## 2.9. Regulaciones de orden legal sobre plaguicidas en Panamá

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) es la institución responsable de la aplicación de las políticas nacionales sobre registro, distribución, almacenamiento, comercialización y uso de plaguicidas, lo cual se hace a través de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (Ley 47 de 9 de julio de 1996, por la cual se dictan medidas de protección fitosanitarias y se adoptan otras disposiciones) y la Dirección de Salud Animal (Ley 23 de 15 de julio de 1997).

No obstante, existe una fuerte colaboración en el tema de registro de plaguicidas y de disposición final con el Ministerio de Salud, desarrollada a través del Decreto 19 de 10 de abril de 1997 sobre coordinación MIDA-MINSAL y el Decreto 249 de 3 de junio de 2008, que establece las normas sanitarias en materia de disposición final de los desechos farmacéuticos y químicos, resaltados en el tema anterior.

Los procedimientos de registro de plaguicidas y de su fiscalización, el tema de la creación de los laboratorios como parte de las acciones de posregistro, los métodos de muestreo de formulaciones de plaguicidas y fertilizantes, y las tarifas de cobro por los análisis de calidad de los plaguicidas y fertilizantes están regulados por los instrumentos legales desglosados en el Cuadro 11. Aquí hemos considerado únicamente las normativas que surgen con la creación de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (1996).

**Cuadro 11. Desglose de instrumentos legales más importantes para la gestión de los plaguicidas en Panamá**

Instrumento legal	Unidad ejecutora	Objetivo del instrumento legal
Resolución N.º 10 Honorable CIRSA-OIRSA del 26/04/96	MIDA	Instrumento jurídico que estableció el marco conceptual para el desarrollo de normativas sobre registro y control de plaguicidas de uso en la agricultura en Centroamérica y Panamá.
Ley N.º 47 de 10/07/96 (G.O. 23078 del 12/07/96)	MIDA	Adopta medidas de protección fitosanitaria y otras actividades conexas.
Decreto Ejecutivo N.º 19 de 10/04/97 (G.O. 23265 de 14/04/97)	MIDA	Establece coordinación entre MIDA y MINSA para determinar responsabilidades en torno a los plaguicidas.
Decreto Ejecutivo N.º 63 de 1/09/97	MIDA	Reglamenta el registro, aplicación, actividad y servicio de plaguicidas y fertilizantes para uso en la agricultura en Panamá y crea la Comisión Técnica de Plaguicidas (COTEPA).
Decreto N.º 386 de 4/09/97	MINSA	Reglamenta actividades de uso, manejo y aplicación de plaguicidas por parte de las empresas fumigadoras de plagas en viviendas y otros establecimientos de interés sanitario.
Resuelto N.º ALP-067-ADM de 09/09/97	MIDA	Adopta el reglamento interno que rige al Grupo Técnico de Trabajo sobre Plaguicidas (GTTP) conformado por servidores públicos del MIDA y el MINSA.
Resuelto N.º ALP-074-ADM de 18/09/97	MIDA	Establece listado de plaguicidas prohibidos en Panamá.
Resuelto N.º ALP-023-ADM de 22/04/98 (G.O. N.º 23538 de 08/05/98)	MIDA	Establece la normativa y procedimientos para el registro, manejo, uso seguro y eficaz de los aditivos, fertilizantes, materias técnicas y plaguicidas para uso en la agricultura de Panamá.
Resuelto N.º 287 de 27/08/98	MICI	Reglamento Técnico N.º 1-134-98 plaguicidas rotulado
Resuelto N.º 288 de 27/08/98	MICI	Reglamento Técnico N.º 2-405-98 plaguicidas panfleto
Resuelto N.º ALP-051 ADM de 30/09/98	MIDA	Adopta el Manual de procedimientos N.º DSV-DA-001-98 para el registro de aditivos, fertilizantes, materias técnicas y plaguicidas para uso en la agricultura de Panamá.
Resuelto N.º ALP-069-ADM de 31/12/98	MIDA	Establece los fundamentos, requisitos y procedimientos mínimos para la aplicación aérea de los insumos fitosanitarios en el cultivo de banano.
Resuelto N.º ALP-006-ADM de 02/02/99	MIDA	Incluye el ingrediente activo paraquat en el listado de plaguicidas restringidos en la República de Panamá.
Ley N.º 1 de 10/01/2001	MINSA	Establece el control de medicamentos y otros productos químicos, como los plaguicidas de uso doméstico.
Resuelto N.º ALP-016-ADM de 14/02/01	MIDA	Establece las categorías de asesor técnico fitosanitario (ATF), las relaciones y obligaciones de los que ejerzan esas asesorías, las condiciones para la elaboración de las recetas profesionales.

Instrumento legal	Unidad ejecutora	Objetivo del instrumento legal
Resuelto N.º ALP-019-ADM-01 de 22/02/01 (G.O. N.º 24330 del 25/06/01)	MIDA	Deroga el Resuelto N.º 051 de 1998 y adopta el Manual de procedimiento N.º DNSV-DA-001-01 para el registro de aditivos, fertilizantes, materias técnicas y plaguicidas para uso en la agricultura.
Resuelto N.º ALP-020-ADM-01 de 22/02/01 (G.O. N.º 24330 del 25/06/01)	MIDA	Establece el Manual de procedimiento N.º DNSV-DA-002-01 para la fiscalización de insumos fitosanitarios de uso agrícola.
Resuelto N.º ALP-023 ADM-02 de 26/07/02	MIDA	Establece los fundamentos, requisitos y procedimientos mínimos para la aplicación aérea de los insumos fitosanitarios, para uso en la agricultura y deroga el Resuelto N.º 004 de 22 de enero de 1998.
Decreto Ejecutivo N.º 305 de 9/09/02	MINSA	Prohibición de la importación, distribución y uso de las sustancias indicadas en el Anexo I (se incluyen 129 plaguicidas) sin mediar licenciamiento no automático previo, expedido por la Dirección General de Salud del MINSA.
Resolución N.º 17 de 2/08/04	IDIAP	Establece el procedimiento para la certificación de eficacia biológica de plaguicidas químicos formulados y otros productos de uso agrícola.
Resolución N.º 19 de 15/08/04	IDIAP	Corrige la Resolución N.º 17 adicionando el contenido del procedimiento para la eficiencia biológica.
Resuelto N.º 022, de 4 de abril de 2006	MIDA	Adopta el Manual de procedimiento para el cobro de las tarifas por los servicios de muestreos y análisis de control de calidad de plaguicidas.
Resuelto N.º DAL-032-ADM-2006	MIDA	Incluye al ingrediente activo endosulfán en el listado de insumos fitosanitarios restringidos en la República de Panamá.
Decreto Ejecutivo N.º 467, de 7 de noviembre de 2007	MINSA	Adopta el Reglamento sanitario que establece los LMR de plaguicidas y otros contaminantes en frutas y vegetales de consumo nacional y de exportación.
Decreto Ejecutivo N.º 249, de 03/06/08	MINSA	Dicta las normas sanitarias en materia de disposición final de los desechos farmacéuticos y químicos.
Resuelto N.º DAL-041-ADM-2008, de 8 de julio de 2008	MIDA	Adopta el Manual de procedimiento de funcionamiento de las estaciones de campo para la detección de residuos de plaguicidas en frutas y vegetales mediante el empleo de bioensayos rápidos.
Decreto ejecutivo N.º 123 de 14 de agosto de 2009 de la Autoridad Nacional del Ambiente, hoy MiAmbiente	MiAmbiente	Adopta el Reglamento para el proceso de evaluación de impacto ambiental, en particular de los proyectos de agricultura, ganadería, caza y silvicultura (Título II, artículo 16).
Resuelto N.º DAL-016-ADM-2010, de 20 de abril de 2010	MIDA	Reglamenta el artículo 50 de la Ley 47 de 9 de julio de 1996 y adopta el Manual de procedimiento N.º DNSV-DA-001-10 para colecta y análisis de muestras de frutas y vegetales de consumo nacional y de exportación, con el fin de evaluar residuos de plaguicidas durante el periodo de producción.
Resuelto N.º DAL-015-ADM-2010, de 12 de abril de 2010	MIDA	Prohíbe en el territorio nacional, la importación, fabricación, fraccionamiento, comercialización y uso de productos de aplicación agrícola formulados a base del ingrediente activo carbofurán.
Resuelto N.º DAL-042-ADM-2011, de 14 de septiembre de 2011	MIDA	Establece el Resuelto y Manual de aplicaciones terrestres de plaguicidas en Panamá en áreas agrícolas y pecuarias.

Instrumento legal	Unidad ejecutora	Objetivo del instrumento legal
Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011, de 10 de junio de 2011	MIDA	Establece la prohibición de productos de aplicación agrícola formulados a base de 11 diferentes ingredientes activos y la inclusión de 13 ingredientes activos plaguicidas y sus formulaciones en el listado de insumos fitosanitarios restringidos en la República de Panamá.
Resuelto N.º DAL-043-ADM-2011, de 14 de septiembre de 2011	MIDA	Incluye al ingrediente activo oxamil en el listado de insumos fitosanitarios restringidos en la República de Panamá.
Resuelto N.º DAL-044-ADM-2011, de 14 de septiembre de 2011	MIDA	Incluye al ingrediente activo clorpirifós en el listado de insumos fitosanitarios restringidos en la República de Panamá.
Resuelto N.º DAL-041-ADM-2011, de 13/09/11 y Resuelto N.º DAL-055-ADM-2011, de 17 de noviembre de 2011	MIDA	Incluye al ingrediente activo metomil en el listado de insumos fitosanitarios restringidos en la República de Panamá (y su modificación).
Decreto N.º 99 de martes 4 de agosto de 2015	MIDA	Adopta el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 65.05.51:08 Medicamentos Veterinarios y Productos Afines. Requisitos de registro sanitario y control del Anexo 1 de la Resolución N.º 257-2010 (COMIECO-LIX).
Resolución N.º OAL-450-ADM-16, de martes 16 de agosto de 2016	MIDA	Adopta el Manual de procedimiento para el cobro de las tarifas por los servicios de muestreo y análisis de control de calidad y metales pesados en fertilizantes formulados y materia prima.
Texto único de la Ley 41 de 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá, de martes 04 de octubre de 2016	MiAmbiente	Establece los principios y normas básicas para la protección, conservación y recuperación del ambiente.
Resolución N.º OAL-005-ADM-2018, de 19 de enero de 2018	MIDA	Establece el procedimiento de triple lavado u otra técnica autorizada, perforado y manejo de los envases plásticos vacíos de plaguicidas.

Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo de 1996 hasta la fecha, Panamá ha adoptado medidas reglamentarias firmes para prohibir y restringir moléculas plaguicidas que han representado un peligro para la salud pública y el medioambiente. Tales decisiones tienen a nuestro país en el concierto de las naciones del continente en una posición privilegiada. De igual manera, Panamá también se ha vinculado, desde sus inicios, como miembro activo dentro de los convenios de **Rotterdam, Estocolmo y Basilea**, procurando estar a la altura de los compromisos pactados sobre comercio internacional, distribución, manejo y disposición final de los plaguicidas.

En 1997, la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, a través del Resuelto N.º 74 de 18 de septiembre aprobó la medida reglamentaria firme de prohibir 61 ingredientes activos de plaguicidas (ver Anexo 1), alejando de la actividad agrícola moléculas altamente peligrosas, de reconocida persistencia en el ambiente y bioacumulativas en las cadenas tróficas. Se incluyeron en este grupo, principalmente, plaguicidas organoclorados, organofosforados y derivados de metales como mercurio, arsénico, cadmio, plomo, entre otros.

De forma aislada, el MIDA incluyó por primera vez en la lista de plaguicidas restringidos todas las formulaciones del ingrediente activo paraquat (Resuelto N.º ALP-006-ADM-1999). Posteriormente se actuó de la misma manera con el endosulfan (Resuelto N.º DAL-032-ADM-2006).

En el año 2010 se prohíbe al insecticida nematocida carbofurán (Resuelto N.º 32 de 12 de abril). Al año siguiente se toma la decisión ampliada de prohibir y restringir con un mismo instrumento

jurídico (Resuelto N.º 24 de 10 de junio de 2011) 24 diferentes moléculas plaguicidas. En particular, se estableció la prohibición de 11 ingredientes activos y la restricción de otros 13 (ver Anexo 2 y 3).

Más recientemente se ha restringido el uso del oxamil (Resuelto N.º 43 de 14 de septiembre de 2011), del clorpirifós (Resuelto N.º 44 de 14 de septiembre de 2011) y del metomil (Resuelto N.º 41 de 13 de septiembre de 2011 y Resuelto N.º 5 de 17 de noviembre de 2011).

## 2.10. Estudio de caso: aplicación de la nanotecnología en la síntesis química de nuevos plaguicidas

El caso narrado a continuación está extraído de Eder Lugo Medina, Cipriano García Gutiérrez y Rey David Ruelas Ayala. 2010. *Nanotecnología y nanoencapsulación de plaguicidas*. En Ra Ximhai - Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México.

La nanotecnología ha sido definida como toda aquella tecnología que se relaciona con nuevos materiales, sistemas y procesos que operan a una escala de 100 nanómetros (nm) o menos. Supone la manipulación de materiales y la creación de estructuras y sistemas a escala de átomos y moléculas, es decir, a nanoescala. Las propiedades y efectos de las partículas y materiales a nanoescala difieren considerablemente de las partículas más grandes con igual composición química. Las nanopartículas pueden tener una **mayor reactividad química** y ser **más bioactivas** que las partículas más grandes. Por su tamaño, tienen mejor acceso a cualquier cuerpo y tienen probabilidad de entrar en células (incluso en el núcleo), tejidos y órganos.

La mayor reactividad química y biodisponibilidad significa mayor toxicidad en comparación con la misma unidad de masa de partículas más grandes.

### Diseño de nuevas formulaciones de plaguicidas

En este campo, el enfoque se dirige a la reducción de la dosis de ingrediente activo y a una menor residualidad y carga de contaminantes en el ambiente. La forma, carga y tamaño de las distintas partículas pueden afectar sus propiedades cinéticas (absorción, distribución, metabolismo, excreción y toxicidad). Por esta razón, los nanomateriales de la misma composición, que tienen diferente tamaño y forma, pueden tener **amplia diferencia de toxicidad**. Estas propiedades son las que se aprovechan en la formulación de fertilizantes, productos de crecimiento vegetal y en el diseño de plaguicidas más potentes que respondan a condiciones climáticas o insectos blanco específicos.

La nanotecnología está introduciendo una nueva gama de plaguicidas, reguladores del crecimiento vegetal y fertilizantes químicos potencialmente más eficientes que los usados actualmente.

Las compañías agroquímicas han reducido el tamaño de las partículas de las emulsiones químicas existentes, llevándolas a dimensiones nanoscópicas, o han encapsulado los ingredientes activos en **nanocápsulas** diseñadas para abrirse bajo ciertas condiciones: respuesta a la luz solar, el calor o condiciones alcalinas en el tubo digestivo de un insecto. Joseph y Morrison (2006) señalan que algunas compañías producen formulaciones que contienen nanopartículas en el espectro de 100 a 250 nm que pueden **disolverse en agua más eficazmente** que las existentes (aumentando así su nivel de actividad).

Por otro lado, la incorporación de nanomateriales manufacturados en alimentos y bebidas, suplementos nutricionales, envases de alimentos, revestimientos comestibles, fertilizantes, plaguicidas y tratamientos integrales de semillas presentan también nuevos riesgos para el público, los trabajadores y los agricultores, debido a que falta evaluar la **biopersistencia** de los productos y su efecto en el humano y los animales.

**Preguntas:**

1. A su criterio, ¿cuáles son las principales ventajas en la aplicación de la nanotecnología en agroquímica?
2. De igual manera, ¿cuáles son las principales desventajas en la aplicación de la nanotecnología en la fabricación de fertilizantes y agroquímicos?
3. ¿Recomendaría usted la compra de plaguicidas y fertilizantes fabricados a una nanoescala?

## 2.11. Autoevaluación

**Parte I. Escoja la mejor respuesta.** Encierre en un círculo la mejor respuesta. Solo hay una opción correcta.

**1. Propiedad que define el riesgo de contaminación de aguas subterráneas:**

- a) erosión    b) volatilización    c) lixiviación    d) adsorción

**2. Intoxicación cuyos síntomas se aprecian antes de las 24 horas:**

- a) crónica    b) aguda    c) subaguda    d) subcrónica

**3. Prohibido en Panamá:**

- a) paraquat    b) glifosato    c) cipermetrina    d) paratión metil

**4. Organofosforado es catalogado como una:**

- a) clase    b) formulación    c) familia    d) N/A

**5. Tiempo transcurrido entre su fabricación y disposición final:**

- a) persistencia    b) ciclo de vida    c) constante de Henry    d) coeficiente de partición

**6. Capcisina y piretrina:**

- a) inorgánicos    b) orgánico-sintéticos    c) naturalite    d) orgánico-naturales

**7. Es una medida reglamentaria firme:**

- a) restricción    b) MIP    c) BPA    d) IARC

**8. Que ciertos plaguicidas contaminen agua subterránea es considerado como una acción:**

- a) evitable    b) inevitable    c) controlada por una BPA    d) controlada por el MIP

**9. Organismo de referencia mundial sobre el cáncer y plaguicidas:**

- a) IARC    b) OIEA    c) Convenio de Rotterdam    d) Convenio de Estocolmo

**10. Aparece en la década de 1940:**

- a) paratión    b) hexaclorobenzeno    c) mancozeb    d) DDT

**11. Clase más importada en el mundo:**

- a) fungicida    b) insecticida    c) herbicida    d) N/A

**12. Familia de plaguicidas que aparece en los años ochenta:**

- a) ciclodienos    b) carbamatos    c) neonicotinoides    d) organofosforados

**13. Se degrada en presencia de la luz solar:**

- a) hidrólisis    b) fotólisis    c) volatilización    d) solarismo

**14. Amplifica efecto tóxico del glifosato:**

- a) sulfotep    b) POEA    c) etilentiourea    d) N/A

**15. El color azul denota peligrosidad:**

- a) extrema    b) moderada    c) alta    d) N/A

**16. Agente naranja:**

- a) MCPA    b) 2,4-D    c) 2,4-D + 2,4,5-T    d) MCPA + 2,4,5-T

**17. En 2015 pasa a ser carcinogénico:**

- a) cipermetrina    b) benomilo    c) sevín    d) N/A

**18. Herbicida más importado en el mundo:**

- a) paraquat    b) glifosato    c) 2,4-D    d) N/A

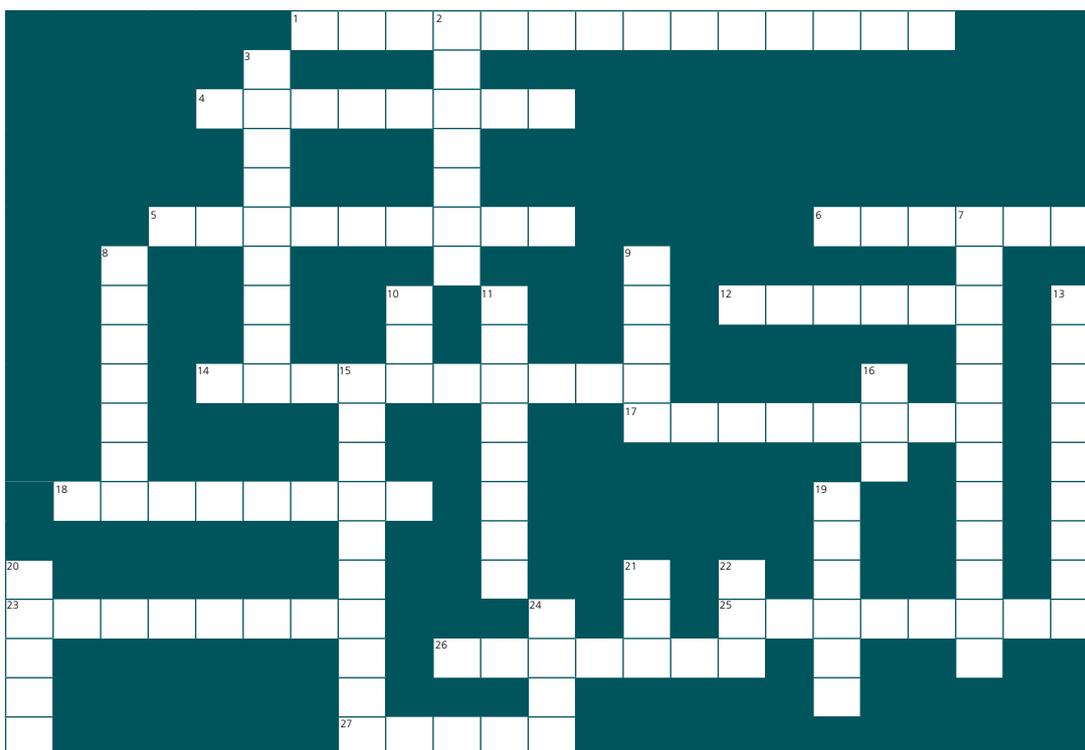
**19. Color de banda en paraquat:**

- a) rojo    b) amarillo    c) azul    d) verde

**20. Efecto de almacenarse en tejidos vivos:**

- a) bioacumulación    b) geomagnificación    c) concentración    d) N/A

**Parte II. Complete el siguiente crucigrama:**



**Horizontal**

1. Acción de almacenarse en los organismos vivos
4. Acción que realiza el analista para registrar una formulación
5. Ingrediente activo más vendido de la clase herbicida
6. Sitio de adoración cristiano
12. Enfermedad crónica que pueden causar los plaguicidas
14. Grupo químico de la clase insecticida
17. Sin autoría, en plural
18. Fungicida ditiocarbamato más solicitado en Panamá
23. Acción de moverse con el agua hacia las aguas subterráneas
25. Plaguicida hallado en agua de consumo humano en el país
26. Precaución, prevención
27. Intoxicación que se manifiesta en las primeras 24 horas

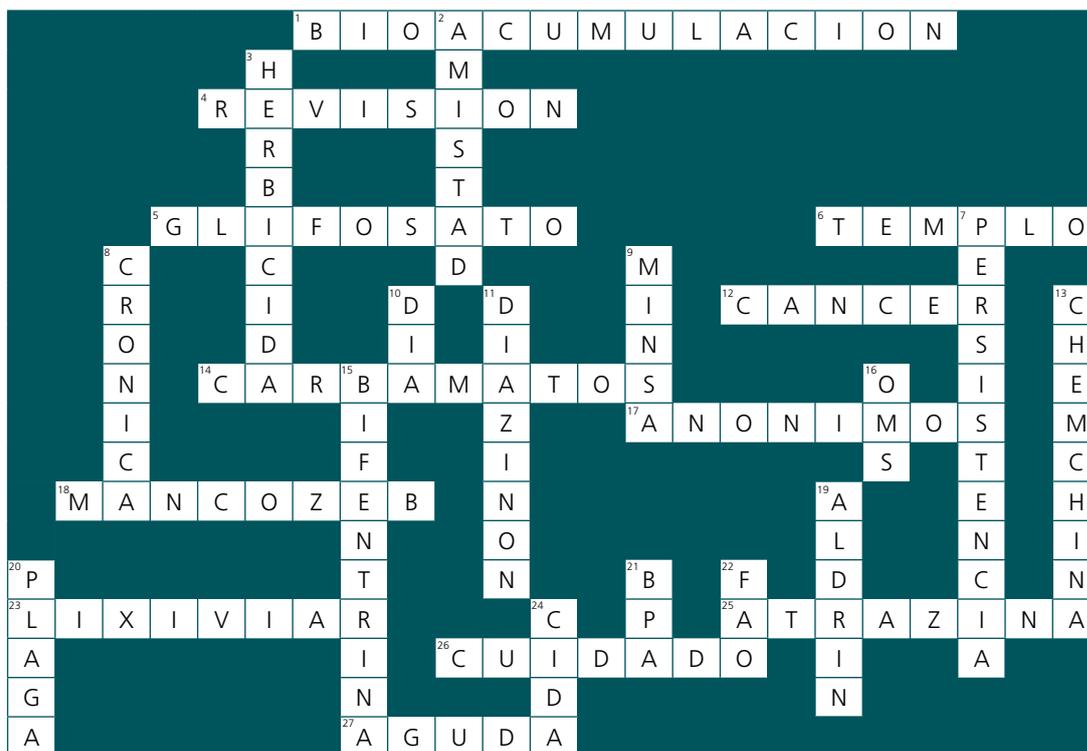
**Vertical**

2. Relación estrecha entre dos o más personas
3. Clase que mayormente se importa al país
7. Permanece intacto mucho tiempo en el ambiente
8. Intoxicación que se manifiesta tiempo después de la exposición a un tóxico
9. Emite dictamen toxicológico para el plaguicida
10. Que tiene 24 horas
11. Insecticida declarado carcinogénico en el 2015
13. Empresa líder en ventas de agroquímicos en el 2018
15. Insecticida más importado en los últimos años
16. Organización Mundial de la Salud
19. Plaguicida organoclorado, forma parte de los drines
20. Organismo vivo que causa daño a otros organismos
21. Buena práctica agrícola
22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
24. Sufijo que significa "mata", "extermina"

### Respuestas al sistema de evaluación

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. c | 6. d  | 11. c | 16. c |
| 2. b | 7. a  | 12. c | 17. d |
| 3. d | 8. b  | 13. b | 18. b |
| 4. c | 9. a  | 14. b | 19. b |
| 5. b | 10. d | 15. d | 20. a |

### Respuestas al crucigrama



## 3. RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE PLAGUICIDAS EN PANAMÁ

«Si la abeja llegara a desaparecer, el hombre desaparecería en pocos años», profetizaba A. Einstein.

### 3.1. Definición de riesgo, peligro y de ciertas propiedades fisicoquímicas

Para efectos de este libro, se tomó y modificó la definición de riesgo y peligro ofrecidas en el Boletín Informativo del Centro de Prevención de Riesgos del Trabajo (CEPRIT) de EsSalud Perú. **Peligro** es una condición o característica intrínseca en los plaguicidas que puede causar lesión o enfermedad en humanos, animales y cultivos, y deterioro o desmejoramiento en la calidad del agua, suelo, aire y alimentos. En cambio, **riesgo** es el producto resultante de la probabilidad de exposición al plaguicida y la consecuencia de no controlar el peligro (EsSalud 2013).

Una buena comunicación de peligros alerta al aplicador o manipulador de plaguicidas sobre la presencia de un peligro y la necesidad de reducir al mínimo la exposición y el riesgo resultante.

Nuestras condiciones climáticas favorables facilitan el desarrollo de una cantidad apreciable de diferentes plagas: insectos fitófagos, hongos y bacterias fitopatógenas, malezas anuales y perennes con hojas angostas, anchas y de otros organismos perjudiciales. Si a eso le sumamos inadecuadas prácticas de labranza, siembra, fertilización y manejo de desechos, cosecharemos problemas de difícil control, agravados por las limitaciones en la selección de plaguicidas y por la inadecuada aplicación de dichos insumos.

En estos momentos, no solo somos testigos de su uso por los estamentos de salud para el combate de vectores (Departamento de Control de Vectores del MINSa); lo hacen también los técnicos de granjas y proyectos de cría de animales mayores y menores. No se escapan de esta tendencia los otros estratos de la sociedad.

Lo cierto es que todavía no somos autosuficientes, en calidad y cantidad, para reemplazar las prácticas químicas cotidianas. La opción orgánica debe seguir desarrollándose hasta alcanzar recetas seguras para la protección zoo y fitosanitaria de plantas y animales contra organismos hostiles. En contraposición, la técnica de control químico de plagas sigue siendo una solución rápida y efectiva para el sector agrícola y pecuario del país en el combate de organismos-plaga.

Estamos envueltos en un dilema o encrucijada: mantener la tecnología existente para sostener con dificultades una población planetaria que hoy supera los 7 700 millones, contra la creencia o la convicción de que la agricultura alternativa sostendrá la alimentación de 9 700 millones de personas hacia el año 2050 (ONU 2019). ¿Cuál es tu elección?

El debate internacional en diferentes escenarios en torno a este tema va a continuar. Mientras no haya una definición, es importante que tengamos claro que los problemas más comunes asociados al uso de plaguicidas, su relación con el deterioro ambiental y ocurrencia de enfermedades crónicas se agudizarán y, por ello, existe la urgente necesidad de implementar diversas medidas de mitigación.

En ese sentido, empecemos por preguntarnos: ¿ingresan muchos plaguicidas al país? La respuesta es afirmativa, según los datos que maneja la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV). Durante el periodo 2017-2020, se importó a Panamá un promedio de 5,78 millones de kilogramos, equivalentes a 1,39 kg/habitante; índice que, como señaláramos con anterioridad, puede ser catalogado como preocupante, ya que supera en casi dos veces el promedio mundial (ANAM 2012).

Además de la población panameña, existen otros organismos vivos que pasan a ser potenciales receptores del perjuicio o daño que pueden causar los plaguicidas. En esta lista se incluyen el suelo y el agua. En resumidas cuentas, los agrotóxicos no son selectivos, no distinguen entre organismos blanco y aquellos que no lo son. De igual manera, la gran mayoría de ellos se mantiene por un periodo variable en el aire, agua y suelo, contaminándolos inevitablemente.

Los problemas que producen los plaguicidas son variados. A continuación, mencionaremos solo algunos:

- deterioro de la calidad del agua;
- presencia de sus residuos en los tejidos de las plantas y animales de consumo humano;
- acumulación o retención de sus residuos en el suelo;
- contaminación del aire;
- problemas toxicológicos; y
- problemas ecotoxicológicos

A través de la caracterización de la exposición y de los efectos resultantes de dicha exposición, podemos eventualmente medir los riesgos asociados al uso de cada uno de los ingredientes activos que llegan a nuestras granjas e inventarios. La práctica revela que existen herramientas que pueden predecir el comportamiento y destino de un plaguicida en el ambiente. Conociendo ciertas **propiedades físicas y químicas** de los plaguicidas se pueden evitar con anticipación los perjuicios a la salud pública y el medioambiente. No obstante, tenemos que reconocer que muy poco o nada se ha hecho en las aulas universitarias para impartir tales conocimientos.

Si sabemos cuáles son esas propiedades fisicoquímicas que generalmente determinan el comportamiento del plaguicida en los organismos vivos y en el ambiente y los valores o límites referenciales dados en la literatura para el plaguicida en evaluación, en efecto, podemos, bajo ciertas excepciones, casi en un 90% pronosticar la ubicación de los residuos del producto en un momento determinado. ¿Se desintegró? ¿Está en algún sustrato? ¿Se concentra en los tejidos vivos?

Trataremos de abordar ciertas variables o propiedades que pueden predecir con bastante certeza el destino ambiental de un plaguicida cuando se libera al ambiente y las consecuencias que una situación como esta puede generar. Hemos colocado como ejemplo una lista de 18 ingredientes activos de uso restringido en la agricultura panameña, con las descripciones de sus principales propiedades fisicoquímicas (ver Cuadro 12). De igual manera, con el propósito de facilitar la comprensión, ofrecemos los siguientes conceptos y sus definiciones:

- **Solubilidad.** Cantidad de un plaguicida que se disuelve en una cantidad dada de agua.
- **Constante de Henry (Hc).** Predice de manera más precisa la capacidad de un plaguicida para volatilizarse.
- **Lixiviación e índice GUS.** Lixiviación es el arrastre del plaguicida con el agua de lluvia o riego a través de los poros del suelo por acción de la fuerza de gravedad. GUS (*Groundwater Ubiquity Score*), índice muy frecuentemente usado para predecir la contaminación del agua subterránea. Ver valores de referencia en el Cuadro 7.
- **Coefficiente de partición.** Usado para estimar la facilidad con que una sustancia química se acumula en un organismo vivo.
- **Coefficiente de adsorción.** Usado para medir la adhesión del plaguicida a una superficie (generalmente suelo).

**Cuadro 12. Ciertas propiedades fisicoquímicas de plaguicidas restringidos en Panamá**

Ingrediente activo	Constante de Henry (Hc) (Pa/mol/m <sup>3</sup> )	Solubilidad (mg/l)	GUS	Coefficiente de partición log K <sub>ow</sub>	Coefficiente de adsorción K <sub>oc</sub>
Aldicarb	1,25 x 10 <sup>-5</sup> (25 °C)	6000 (25 °C)	0,96	1,15	30
Azinfós-metil	5,70 x 10 <sup>-6</sup> (25 °C)	30 (25 °C)	1,42	2,96	1 000
Benomil	4x10 <sup>-4</sup> (25 °C)	2 (25 °C)	-0,07	1,4	1 900
Captán	3,00 x 10 <sup>-4</sup> (25 °C)	3,3 (25 °C)	0,97	2,5	200
Carbaril	9,20 x 10 <sup>-5</sup> (25 °C)	40 (30 °C)	2,02	2,36	300
Clorpirifós	4,78 x 10 <sup>-1</sup> (25 °C)	2 (25 °C)	0,58	4,69	6 070
Diclorovós	2,58 x10 <sup>-2</sup> (25 °C)	10 000	0,69	1,9	50

Ingrediente activo	Constante de Henry (Hc) (Pa/mol/m <sup>3</sup> )	Solubilidad (mg/l)	GUS	Coefficiente de partición log K <sub>ow</sub>	Coefficiente de adsorción K <sub>oc</sub>
Dimetoato	1,42 x 10 <sup>-6</sup> (25 °C)	23 800 (20 °C)	2,18	0,75	20
Endosulfan	1,48 (25 °C)	0,32(20 °C)	5,28	4,75	12 400
Etoprofós	1,35 x 10 <sup>-2</sup> (25 °C)	750 (20 °C)	0,22	3,6	70
Fosforo de aluminio	3,3 x 10 <sup>4</sup>	Se gasifica	-	1,05	-
Fosforo de magnesio	No data	Se gasifica	-	-	-
Metomil	2,13 x 10 <sup>-6</sup> (25 °C)	57 900 (25 °C)	2,19	0,09	72
Oxamil	2,7 x 10 <sup>-8</sup> (25 °C)	280 000 (25 °C)	2,23	-0,44	25
Paraquat	4,0 x 10 <sup>-9</sup> (25 °C)	620 000 (20 °C)	-3,48	-4,5	8 400-40 000 000
Terbufós	2,70 (25 °C)	5,07 (25 °C)	1,25	4,52	500
Tiodicarb	4,31 x 10 <sup>-2</sup> (25 °C)	22,2 (20 °C)	1,73	1,62	350
Triazofós	4,90 x 10 <sup>-3</sup> (25 °C)	39 (23 °C)	1,38	3,34	358

**Fuentes:** P.A. Vogue, E.A. Kerle y J.J. Jenkins. 1994. *OSU Extension Pesticide Properties Database*. National Pesticide Information Center (NPIC).  
Comisión Europea. 2003. *Informe de revisión del principio activo paraquat. SANCO/10382/2002-final*. Bruselas: Dirección General de Sanidad y Protección al Consumidor.

Tomando como referencia los valores del Cuadro 12 y basados en el Cuadro 13, en efecto, se predice el comportamiento y destino de las moléculas plaguicidas en los seres vivos y el medio ambiente. Por ejemplo, el clorpirifós posee una determinada predisposición a volatilizarse y una baja solubilidad en agua, por tanto, un mínimo riesgo de contaminar las aguas subterráneas; una abierta posibilidad de bioacumularse y almacenarse en los tejidos vivos; y una alta afinidad hacia la parte superior del suelo, donde queda retenida la mayor porción del producto aplicado, desplazándose desde allí por erosión y escorrentía a los cuerpos de agua superficiales, contaminándolos.

**Cuadro 13. Valores de referencia para cada propiedad fisicoquímica**

<b>Volatización</b>	Alta																				
	Baja																				
<b>Pv</b>	Alta	√																			
	Baja		√																		
<b>Hc</b>	Alta	√		√																	
	Baja		√		√																
<b>Solubilidad</b>	Alta		√		√		√														
	Baja	√		√		√															
<b>Lixiviación</b>	Alta		√		√		√	√													
	Baja	P		P		P															
<b>K<sub>oc</sub></b>	Alta		√		√				G		√										
	Baja	P		P					√		√										
<b>K<sub>ow</sub></b>	Alta								√		√										
	Baja								√		P										
<b>Persistencia</b>	Alta								G			√		P							
	Baja														√						
<b>t<sub>1/2</sub></b>	Alta													P		√					
	Baja														√		√				
↑ <b>Características fisicoquímicas →</b>	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	
	<b>Volatización</b>		<b>Pv</b>		<b>Hc</b>		<b>Solubilidad</b>		<b>Lixiviación</b>		<b>K<sub>oc</sub></b>		<b>K<sub>ow</sub></b>		<b>Persistencia</b>		<b>t<sub>1/2</sub></b>				

P= Potencial      √= Guardan relación      G= Generalmente

<b>Volatización</b>	Alta	$H_c > 1,0 \times 10^{-3}$
	Baja	$H_c < 1,0 \times 10^{-8}$
<b>Pv</b>	Alta	$> 1,0 \times 10^{-3}$
	Baja	$< 1,0 \times 10^{-8}$
<b>Hc</b>	Alta	$> 1,0 \times 10^{-3}$
	Baja	$< 1,0 \times 10^{-7}$

<b>Solubilidad</b>	Alta	$> 30ppm$
	Baja	$< 30ppm$
<b>Lixiviación</b>	Alta	$GUS > 2,8$
	Baja	$GUS < 1,8$
<b>K<sub>oc</sub></b>	Alta	$> 1\ 000$
	Baja	$< 1\ 000$

<b>K<sub>ow</sub></b>	Alta	3 - 6
	Baja	$< 3$
<b>Persistencia</b>	Alta	$> 1$ año
	Baja	$< 4$ semanas
<b>t<sub>1/2</sub></b>	Alta	$> 9$ días
	Baja	$< 9$ días

Fuente: Elaboración propia en base a los aportes de estudiantes de posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, 2013

En el capítulo anterior, adelantábamos ciertos valores para expresar cuantitativamente determinadas propiedades de un plaguicida y, en su momento, nos permitía hablar de la persistencia de este en el ambiente. Es decir, con esta expresión matemática podíamos de forma definitiva establecer una gran posibilidad de detección de sus residuos en el suelo, agua o aire.

La idea de utilizar estas y otras herramientas, de las cuales haremos mención más adelante, es apoyar nuestra gestión en futuras evaluaciones de riesgo por plaguicidas y en la identificación de las causas que originaron un problema por el uso de dichos agrotóxicos. A continuación, consideraremos los principales problemas que se han detectado, fundamentalmente en Panamá, por razones evitables o inevitables en la aplicación de plaguicidas

### 3.1.1. Riesgos por el deterioro en la calidad del agua

Desde el 2015, el MIDA ejecuta el programa trimestral de monitoreo de varias cuencas o ríos importantes dentro de nuestro territorio. Para las cuencas o ríos bajo estudio, el área más afectada por plaguicidas fue la cuenca media mientras que sus partes bajas presentaban menor grado de contaminación (ver Cuadro 14). Según su escala de afectación (frecuencia en detección de residuos de plaguicidas) el río Santa María se puede categorizar como la cuenca más afectada por plaguicidas

**Cuadro 14. Determinación del grado de contaminación de ríos importantes del país por plaguicidas**

Cuenca	Inicio de estudio/año/ mes	Escala de afectación en la cuenca		
		Alta	Media	Baja
Río La Villa	Sept. 2015			
Río Santa María	Sept. 2015			
Río Chico	Sept. 2015			
Río Chagres	Mar. 2017			
Río Chiriquí Viejo	Sept. 2017			

 Muy afectada (>9)     Medianamente afectada (5 a 9)     Poco afectada (1 a 4)

Fuente: Elaboración propia

Con certeza no sabemos si el agua cruda de estos ríos es usada para el lavado en empacadoras; tampoco, al momento, sabemos si los residuos de estos productos llegan a las plantas potabilizadoras y si logran burlar las diversas barreras de tratamiento del agua cruda. Este es un tema muy delicado y debe ser más ampliamente estudiado por las autoridades nacionales. No olvidemos que el agua es vital para la vida humana.

La detección de la **atrazina** en el agua de consumo humano, en las provincias de Herrera y Los Santos, dejó al descubierto que no todos los contaminantes químicos son retenidos por los dispositivos de una planta potabilizadora. Los niveles de atrazina superaban los valores guía o LMR de ese momento en agua potable (3 µg/l, según OMS), obligando a las autoridades de aquel entonces (30 de junio-julio 2014) a suspender su consumo. Esta situación no es nueva, algo similar experimentaron nuestros vecinos de Costa Rica (Limonas, 2007), que fueron informados de la contaminación de sus acueductos con residuos del herbicida **bromacil**, uno de los más utilizados en las plantaciones de piña de aquel entonces.

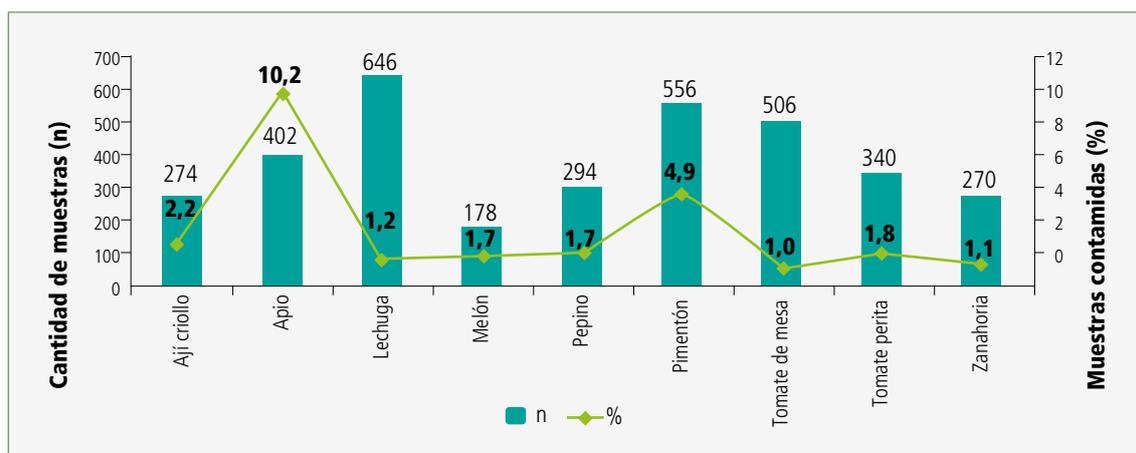
En estudios preliminares realizados en la cuenca del río Chiriquí Viejo, bajo el patrocinio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en el año 2015, en los que participaron el MIDA, MiAmbiente, ARAP y el Gorgas, se hallaron en las muestras de agua cruda los siguientes plaguicidas: alaclor, diazinon, clorpirifós, etoprofós, endosulfán, malatión y bifentrina. Para el caso particular del clorpirifós se registró su frecuente presencia en la mayoría de los muestreos y estaciones de colecta de muestras (MIDA 2016).

### 3.1.2. Riesgos por la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos de origen vegetal

Un paso firme sobre este tema se da en los primeros años de este milenio. La DNSV logra establecer el programa anual de monitoreo de vegetales y encuentra en ellos residuos de plaguicidas, utilizando dos técnicas: cromatográfica en Tapia, Tocumen y bioensayo rápido (estaciones en Chiriquí, Los Santos y Panamá Centro).

Un análisis de la información emitida por las estaciones arrojó que el apio fue la hortaliza con el mayor grado de presencia de residuos de plaguicidas, durante los años 2008-2010, alcanzando consistentemente alrededor del 10% (ver Gráfico 8). La cantidad de muestras que se pueden analizar por año mediante esta técnica es muy alta y de muy bajo costo (Requena 2009). Entre los años 2015-2019 se analizó un total de 12 719 muestras de vegetales (Hernández, Checa y Hernández 2021).

**Gráfico 8. Vegetales con mayor grado de contaminación por organofosforados y carbamatos (estaciones MIDA, 2008-2010)**



Fuente: Elaboración propia

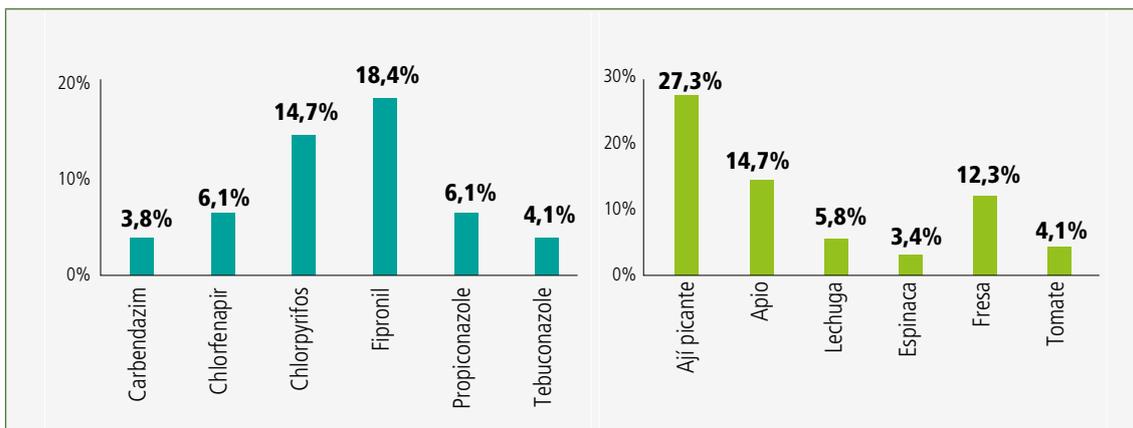
Datos más recientes (2015-2017), obtenidos por medio de cromatografía líquida y cromatografía gas-líquido, mostraban que las principales violaciones de los límites máximos de residuos (LMR) se daban por: clorotalonilo, clorpirifós, fipronil y propiconazol. Los pimientos, apios, fresas y lechugas son los productos vegetales que presentaban los mayores niveles de contaminación.

Sin embargo, estos resultados tienden a variar de una manera interesante con el tiempo, en función de los cultivos analizados y las épocas del año. En el periodo comprendido entre los años 2015-2019, se analizaron 1 134 muestras provenientes de 29 a 61 diferentes cultivos, en consideración de los años de estudio. Observando el Gráfico 9, podemos apreciar que la mayoría de las infracciones de los LMR se detectaban en ají picante, apio y fresa, en los cuales el porcentaje de muestras que superaban los LMR oscilaba entre 12,3% a 27,3%. Se encontró que tales violaciones eran causadas principalmente por dos insecticidas: fipronil (18,4%) y clorpirifós (14,7%).

Por otra parte, en el mismo consolidado sobre el programa de monitoreo de residuos de plaguicidas en frutas y vegetales de la DNSV se hace mención de la cantidad total de muestras contaminadas con residuos de plaguicidas (40,4%), muestras cuyos resultados superan los LMR (16,5%) y muestras donde no se detecta residuo alguno (43,1%). Como se indicara con anterioridad, en ese quinquenio se analizaron 1 134 muestras (ver Gráfico 10).

Curiosamente, según el último informe publicado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés), en 2019 se analizaron 96 302 muestras de alimentos. De ese gran total, el 44,1% contenía uno o más plaguicidas en concentraciones cuantificables. En España, para ese mismo año, el 44,4% de frutas y vegetales analizados tenía residuos de plaguicidas (García y Hernández 2021; Whitworth 2021).

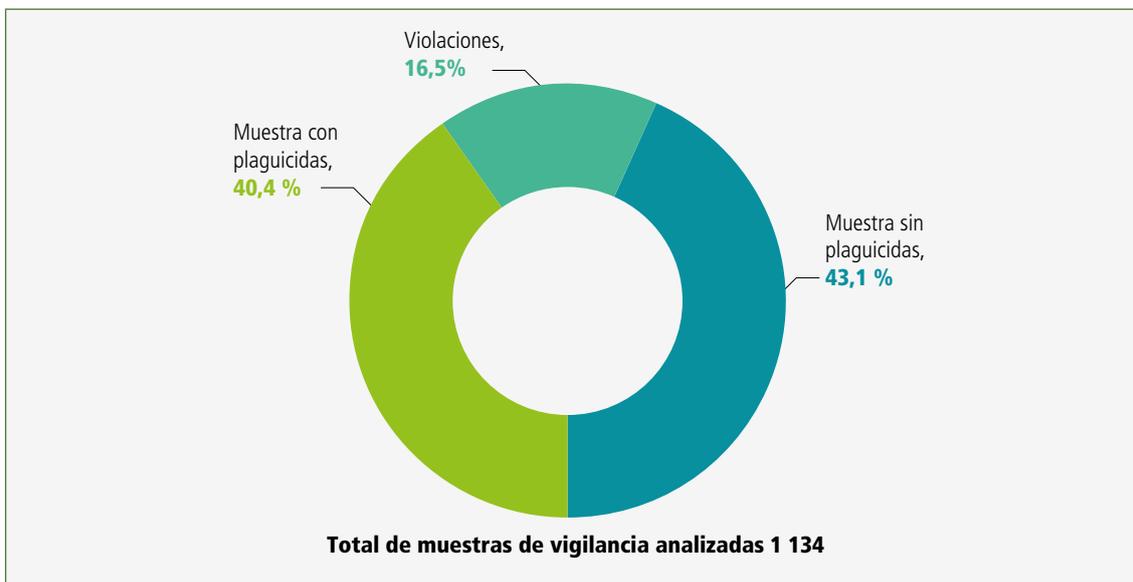
**Gráfico 9. Principales cultivos donde se registran violaciones de los LMR y los plaguicidas mayormente responsables de tales infracciones (periodo 2015-2019)**



Fuente: Hernández, Checa y Hernández 2021.

Dependiendo de las concentraciones presentes (bajo riesgo y alto riesgo), el consumo de estos alimentos puede ocasionar, según las ciencias médicas, dos problemas a la salud: intoxicaciones agudas en pacientes que presentan problemas gastrointestinales, alergias, dolores de cabeza, mareo, vómitos, entre otros; e intoxicaciones crónicas que no se detectan en las primeras 24 horas sino tiempo después en forma de enfermedades crónicas (aunque esto último ha sido poco estudiado), como cáncer, insuficiencia renal, efectos reproductivos, alteraciones cromosomales y hormonales, entre otras.

**Gráfico 10. Detección de plaguicidas en muestras de vegetales y su relación con los LMR (periodo 2015-2019)**



Fuente: Hernández, Checa y Hernández 2021.

### 3.1.3. Riesgos por la acumulación o retención de residuos en el suelo

El suelo es el reservorio natural de todos los plaguicidas que se emplean en las granjas agrícolas y pecuarias. En menor o mayor concentración, todos caen al suelo: algunos se concentran en la capa superior y otros se desplazan a lo largo de su perfil hasta contaminar los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Es normal, en consecuencia, determinar en él residuos de plaguicidas.

En muestras recolectadas por el IDIAP y en otras enviadas por productores de diversas regiones del país y analizadas por los laboratorios de la DNSV, se determinó la presencia de 31 diferentes ingredientes activos. Llama la atención la presencia de ciertos plaguicidas que ya están prohibidos en Panamá, como es el caso del DDT y de los productos resultantes de su degradación: aldrín, hexaclorociclohexano (HCH), hexaclorobenzeno y el mirex. Estos productos pueden mantenerse por mucho tiempo en el suelo sin descomponerse (el DDT hasta 50 años). Estos plaguicidas son contaminantes orgánicos persistentes, altamente peligrosos y bioacumulativos en el cuerpo humano y en otras especies vivas.

### 3.1.4. Riesgos por la contaminación del aire

Ciertos plaguicidas se mueven a grandes distancias con las corrientes de aire y han sido detectados en muestras de pantanos, nieve y animales, tomadas de sitios tan inhóspitos como los círculos polares. No disponemos de estudios realizados en Panamá, no obstante, se puede asumir que por corto tiempo ciertos plaguicidas bajo las condiciones tropicales de Panamá se mantendrán en el aire y luego se depositarán en el suelo. Los perjuicios a la salud dependerán de su concentración.

### 3.1.5. Riesgos toxicológicos y descripción de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP)

Desde 1996, Panamá, con apoyo inicial del Proyecto Plagsalud, lleva el control y registro de las intoxicaciones agudas (primeras 24 horas), atendidas en los centros de atención médica del MINSa y CSS.

Según información compartida por el Departamento de Epidemiología del MINSa (MINSa 2021), durante el periodo 2016-2020 los plaguicidas fueron los causantes de un total de 1 249 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP), para un promedio de 250 personas intoxicadas por año. Los mayores problemas de intoxicaciones agudas se dieron, en general, en los años 2016 y 2019. Las regiones de salud más afectadas fueron: Chiriquí, Los Santos y Coclé, consideradas las provincias más destacadas por sus actividades agrícolas y pecuarias (ver Gráfico 11). Este número de intoxicados podría ser mayor a los datos oficiales, pero muchos de los afectados no llegan hasta los centros de salud (subregistros). Este problema es similar en todos los países centroamericanos.

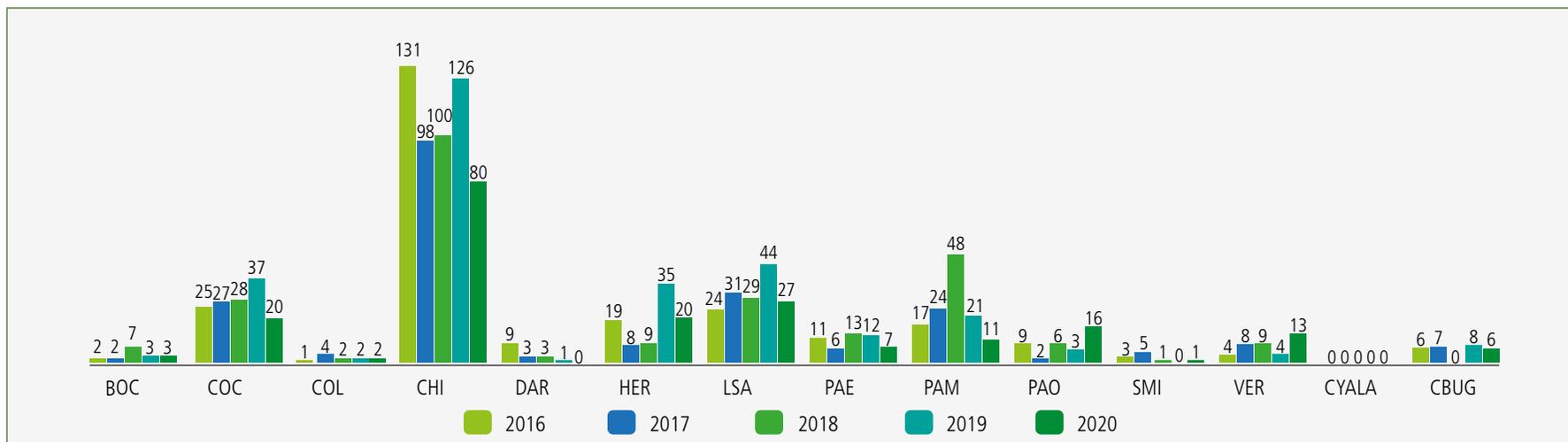
Durante ese mismo periodo, los sistemas de salud del país reportaron 50 fallecidos por exposición a plaguicidas. El mayor número de defunciones se dio en las provincias de Coclé (13), Chiriquí (10), Veraguas (7), Panamá Oeste (6) y Herrera (5) (ver Gráfico 12).

No disponemos de información estadística sobre intoxicaciones crónicas, pero podemos establecer ciertas conjeturas o asociaciones entre los plaguicidas mayormente reportados como infractores de los LMR y la posible ocurrencia, principalmente en zonas de producción agropecuaria, de enfermedades como cáncer, enfermedad renal crónica no especificada, esterilidad, defectos hormonales y dermatosis laboral.

Por otra parte, los interesados pueden encontrar información emitida por organismos internacionales de obligada referencia en torno a esta problemática (OMS, IARC, USEPA y PNUMA), los cuales brindan listados de plaguicidas, catalogados como agentes carcinogénicos, agentes con efecto de perturbador endocrino, entre otras patologías sobresalientes (OMS 2020, IARC 2020, USEPA 2018 y Bergman et al. 2013). Más información como esta se consigna en el Anexo 4.

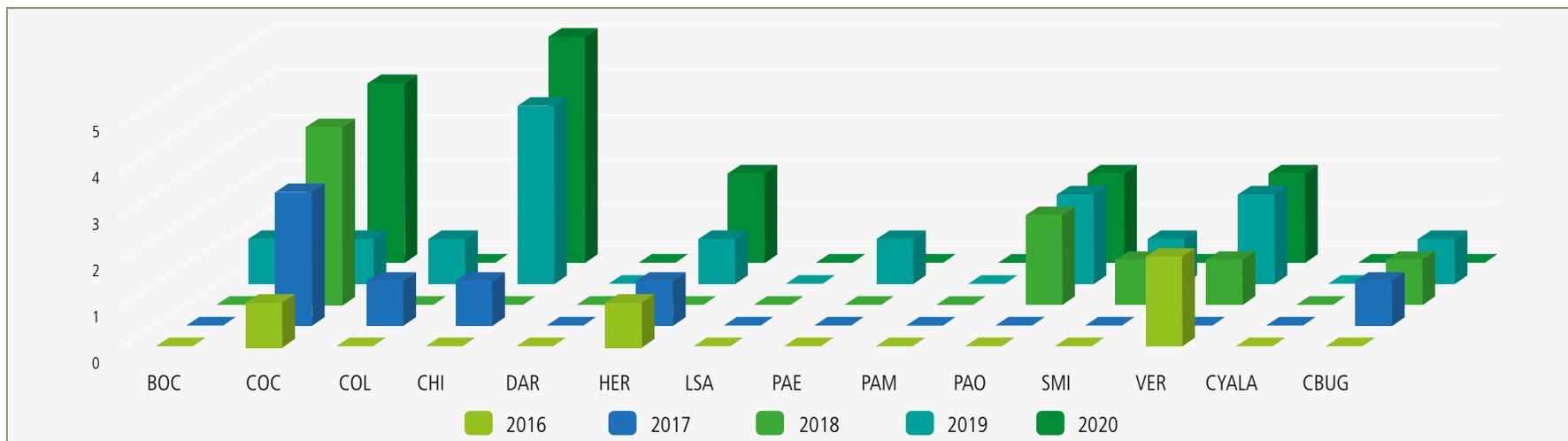
De los plaguicidas registrados en Panamá para su uso en actividades agrícolas 26, según USEPA, y 8, según IARC, son carcinogénicos. Los más destacados por su alta demanda son: glifosato, clorotalonilo, etopofós y epoxiconazol. Por otra parte, 21 de ellos alteran el buen funcionamiento del sistema endocrino, por tanto, aparecen en los listados del PNUMA (Bergman et al. 2013).

**Gráfico 11. Casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP) según región de salud (2016-2020)**



Fuente: MINSA/Departamento de Epidemiología/Sección de Estadística/SIVE de IAPs (No se incluyó a Panamá Norte – creada en 2016)

**Gráfico 12. Defunciones por intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP) según región de salud (2016-2020)**



Fuente: MINSA. 2021. Información compartida al MIDA por el SISVIG/VIGMOR/Departamento de Epidemiología/Sección de Estadísticas.

La Dirección Nacional de Sanidad Vegetal todos los años acusa recibo de denuncias ciudadanas por el daño que producen las aspersiones aéreas y terrestres en plantaciones ajenas a la aplicación y sobre áreas pobladas. No obstante, los mayores daños son ocasionados por las fumigaciones aéreas con fungicidas e insecticidas.

En Changuinola, Bocas del Toro, donde se encuentra la mayor superficie agrícola sujeta a aspersiones aéreas, la aplicación de fungicidas para el control de la sigatoka negra en banano ocasionalmente es interrumpida por las ráfagas de viento, causando el traslado o deriva del producto a las zonas residenciales. Entre los años de 1995-1996, Penagos estudió la relación entre una dermatitis tipo "cenicienta" irreversible en trabajadores bananeros de la zona de Changuinola y su exposición a plaguicidas, y encontró una reacción de hipersensibilidad al fungicida **clorotalonilo** entre los trabajadores afectados (Penagos 1995 y Penagos *et al.* 1996).

Este problema de dermatosis laboral detectada principalmente entre trabajadores de la industria del banano, y en personas ajenas a esta actividad pero moradoras en sitios cercanos a dichas plantaciones, motivó en su momento la exclusión del clorotalonilo de la batería de fungicidas que usaba la Bocas Fruit Company en el cultivo.

### Plaguicidas altamente peligrosos (PAP)

El concepto surge en el año 2006, con el nacimiento del enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional (SAICM) en Dubai, que emerge de una iniciativa de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible realizada en el año 2002 en Johannesburgo. SAICM es un marco de políticas para orientar los esfuerzos hacia el objetivo del Plan de aplicación de Johannesburgo: lograr que para el 2020 los productos químicos se produzcan y utilicen de formas que minimicen los impactos adversos importantes que puedan tener en la salud humana y el medioambiente (PNUMA 2007).

Luego, en ese mismo año, la FAO reconoce a SAICM e invita a los países a considerar la prohibición progresiva de los PAP o su reemplazo.

El Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la FAO, en el año 2013, definió a los plaguicidas de alta peligrosidad como: "aquellos que reconocidamente representan riesgos agudos o crónicos particularmente elevados para la salud o el medioambiente, de acuerdo con los sistemas de clasificación internacionalmente aceptados, como los de la OMS o el SGA, o por figurar en acuerdos o convenios internacionales vinculantes" (FAO 2013). Más adelante, en el Capítulo IV analizaremos los plaguicidas que están incluidos en los convenios de Rotterdam y Estocolmo, y que Panamá tiene registrados para uso agropecuario.

Además, se incluirán aquellos plaguicidas que en condiciones de uso parecen ocasionar un daño grave o irreversible para la salud o el medioambiente en su propio país. En pocas palabras, disponiendo de suficiente evidencia científica, esta modalidad de clasificación da cierta autonomía a los estados para establecer su propios PAP.

A continuación, se enumeran otros criterios adicionales propuestos por *Pesticide Action Network* (PAN) para identificar PAP (PAN 2021) y, en el cuadro siguiente, se los consolida.

- toxicidad fatal si es inhalado
- perturbador o disruptor endocrino
- muy bioacumulable, muy persistente en agua, suelo o sedimentos
- muy tóxico en organismos acuáticos
- muy tóxico a las abejas

**Cuadro 15. Criterios propuestos por *Pesticide Action Network* para identificar PAP**

Criterio/grupo	Propiedades detectadas en los plaguicidas
Grupo 1: toxicidad aguda alta	Extremadamente peligrosos, OMS (Ia)
	Altamente peligrosos, OMS (Ib)
	Fatal si es inhalado
Grupo 2: toxicidad crónica a la salud	Carcinógeno humano (IARC)
	Carcinógeno humano (USEPA)
	Mutagénico (UE SGA)
	Tóxico reproducción (UE SGA)
Grupo 3: toxicidad ambiental	Perturbador endocrino (OMS, PNUMA)
	Muy bioacumulable
	Muy persistente en agua, suelo o sedimento
	Muy tóxico en organismos acuáticos
Grupo 4: convenios ambientales	Muy tóxico en abejas
	Convenio de Rotterdam
	Convenio de Estocolmo
	Protocolo de Montreal

**Fuente:** PAN 2021, modificado y adaptado por el autor

De los 338 ingredientes activos incluidos en la lista PAP por PAN, actualizada hasta marzo de 2021, la DNSV del MIDA tiene 110 productos registrados para uso agropecuario: 22,7% de herbicidas, 38,2% de fungicidas y 39,1% de insecticidas. Los países de América, en particular, van a confrontar grandes retos con respecto a este tema. Esta lista de PAP se encuentra en el Anexo 4.

### 3.1.6. Riesgos ecotoxicológicos

Los plaguicidas están diseñados para provocar efectos biológicos adversos en organismos blanco, pero su inadecuado manejo conlleva riesgos para otros organismos de la flora y fauna (organismos no blanco). Este desequilibrio pone actualmente a especies en riesgo de supervivencia y en peligro de extinción.

Los investigadores europeos aseguran que especies silvestres como las abejas melíferas son responsables de la polinización de alrededor de un tercio de la producción mundial de cultivos y cerca del 90% de las plantas silvestres (Agencia EFE 2019). Los grupos de toxicidad para las abejas se conforman a partir de los valores de sus dosis letales medias ( $DL_{50}$ ), teniendo en cuenta, además, su modo de aplicación y residualidad del producto en el campo. Así tenemos:

- **Grupo 1: plaguicida altamente peligroso.** Bajo estas condiciones se preserva siempre a las abejas de su contacto, mediante el traslado de las colmenas o por el aislamiento de las familias.
- **Grupo 2: plaguicida peligroso.** Aunque puede usarse en zonas de abejas, es imprescindible tomar precauciones, impidiendo el contacto del insecto con el plaguicida perteneciente a este grupo, preservando las áreas avícolas, aislando las colmenas o trasladándolas en correspondencia con el tiempo de permanencia del producto activo en el campo.
- **Grupo 3: plaguicida medianamente peligroso.** No pueden ser usados durante las horas de mayor actividad apícola, ni en áreas donde existen abejas directamente sobre colmenas. En épocas de floraciones melíferas, pueden ser usados en las dosis indicadas, siempre que se cumplan medidas de protección, como el aislamiento momentáneo de las familias.
- **Grupo 4: plaguicidas no peligroso.** Puede usarse en zonas de abejas, sin restricciones.

Tras analizar 1 500 estudios científicos, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) ha señalado tres plaguicidas de la familia de los neonicotinoides, de alto peligro para las abejas, comercializados en Europa por Bayer y Syngenta (hoy Chemchina): **clotianidín, tiametoxam e imidacloprid** (El País 2018). Estos químicos pueden afectar al sistema nervioso de los insectos, producen desorientación en las abejas y les ocasionan problemas para encontrar el camino de vuelta a

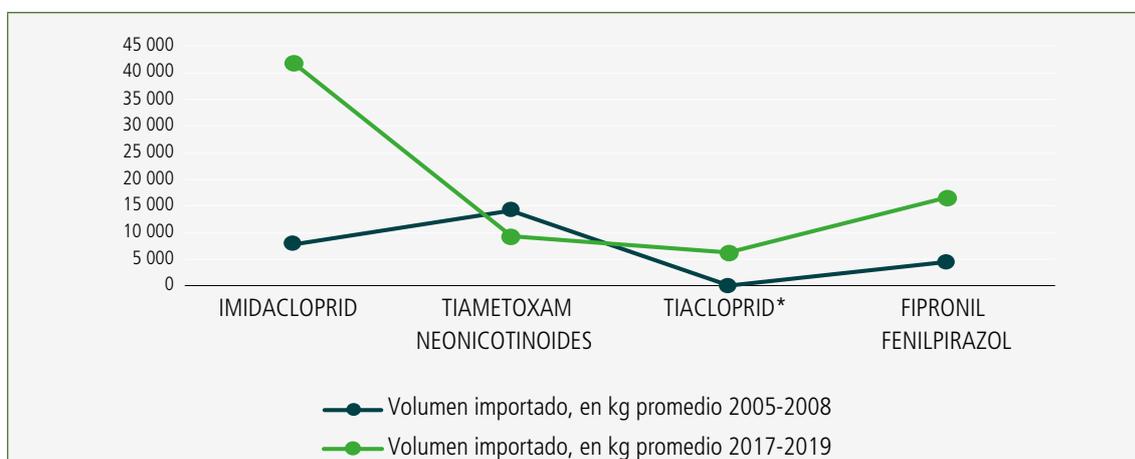
la colmena, pero el mayor efecto de este grupo de insecticidas es que hace que las colonias engendren un 85% menos de abejas reinas (**síndrome del colapso de la colmena**).

Más recientemente, la UE tomó la decisión de no renovar la licencia de uso del insecticida tiacloprid. La prohibición se basa en el informe de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria que fue publicado en enero de 2019, y que estableció que dicho plaguicida del grupo de los neonicotinoides ya no podrá ser usado a partir del 30 abril de 2020 (Reuters 2020).

Respecto al volumen de importaciones de neonicotinoides al territorio nacional durante los últimos 15 años, se puede aportar lo siguiente: los únicos reportes de ingreso al país del clotianidín datan del año 2019, cantidad que fue insignificante y por eso no se le incluyó en el Gráfico 13. El tiacloprid se introdujo desde el 2018, promediando en dos años la cifra de 6 216 kg. Definitivamente, los neonicotinoides más demandados por el sector productivo nacional son imidacloprid y tiametoxam, cuyos volúmenes de importación llegan a 41 820 kg y 9 212 kg, respectivamente.

Otro producto que ha estado en la mira de la UE por su efecto sobre las abejas es el insecticida fipronil, de la familia de los fenilpirazoles. No obstante, no hay una clara definición sobre este tema.

**Gráfico 13. Variaciones en el consumo nacional de neonicotinoides y fenilpirazoles**



Fuente: Elaboración propia  
\* Promedio de 2018-2019

Bajo investigación está el incidente de muerte masiva de abejas melíferas de los apiarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de otros cuatro productores del corregimiento de Chiriquí y de la ciudad de David, acontecido a finales del mes de enero de 2020, cuando en el área se dieron unas fumigaciones aéreas (reportes del MIDA y de la prensa local). Se sospecha que en el área afectada se utilizó uno de los insecticidas arriba mencionados.

Otro hecho sobresaliente digno de destacar se vivió entre los años 2005 y 2006 y dejó al desnudo el peligro que representan ciertos plaguicidas cuando son mal utilizados. En ese momento, la actividad arrocerá se había contraído de manera significativa debido a la presencia de un ácaro (*Steneotarsonemus spinky*). En el afán de combatirlo, los productores hicieron uso de lo inimaginable, probaron con lo que tenían a mano, ensayaron con el endosulfan (plaguicida cuyo uso no estaba autorizado para el arroz) y los resultados fueron catastróficos para la ictiofauna, crustáceos, reptiles y otras especies acuáticas.

El impacto adverso que se causaba por el uso del endosulfan en las zonas arroceras del país era tan obvio que el MIDA adoptó la medida reglamentaria firme de restringir todas las formulaciones que se comercializaban en el territorio nacional y de prohibir en un mismo Resuelto el uso de esta molécula en el cultivo de arroz.

En el proceso de producción de banano y plátano de exportación se incluyen nematicidas extremadamente tóxicos para la fauna acuática, tales como terbufós, fenamifós, oxamil, etoprobós y carbofuran. Este último se usó hasta finales de 2011, año en que cesaron sus importaciones al

territorio nacional. La dosis letal media ( $LC_{50}$ ) de dichos ingredientes activos es muy baja y puede ser causante de muerte masiva de peces y crustáceos, más cuando no se aplican medidas para reducir su desplazamiento por los sistemas de drenaje hacia los cuerpos de agua superficial.

El establecimiento de las zonas de amortiguamiento o zonas *buffer* en las fincas bananeras de la Bocas Fruit Company (2001), concertadas entre la empresa, MIDA y ANAM, han demostrado su efectividad en la reducción de los casos de mortandad de especies acuáticas en la laguna de "Las 60" (creada por el río Changuinola) y en las parcelas colindantes con el río San San, dentro del área conocida como "Las 30". La aplicación de nematicidas líquidos inyectados al tallo del banano, el sellado o incorporación de nematicidas granulados con suelo, la reducción en el uso del terbufós, entre otros, han sido actividades exitosas y más amigables con el ambiente.

Otra situación que se da en la actividad exportadora de banano y que merece atención es la intensidad de las aplicaciones para el control del hongo de la sigatoka negra. Hasta el año 2000 en las plantaciones bananeras del Caribe, los fungicidas se aplicaban 25 veces al año y los herbicidas aproximadamente 6,5 veces/año. Hoy, se requieren 52 aplicaciones anuales de fungicidas para el control de la sigatoka negra.

En todos estos casos, los comentarios giran en torno a la muerte de organismos acuáticos. Nos olvidamos, sin embargo, que los residuos de plaguicidas quedan en el agua, el suelo y en los alimentos por un tiempo más prolongado, según su vida media y persistencia, contaminándolos, desmejorando su calidad y amenazando la salud de los receptores biológicos que se ven expuestos por su contacto, hábitos de alimentación y tiempo de exposición a estos agentes tóxicos.

Los derrames accidentales constituyen un episodio aparte. En 1992 (Díaz y Lamoth 1998) en Divalá, Chiriquí notificaron sobre un derrame de más de 4 000 litros de clorotalonilo al río Chiriquí Viejo. Los efectos ambientales del derrame se manifestaron a todo lo largo del río, hasta su desembocadura en el mar, observándose mortandad de peces y otros animales.

Los plaguicidas que aplicamos llegan al suelo: generalmente ese es su receptáculo final. Allí inhiben o destruyen la flora microbiológica, impidiendo los procesos normales de humificación y mineralización de la materia orgánica. Además, contaminan las aguas superficiales y subterráneas a través de diferentes vías. También pueden generar un grave riesgo de contaminación de las aguas marinas, especialmente en zonas costeras del Pacífico panameño donde se lleva a cabo una agricultura moderadamente intensiva.

Los envases de plaguicidas van a parar a los ríos, lagos y océanos y otros son enterrados o incinerados a cielo abierto, en franca contradicción con las buenas prácticas (agrícolas, pecuarias o de manufactura), agravando los problemas ambientales y de salud pública.

Definitivamente, es importante que el sector productivo, en primera instancia, esté consciente de su rol dentro de este deterioro ambiental y que comprenda que podrá evitar la ocurrencia de ciertos riesgos —los más críticos— pero que otros solo podrá minimizarlos o reducirlos.

### 3.2. Estudio de caso: contaminación del río La Villa por atrazina

La cuenca del Río La Villa está ubicada en la parte central Sur de la República de Panamá, en la península de Azuero. La cuenca tiene un uso mayormente agropecuario y abastece de agua potable a grandes centros urbanos de las provincias de Herrera y Los Santos.

Desde el 2 de julio hasta el 10 de julio de 2014, las autoridades panameñas suspendieron el consumo del agua potable puesto que se halló presencia de un herbicida conocido como atrazina. En la Imagen 2 están marcadas las plantas potabilizadoras con una letra P.

La presencia de una mancha roja en el agua del río La Villa el viernes 20 de junio fue la primera señal de alarma. Al día siguiente, la aparición de peces muertos en el río dio lugar a que se iniciara una investigación a cargo del Ministerio Público. Las personas empezaron a comprar agua embotellada para no consumir el agua del grifo.

El miércoles 25 de junio se anunció que la coloración del río se debía a una contaminación por vinaza. La vinaza es un producto resultante de la fermentación del etanol. Por ello, se responsabilizó a la empresa Campos de Pesé, productora de ese biocombustible.

Cinco días después, el MINSA confirmó la presencia de atrazina en el río y se advirtió formalmente a la ciudadanía que no debía consumir agua del grifo. La contaminación del río afectó a más de 100 mil personas.

**Imagen 2. Ubicación de plantas potabilizadoras dentro de la cuenca del río La Villa**



Fuente: Tomado de Servir.net. 2014. Contaminación por Atrazina, Río La Villa, Azuero - Panamá

Las primeras muestras revelaron la presencia de atrazina en cantidades que estaban muy por encima de los valores guías aceptados en agua potable. Esta situación motivó la declaratoria de Azuero como zona de emergencia: se suspendieron las clases y se dieron instrucciones para la compra de agua embotellada y su distribución por las comunidades afectadas. De igual manera, se dieron instrucciones para la distribución de agua por camiones cisterna.

### Algunas propiedades de la atrazina

La atrazina es un herbicida que se utiliza generalmente en preemergencia para el control de malezas de hojas anchas y ciertas de hojas angostas anuales. Pertenece a la familia de las triazinas y ha sido utilizada desde la década de 1960 en cultivos como maíz, sorgo y caña de azúcar, principalmente.

El plaguicida tiene una relativa baja solubilidad, 30-34 mg/l. Se adsorbe débilmente al suelo con un coeficiente de adsorción  $K_{oc} = 103$  y coeficiente de partición de  $K_{ow} = 2,6-2,8$ . A partir de estos valores se puede inferir que:

- a pesar de su baja solubilidad, el plaguicida puede moverse con determinada facilidad por el suelo. Su permeabilidad es mayor en suelos de textura arenosa. Esta propiedad predomina sobre su adsorción, lo que provoca su lixiviación hacia las aguas subterráneas, donde puede permanecer hasta 10 años.
- una parte de la atrazina será retenida en la parte superior del suelo por un periodo prolongado, de 4 a 9 meses (aunque puede prolongarse hasta 12 meses). Luego, por la topografía del terreno y la presencia de fuertes precipitaciones, puede ser trasladado hasta los cuerpos de agua superficial (microcuencas y macrocuencas).
- la atrazina no se bioacumula en organismos vivos.

Existen valores guías o límites máximos permitidos de residuos de este producto en el agua de consumo humano, por ejemplo, en aquel entonces la Organización Mundial de la Salud (OMS) había establecido límites de 2 microgramos por litro de agua (ppb).

#### **Preguntas:**

1. ¿Por qué piensa usted que la atrazina persiste hasta 10 años en aguas subterráneas?
2. ¿Por qué en el periodo en mención la mayor parte de la atrazina se mantenía en la superficie del suelo?
3. ¿Por qué piensa usted que la atrazina fue encontrada en el agua tratada (agua potable)?

### **3.3. Autoevaluación**

**Parte I. Escoja la mejor respuesta.** Encierre en un círculo la mejor respuesta. Solo hay una opción correcta.

**1. El problema de la mancha cenicienta en la piel se asocia al uso de:**

- a) clorotalonilo    b) mancozeb    c) clorpirifós    d) imidacloprid

**2. Su derrame al río Chiriquí Viejo ocasionó muerte masiva de peces y otras especies:**

- a) clorotalonilo    b) mancozeb    c) clorpirifós    d) imidacloprid

**3. La lista PAN-PAP 2021 para Panamá incluye:**

- a) 53 i.a.    b) más de 100 i.a.    c) más de 200 i.a.    d) 62 i.a.

**4. Región donde se reporta el mayor número de defunciones por plaguicidas:**

- a) Chiriquí    b) Los Santos    c) Coclé    d) Herrera

**5. Plaguicida asociado al síndrome de colapso de la colmena:**

- a) clorotalonilo    b) mancozeb    c) clorpirifós    d) imidacloprid

**6) Es carcinogénico según reportes de la IARC:**

- a) cipermetrina    b) tiametoxam    c) paraquat    d) glifosato

**7. Según estudio 2015-2017, resultó ser el río más contaminado por plaguicidas:**

- a) Chiriquí Viejo    b) Santa María    c) La Villa    d) N/A

**8. Fue usado contra el ácaro spinky en el arroz y las pérdidas a la biodiversidad acuática fueron significativas:**

- a) imidacloprid    b) glifosato    c) clorotalonilo    d) endosulfan

**9. Familia química que se asocia con el problema mundial de extinción de las abejas:**

- a) neonicotinoides    b) organofosforados    c) carbamatos    d) piretroides

**10. Es considerada una característica intrínseca del plaguicida:**

- a) el peligro    b) el riesgo    c) la exposición    d) todas las anteriores son correctas

**11. Según informe del MINSA, el mayor número de IAP se reporta en:**

- a) Chiriquí    b) Los Santos    c) Coclé    d) Herrera

**12. Organismo internacional de referencia que da listados de plaguicidas carcinogénicos:**

- a) PNUMA    b) EFSA    c) OIEA    d) USEPA

**13. Cultivo, según último reporte de la DNSV 2015-2019, con mayores violaciones de los LMR:**

- a) lechuga    b) espinaca    c) ají picante    d) apio

**14. Probabilidad de ocurrencia de una intoxicación aguda:**

- a) peligro    b) riesgo    c) síndrome    d) todas las anteriores son correctas

**15. No distinguir entre organismos blanco y aquellos que no lo son:**

- a) selectividad    b) patogenicidad    c) compatibilidad    d) partición

**16. Reservorio intermedio para la mayor parte de los plaguicidas aplicados por vía terrestre o aérea:**

- a) suelo    b) agua    c) aire    d) sedimento

**17. Plaguicida que causó la contaminación de los acueductos en Limones, Costa Rica, y su posterior prohibición:**

- a) bifentrina    b) clorpirifós    c) bromacil    d) N/A

**18. Pueden predecir el comportamiento y destino de un plaguicida:**

- a) persistencia y viscosidad    b) compatibilidad y lixiviación    c) propiedades físicoquímicas    d) N/A

**19. Técnica rápida y de bajo costo para determinar plaguicidas:**

- a) cromatografía líquida    b) cromatografía gas-líquida    c) bioensayo rápido    d) N/A

**20) Solubilidad alta y  $K_{oc}$  bajo, el plaguicida:**

- a) se bioacumula    b) queda retenido en el suelo    c) se volatiliza    d) N/A

**Parte II. Pareo agroquímico.** Coloque en el espacio de la derecha el número que le corresponda a la condición presentada en la columna izquierda.

Condición	Respuesta
1. Organofosforado	___ Oxamil
2. Neonicotinoide más vendido	___ Clorotalonilo
3. Fenoxiacético	___ Clorpirifós
4. Carbamato, nematicida	___ Fipronil
5. Piretroide, muy conocido en el país	___ Imidacloprid
6. Glifosato	___ Isoprotilano
7. Fungicida más vendido	___ Cancerígeno
8. Mayores violaciones de LMR en vegetales	___ 2,4-D
9. Insecticida más importado	___ Bifentrina
10. Asociado con la mancha cenicienta	___ Mancozeb
	___ Cipermetrina

### Respuestas al sistema de evaluación

#### Parte I

1. a	6. d	11. a	16. a
2. a	7. b	12. d	17. c
3. b	8. d	13. c	18. c
4. c	9. a	14. b	19. c
5. d	10. a	15. a	20. d

#### Parte II

4; 10; 1; 8; 2; espacio en blanco; 6; 3; 9; 7; 5

## 4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA REDUCIR EL IMPACTO NEGATIVO DE LOS PLAGUICIDAS EN PANAMÁ

Los plaguicidas han sido diseñados específicamente para combatir a las plagas: son sustancias que permiten eliminar, controlar, suprimir, inhibir y manejar plagas, lo que presupone una elevada toxicidad al menos para esos organismos plaga. Sin embargo, los problemas se derivan de la falta de selectividad, puesto que durante su aplicación o liberación, la toxicidad de estas sustancias se extiende a otras especies no blanco. Este posible efecto no intencionado sobre otros organismos obliga a realizar valoraciones previas para minimizar los impactos sobre estos y los diferentes compartimentos ambientales.

Considerando que las mejores soluciones son las preventivas, las normativas para el registro y autorización de plaguicidas de uso agrícola, pecuario y domisanitario incorporan en sus exigencias información relativa a efectos ecotoxicológicos sobre diferentes especies representativas de los compartimentos ambientales hacia los cuales puede derivar el plaguicida en un escenario de aplicación de acuerdo a las buenas prácticas agrícolas, pecuarias y de manufactura.

En esa misma dirección, el Ministerio del Ambiente (anteriormente Autoridad Nacional del Ambiente) ha promovido regulaciones para disminuir los impactos adversos que generan los plaguicidas en las actividades económicas desarrolladas por los humanos. En particular, a través del Decreto Ejecutivo N.º 123 de 14 de agosto de 2009 (Título II, artículo 16) se establece el Reglamento para el proceso de evaluación de impacto ambiental de los proyectos de agricultura, ganadería y silvicultura (MEF/ANAM 2009).

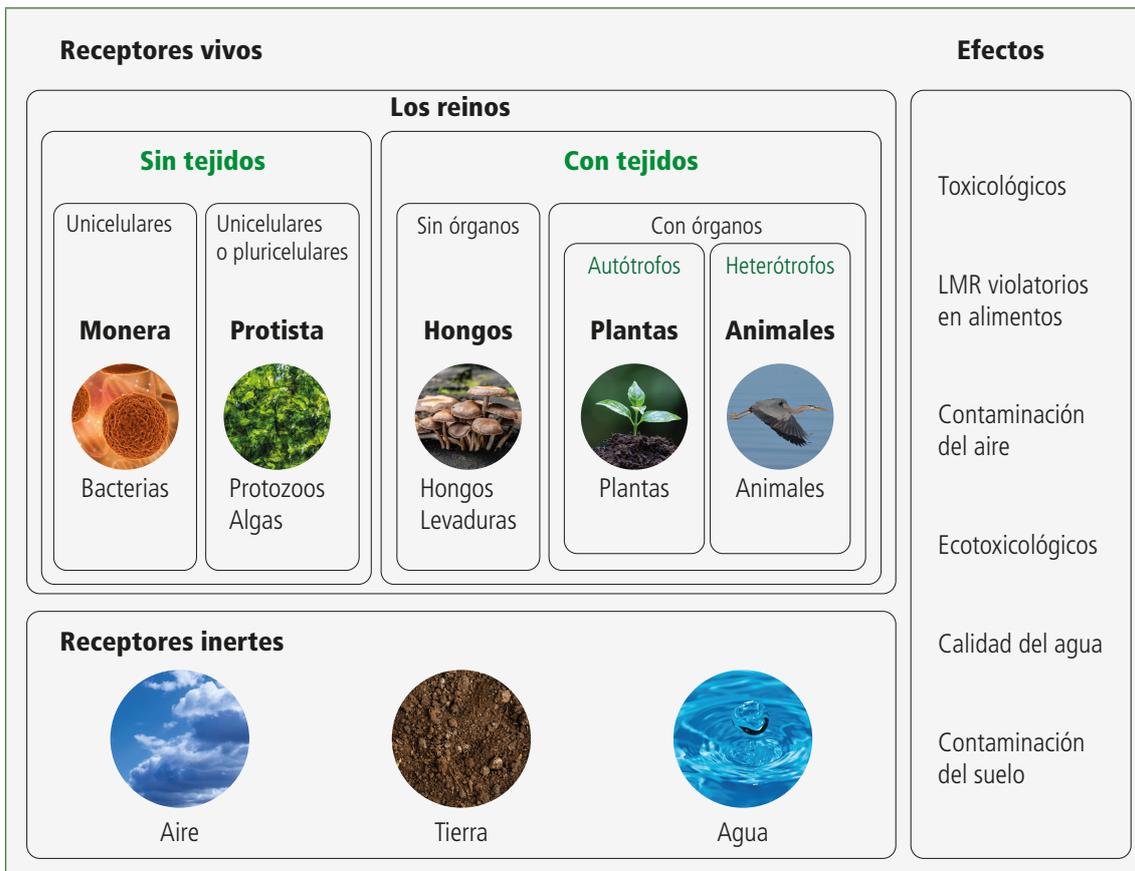
Estudiar y evaluar los impactos que tendrá la aplicación de un plaguicida en proyectos de agricultura, ganadería y silvicultura bajo condiciones conocidas es fundamental para tomar las medidas de resguardo necesarias que lleven como propósito la protección de aves, abejas, peces, mamíferos y otras especies terrestres representativas de los ecosistemas. Por esta razón, en los últimos años, se han propuesto diversos modelos de **evaluación de riesgo ambiental o ecológico** que, a partir de información de datos ecotoxicológicos de laboratorios de distintas especies junto con la de uso del plaguicida, hacen posible modelar escenarios capaces de predecir los efectos que tendrá el químico sobre distintos organismos vivos (Instituto Nacional de Ecología, sin fecha y Peña, Dean y Ayala-Fierro 2001).

El humano es parte de los ecosistemas, por tanto, decimos que una persona se pone en riesgo cuando está expuesta a un peligro. Los procedimientos de evaluación de riesgo ambiental, incluyendo a los humanos, se basan en los criterios de no efecto, en donde se considera que la utilización de los plaguicidas debe regularse para evitar la aparición de efectos adversos sobre el medioambiente y la salud pública.

### 4.1. Importancia de la evaluación de riesgo de plaguicidas

La gestión de cualquier incidente presente o futuro causado por plaguicidas debe analizarse como parte de un **proceso de evaluación de riesgo** que permita y facilite, a través de la exposición de los receptores y de los efectos adversos que en ellos se producen, la adopción de medidas preventivas para que una situación similar no vuelva a ocurrir o para que se tomen decisiones que limiten/restringan los usos del plaguicida o se establezca su prohibición.

**Figura 4. Probables receptores a los plaguicidas y sus efectos**



Fuente: Elaboración propia

Conociendo los potenciales receptores que pueden verse expuestos a los plaguicidas, nuestro rol consiste en caracterizar ese riesgo para gestionarlo, es decir, establecer las medidas conducentes a minimizar los impactos adversos de ese o esos ingredientes activos cuando no son tolerables. Esos resultados se transmiten a través de los medios más simples, masivos e invasivos de comunicación (ver Figura 5).

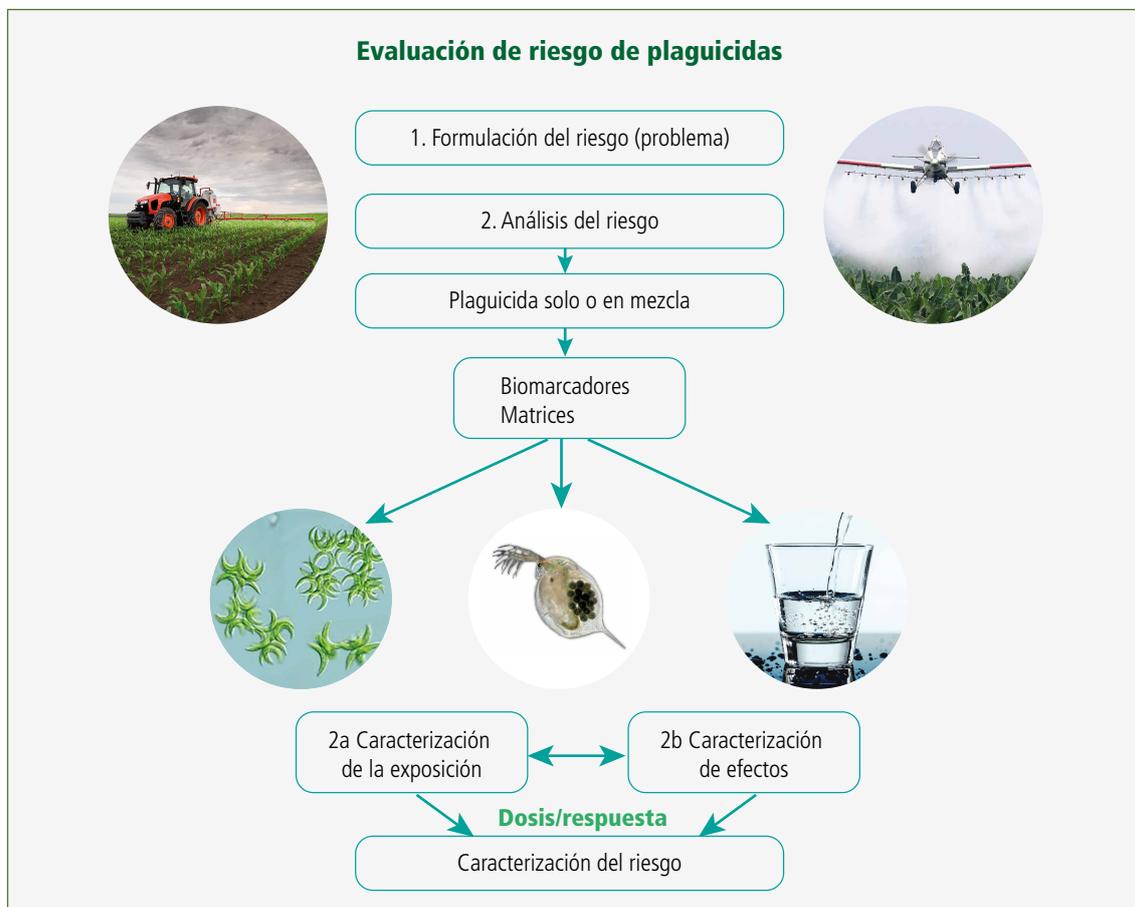
**Figura 5. Proceso de evaluación de riesgo en tres pasos**



Fuente: Elaboración propia

No existe una propuesta única para todos los casos o procesos de evaluación de riesgo de plaguicidas. No obstante, en la Figura 6 presentamos una propuesta de cómo abordar el paso N.º 1 de este proceso.

**Figura 6. Ejemplo simple de abordaje de una evaluación de riesgo de plaguicidas**



Fuente: Elaboración propia

Además, de combatir de manera exitosa una plaga en particular, también sabemos que los plaguicidas seguirán catalogándose como agentes tóxicos y agentes contaminantes. Por tanto, cada vez que se aplica un plaguicida estamos creando un problema, que puede agravarse si lo aplicamos por vía aérea. La magnitud del perjuicio depende en gran medida del cumplimiento de las BPA, BPP y BPM.

El escenario de análisis se torna complejo cuando incorporamos en una misma solución o caldo químico más de un plaguicida. En la práctica eso ocurre muy a menudo porque se logra un abaratamiento de los costos. La teoría generada en torno a los perfiles toxicológicos y ecotoxicológicos de la mayoría de los plaguicidas es insatisfactoria y los recursos que se asignan para la investigación son insuficientes.

El país necesita generar su propia información y criterios. Información sobre su detección en el agua de cuencas importantes, en vegetales de consumo humano o en el suelo, las estadísticas sobre las importaciones dadas en los últimos años y la consideración de las IAP reportadas por la CSS y MINSA permiten adoptar medidas de mitigación más equilibradas. Si contrastamos esa información con la generada por otros países, con condiciones reinantes similares al nuestro, y organismos internacionales (información de "puente"), estamos en la posición de tomar decisiones más objetivas y confiables respecto a los plaguicidas de mayor uso agropecuario nacional.

En pocas palabras, si evaluamos la información generada en los anteriores capítulos, tendremos ya algunos criterios a nuestra disposición para asumir una posición más firme de precaución y prevención respecto a ciertos ingredientes activos. En consecuencia, una mejor e integral caracterización del ingrediente activo nos llevaría a la adopción de medidas de mitigación más argumentadas o a la adopción de medidas reglamentarias firmes (restricción o prohibición), respecto a ese plaguicida.

#### 4.1.1. Evaluación de riesgo de plaguicidas y los drones

Este enfoque adquiere mayor relevancia con la introducción de los drones para las aplicaciones de plaguicidas. Esta tecnología tiene evidentes ventajas al ser comparada con la aplicación terrestre tradicional de plaguicidas (manual, mecánica) y las aplicaciones aéreas con aviones o helicópteros. Esas ventajas son principalmente de orden económico. No podemos decir lo mismo sobre los aspectos de salud pública, ambiental o de efectividad contra la plaga. Las razones son diversas:

- Existe poca información generada en nuestro continente, menos aún de aquellos países con condiciones agroclimáticas semejantes a la nuestra
- Temas como la selección de boquillas y de formulaciones apropiadas, coadyuvantes, volumen de caldo por hectárea, densidad de los plaguicidas e incidencia de la plaga no han sido suficientemente investigados para generar transferencia de tecnología confiable sobre esas experiencias.
- En Panamá ese tema no se ha normado y reglamentado por las autoridades competentes (Autoridad de Aeronáutica Civil, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente).
- En esa actividad, hoy, se aplica a razón de cinco a diez litros por hectárea, una cantidad muy pequeña que coloca en una situación de mayor riesgo a los manipuladores/aplicadores y a su entorno; por otra parte, también es cuestionable la efectividad del producto para combatir plagas con densidades poblacionales muy alta.

Los drones y los robots son la tecnología del futuro para los tratamientos de cultivos con plaguicidas y evidentemente están llamados a minimizar los impactos adversos de orden ambiental y de salud pública. Sin embargo, eso será posible y más rápido si logramos integrar a este complejo fenómeno el proceso de evaluación de riesgos de plaguicidas, que nos permita formular los problemas según nuestras condiciones edafoclimáticas, conocer la toxicología y ecotoxicología del plaguicida, medir la exposición y caracterizarla para reducir los posibles perjuicios. El monitoreo ambiental y biológico van a ser esenciales.

#### 4.2. Medidas de protección en actividades de campo

Generalmente, nos acostumbramos a decir que los incidentes negativos o impactantes de los plaguicidas en las actividades de campo se pueden reducir con el cumplimiento de las BPA, BPP y BPM. Pues llegó el momento apropiado para definir qué entendemos por cada una de esas prácticas:

Las **buenas prácticas agrícolas (BPA)** en el uso de plaguicidas son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas sobre los usos inocuos autorizados a nivel nacional de los plaguicidas seleccionados para un control eficaz y fiable de las plagas en los cultivos, emitidas generalmente por un organismo oficial, bajo las condiciones existentes. Comprende una gama de niveles de aplicaciones de plaguicidas hasta la concentración de uso autorizado más elevada, de forma que quede la concentración mínima posible del residuo.

Las **buenas prácticas pecuarias (BPP)** en el uso de productos de uso veterinario y plaguicidas son un conjunto de rigurosas normas y recomendaciones técnicas sobre los usos inocuos autorizados a nivel nacional de productos de uso veterinario y plaguicidas seleccionados para un control confiable de plagas y enfermedades, cuyo cometido es asegurar la salud de los animales destinados a la producción y obtención de productos y subproductos para consumo humano.

Las **buenas prácticas de manufactura (BPM)** son un conjunto de directrices que definen la gestión y uso correcto de productos químicos, incluyendo agentes químicos y lubricantes bajo las condiciones existentes, con el objetivo de asegurar condiciones favorables para la producción de alimentos seguros. El grado de complejidad de este sistema dependerá, entre otros, del tipo de producto, el mercado de destino y el tamaño de la empresa.

Las condiciones existentes comprenden cualquier fase de la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos para consumo humano y piensos.

### 4.2.1. Principales medidas para disminuir los riesgos de exposición a plaguicidas en condiciones de campo

Los beneficios que generan los productos químicos no deben obtenerse a expensas de la salud humana y el medioambiente. La contaminación y las enfermedades crónicas relacionadas con el uso, la producción y la disposición de los plaguicidas pueden, de hecho, obstaculizar el progreso hacia los objetivos claves de desarrollo de la humanidad: suministro de agua, seguridad alimentaria, bienestar o productividad de los trabajadores.

Por ello, la disminución de los riesgos de exposición a plaguicidas y la mejora de la gestión de dichos insumos a lo largo de su ciclo de vida son un componente esencial de la transición hacia una economía verde pujante, un entorno más saludable y una distribución más justa de los beneficios del desarrollo en todos los estamentos de la sociedad. Como son muchas las medidas que llevan a una mejor gestión de químicos, destacaremos algunas de ellas:

- lectura atenta de etiqueta y panfleto;
- almacenamiento de plaguicidas;
- manejo de fugas y derrames;
- uso de equipos de protección personal;
- capacitación de aplicadores y requerimientos mínimos;
- triple lavado y disposición de envases vacíos; y
- cama biológica.

El Resuelto 42 de 14 de septiembre de 2011 marca un nuevo rumbo en la agricultura panameña, dirigiendo sus iniciativas jurídicas hacia una agricultura y ganadería sostenible. A través de este instrumento legal se introducen ciertos aspectos que dejan establecidas funciones y responsabilidades dentro del sector público y agropecuario (MIDA y FAO 2019), a saber:

- control sobre la comercialización de plaguicidas de categoría toxicológica Ia, Ib (banda roja) y plaguicidas de uso restringido en la agricultura nacional;
- condiciones climatológicas y restricciones que deben ser cumplidas al momento de la aplicación (horarios hasta 10:30 a. m. o desde 4:00 p. m., sin amenaza de lluvias);
- establecimiento de franjas de seguridad para la protección de las áreas críticas, que oscilan de 10 hasta 75 metros según peligro o restricciones impuestas a los plaguicidas;
- revisión y certificación de los equipos motorizados de aplicación terrestre de plaguicidas;
- certificación y acreditación de los aplicadores terrestres de plaguicidas, con duración de 30 horas;
- uso de equipos de protección personal (EPP); y
- condiciones de almacenamiento, prevención de derrames y descontaminación.

#### 4.2.1.1. Etiqueta y panfleto

Son dos instrumentos promulgados por el Ministerio de Comercio e Industrias bajo la figura de Reglamento Técnico. El primero comprende el rotulado de plaguicidas o etiqueta (Resuelto 287 de 1998) y el segundo es sobre el panfleto de plaguicidas (Resuelto 288 de 1998).

Cuando se encuentre en un sitio de venta de agroquímicos procure elegir correctamente el plaguicida. Para ello, lea con mucha atención la etiqueta y el panfleto. Cualquier envase debe llevar la etiqueta bien pegada o fuertemente adherida al recipiente, mientras que el panfleto puede ser separado del envase para facilitar su lectura. Todo comprador debe exigir la presencia de ambos documentos en el envase, no deteriorados ni manchados, con texto legible y en español.

La etiqueta, en particular, describe el nombre comercial (concentración y formulación), clase, grupo o familia química, ingrediente activo y restricciones (de existir) para su uso agropecuario. Esta misma información se observa en el panfleto. La composición química del plaguicida solo aparece en la etiqueta. Así mismo, encontraremos con seguridad el número de registro ante el MIDA, fecha de expiración del plaguicida y la banda de color (categoría toxicológica).

Por su parte, el panfleto presenta amplia información agronómica, como cultivos, plagas que controla y dosis de aplicación. De igual manera, encontraremos información sobre el periodo residual, periodo de carencia, periodo de reingreso, frecuencia en su uso, fitotoxicidad y compatibilidad. A continuación, definiremos algunos términos importantes:

- **Periodo residual.** Tiempo en que los plaguicidas permanecen activos en las plantas, animales o áreas tratadas después de su aplicación
- **Periodo de reingreso.** Tiempo mínimo que debe esperarse después de una aplicación para el ingreso de personas y/o animales a las áreas tratadas sin el equipo de protección personal
- **Periodo de carencia.** Tiempo mínimo que se deja entre la última aplicación y la cosecha del cultivo. El no cumplimiento de esta medida se convierte en la principal razón que determina la contaminación de los alimentos o las violaciones de los LMR.
- **Fitotoxicidad.** Toxicidad por algún plaguicida para las plantas cultivadas
- **Compatibilidad.** Posibilidad de un plaguicida de mezclarse con otro, sin pérdida de efectividad para uno o ambas partes

Cualquier plaguicida que posea un certificado de registro en el país es porque ha cumplido satisfactoriamente con el proceso de registro de plaguicidas que lleva el Departamento de Agroquímicos de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, quien otorga un número de registro. Este trámite debe realizarse en 60 días. Si el producto no dispone de esta información debe denunciarse, significa que entró de manera ilegal al territorio nacional (contrabando).

#### 4.2.1.2. Almacenamiento de plaguicidas en finca

Es una de las etapas en el ciclo de vida de los plaguicidas de la cual depende en gran medida la vida útil del ingrediente activo. En general, cuando los productores compran los insumos fitosanitarios, la calidad de estos ya se ha desmejorado. Muy pocas distribuidoras y casas agropecuarias en nuestro país cumplen con las normas para el almacenamiento seguro de plaguicidas.

Bajo nuestras condiciones tropicales, los plaguicidas tienden a degradarse de una manera más acelerada, principalmente por las altas temperaturas y escasa ventilación, y en menos de dos años los ingredientes activos han perdido mucho de su condición original.

Por la condición económica de los pequeños productores, que en nuestro país son la mayoría (80%), no se cuenta con estructuras separadas para el almacenamiento seguro de plaguicidas. Estos yacen por debajo del fregadero, en alguna esquina o incluso en el interior de la habitación de los propietarios de la granja. En la mayoría de los casos, los plaguicidas están al alcance de los más pequeños (riesgos de intoxicación aguda oral, dermal e inhalatoria) y los adultos están de manera continua sujetos a una exposición aguda y crónica por la vía inhalatoria.

Las medidas mínimas que recomendamos para los casos en los que no se cuenta al menos con un pequeño depósito, son las siguientes:

- mantener un inventario con plaguicidas de menor toxicidad y con olores mínimos desagradables;
- adquirir plaguicidas bien rotulados y con su respectivo panfleto;
- almacenar los plaguicidas en cajas compactas de cartón, madera o plástico;
- determinar el tamaño óptimo de la caja por la cantidad máxima de insumos fitosanitarios requeridos en el año agrícola o pecuario;
- guardar la caja alejada del alcance de los más pequeños o, al menos, mantener la caja bien cerrada (candado, nudos, broches, bandas o ganchos);
- mantener la caja en el sitio que posea mejor ventilación, pero que no sean los dormitorios;
- evitar que la caja sea utilizada para otros fines diferentes al almacenamiento de plaguicidas, aditivos y coadyuvantes; y
- procurar manipular correctamente los productos en la caja para evitar las fugas y derrames de los plaguicidas.

Para el otro 20% de productores, que probablemente sí cuenta con un pequeño depósito, describimos a continuación los requerimientos mínimos, en su mayoría indicados en el Resuelto 42 de 14 de septiembre de 2011:

- Se debe contar con suficiente espacio para caminar entre los anaqueles.
- Se debe tener buena ventilación e iluminación. Las lámparas deben estar a un metro por encima de la mercancía.
- Las paredes se levantan con una altura no menor de tres metros.
- Los pisos deben ser homogéneos, no deslizables, de fácil limpieza e impermeables.
- Las instalaciones eléctricas deben estar empotradas.
- Los números telefónicos para casos de emergencia —bomberos, policía, hospitales, entre otros— deben estar en un lugar visible.
- Los anaqueles deben ser de metal, de una altura no mayor de dos metros, con un rótulo que diga “Cuidado, sustancias químicas peligrosas”.
- Los plaguicidas deben ser ordenados y clasificados por clase y categoría toxicológica. Por ejemplo, la cipermetrina se ordena con otros de la clase insecticida y se separan por categorías toxicológicas. De igual manera, cada grupo se le distingue con el nombre de su clase.
- Los herbicidas siempre se ubicarán en las gradillas inferiores y los plaguicidas de uso restringido serán ordenados aparte.
- Por ningún motivo, los plaguicidas deben ocupar un mismo espacio con productos de uso veterinario, medicamentos, alimentos, ropa, utensilios, forrajes, fertilizantes, entre otros.
- Las bodegas o depósitos deben estar dotados de parrillas de madera o plástico para no almacenar directamente en el piso y deben tener drenajes de disposición de aguas contaminadas para casos de accidente.
- Los depósitos deben estar bien identificados, con el rótulo de “Almacén de productos químicos” y el símbolo de peligro (calavera con dos tibias cruzadas).
- Se debe disponer de material absorbente (arena, aserrín, tierra) para la recolección y eliminación de residuos en casos de derrame.

#### 4.2.1.3. Manejo de fugas y derrames

Los derrames de plaguicidas pueden exponer a los trabajadores a materiales peligrosos o contaminar la tierra, los cuerpos de agua o pozos cercanos. Es importante responder de forma rápida y eficaz a derrames y emergencias. Durante y después del derrame, usted debe concentrarse en: 1) la seguridad individual; 2) la contención del derrame y la limpieza del lugar; y 3) la persona o entidad a la que debe llamar si necesita ayuda.

#### ¿Qué hacer si se produce un derrame?

- 1. Controle el derrame.** Interrumpa el goteo o la fuga tan pronto como sea posible sin poner en peligro su seguridad. Si el contenedor, pulverizador, bolsa o esparcidor de plaguicida se vuelca, colóquelo rápidamente boca arriba para impedir que se derrame más plaguicida. Disponga de tierra o arcilla, aserrín o arena finos.
- 2. Aísle el área del derrame.** Impida que el material continúe esparciéndose. Si el plaguicida es un líquido, levante un dique de tierra para impedir que llegue a cuerpos de aguas, pozos, incluso a alcantarillas. Arroje sobre el plaguicida derramado material absorbente: tierra húmeda, arena húmeda, arcilla y aserrín húmedos.

### Imagen 3. Cómo actuar si se produce un derrame



Fuente: Elaboración propia

**3. No lave con agua el lugar en que se ha producido el derrame porque esto extiende el área contaminada.** Con cuidado, barra o recoja el material absorbente. Ponga los materiales de limpieza en una bolsa de plástico para deshacerse de ellos correctamente en un lugar aprobado. Use bicarbonato de sodio [NaHCO<sub>3</sub>], hipoclorito de sodio [NaHClO], detergente o cal hidratada [Ca(OH)<sub>2</sub>] para limpiar el lugar en el que se ha producido el derrame solo cuando todo el plaguicida haya sido recogido (FAO, sin fecha).

#### 4.2.1.4. Equipo de protección personal (EPP)

Usando equipos de protección personal (EPP) se reduce significativamente el ingreso de plaguicidas al organismo humano, sea por vía respiratoria (inhalatoria), piel (dérmica), boca (oral) y ojos (ocular). De ese modo minimizamos las posibilidades de una intoxicación por plaguicidas.

El EPP incluye elementos tales como trajes protectores (en algunos casos overoles), calzado (botas de hule), guantes, delantales, mascarillas, gafas y sombreros. Los overoles son de una sola pieza y material resistente (algodón, poliéster, una mezcla de ambos y una tela no tejida). Los delantales protegen de salpicaduras, derrames y protege overoles u otra ropa. Deben considerarse siempre que se manejan plaguicidas concentrados.

Los guantes de protección química han de ser fabricados a partir de materiales poliméricos impermeables. Ejemplos de este tipo de materiales son: látex, PVC, nitrilo, neopreno, polietileno, entre otros. Los guantes de nitrilo aplican para diversos trabajos con plaguicidas (NIOSH 2003).

Las mascarillas o respiradores son muy incómodos, desechables. Se aconseja que su uso deba limitarse a jornadas de cuatro horas como máximo. Existen diversos tipos de respiradores usados para proteger a los trabajadores agropecuarios. Los **respiradores mecánicos o particulados**, de algodón o fibra, desechables y no desechables, protegen principalmente de partículas en suspensión (polvos, gránulos, fibras); son menos costosos y son los que menos protección ofrecen entre los diversos tipos de respiradores disponibles. Los **respiradores de cartuchos** protegen contra sustancias químicas, gases o vapores y los hay para cada clase de contaminante químico. También los hay de retención mixta: mecánica y química.

Los respiradores de cartucho pueden cubrir la mitad de la cara o la cara completa. Los respiradores para la mitad de la cara son los más usados para plaguicidas. Los filtros están unidos a la parte que va en la nariz y la boca. Hay un prefiltro y un cartucho filtrante. Este contiene materiales absorbentes, tales como carbón activado para absorber los vapores de los plaguicidas o gotas del pulverizado. Definitivamente, el mayor riesgo en nuestro país lo pueden producir las gotas de pulverización, razón por la cual estos son los respiradores que no deberían faltar en una granja.

**Imagen 4. Respirador de cartucho para la protección combinada: partículas, gases y vapores**



Fuente: Tomado de Croplife Latin America. *Equipo de protección personal.*

Todos los manipuladores de plaguicidas (aplicadores, mezcladores/cargadores), de acuerdo al Resuelto N.º 42, tienen la obligación legal de seguir todas las instrucciones del EPP que aparecen en el etiquetado. Recuerde que las camisas ordinarias, pantalones, zapatos y otras prendas de trabajo generalmente no se consideran EPP. La siguiente imagen muestra los EPP usados para la manipulación de plaguicidas y el orden para colocárselos y quitárselos.

**Figura 7. Indicaciones para vestir y retirar el EPP**



Fuente: Tomado de Seminario Evidencias. 2013. *Vigila SSO 65 fumigadoras para evitar intoxicación por plaguicidas.*

Los trabajadores del campo en Panamá siempre han presentado fuertes cuestionamientos o aprehensiones sobre los EPP, comentando que no son cómodos. Lo cierto es que los materiales o fibras con que se elaboran los EPP, y que luego se importan a nuestro país, no son los más aptos y no se ajustan a las condiciones climáticas tropicales reinantes: alta temperatura y humedad ambiental muy alta.

De hecho, se acostumbra a dotar a los aplicadores de nuestra campiña con trajes protectores, impermeables tipo capote, baratos, pero realmente sofocantes. No obstante, en los últimos años han surgido trajes protectores elaborados con tejidos más finos, menos pesados, porosos y recubiertos con una película de material repelente al agua, que son una muy buena alternativa y ya están en venta en nuestro medio.

#### 4.2.1.5. Capacitación de aplicadores. Requerimientos mínimos

Las personas mayormente expuestas a los plaguicidas en condiciones de campo son los aplicadores. En la mayoría de los casos, no usan equipos de protección personal o los emplean parcialmente debido a que las condiciones tropicales reinantes en Panamá convierten a los EPP comercializados localmente en incómodos y sofocantes.

Se hace indispensable que la industria de plaguicidas reconozca la necesidad de colocar a disposición de los usuarios no solo el producto, sino también los EPP de última generación. Es decir, los EPP deben ser los más adecuados para las condiciones de clima de Panamá. Decimos esto porque a través del tiempo nos han hecho ver que los capotes, usados para protegernos de las lluvias, son la mejor protección contra los plaguicidas.

Las instituciones de gobierno vinculadas con el sector agropecuario y salud pública tienen también la responsabilidad de presionar sobre los importadores de plaguicidas para que procuren introducir al país nuevos diseños de EPP, realmente ligeros, confortables y seguros para el usuario.

El Resuelto N.º 42, como iniciativa apoyada por la FAO, establece que los manipuladores/aplicadores de plaguicidas (mezcladores, cargadores y aplicadores) tendrán que terminar un curso teórico-práctico, de 30 horas de duración. De aprobarlo satisfactoriamente, el MIDA entregará a ellos un certificado que los acreditará como aplicadores terrestres de plaguicidas y una identificación tipo carnet.

Probablemente, este sea uno de los componentes de más complejo cumplimiento en la normativa, puesto que requiere de un equipo de profesionales bien capacitados, dispuestos a llevar ese ciclo formativo de 30 horas de duración a lo largo y ancho del país. Como cualquier programa gubernamental, posee las mismas limitaciones financieras de otras iniciativas públicas. En estos momentos, este servicio es gratuito y liderado por el MIDA. Además, el material didáctico de refuerzo se entrega de manera gratuita. Sin duda, operadores o manipuladores de plaguicidas bien orientados y capacitados son los mejores aliados de las BPA y BPP en el uso de plaguicidas.

Pocos países cuentan con regulaciones tan completas sobre las aplicaciones terrestres de plaguicidas: a nivel de Centroamérica, Panamá está a la vanguardia. Además de la certificación de aplicadores terrestres de plaguicidas, el Resuelto entró a regular otros temas, principalmente, orientados a reducir los efectos adversos que pueden ser ocasionados por los plaguicidas y, que pueden agravarse cuando no se cumplen con las BPA, BPP y BPM. Veamos los más importantes:

- reglas para la comercialización de plaguicidas cuya categoría toxicológica corresponda a la, Ib y a plaguicidas de uso restringido en la agricultura panameña;
- restricciones y condiciones para la aplicación terrestre de plaguicidas;
- establecimiento de franjas de seguridad para la protección de áreas críticas;
- revisión y certificación de equipos motorizados de aplicación terrestre de plaguicidas; y
- normativa sobre equipos de protección personal.

En el Anexo 5 se enumeran los temas a desarrollar en las capacitaciones con los aplicadores/manipuladores terrestres de plaguicidas (extracto tomado del Resuelto N.º 42), para cumplir con las 30 horas exigidas.

Las personas que trabajen con plaguicidas deben cumplir algunos requisitos tales como:

- buen estado de salud;
- gran responsabilidad;
- saber leer y escribir;
- ser mayor de 18 años;
- tener condiciones físicas y mentales favorables; y
- no estar embarazada.

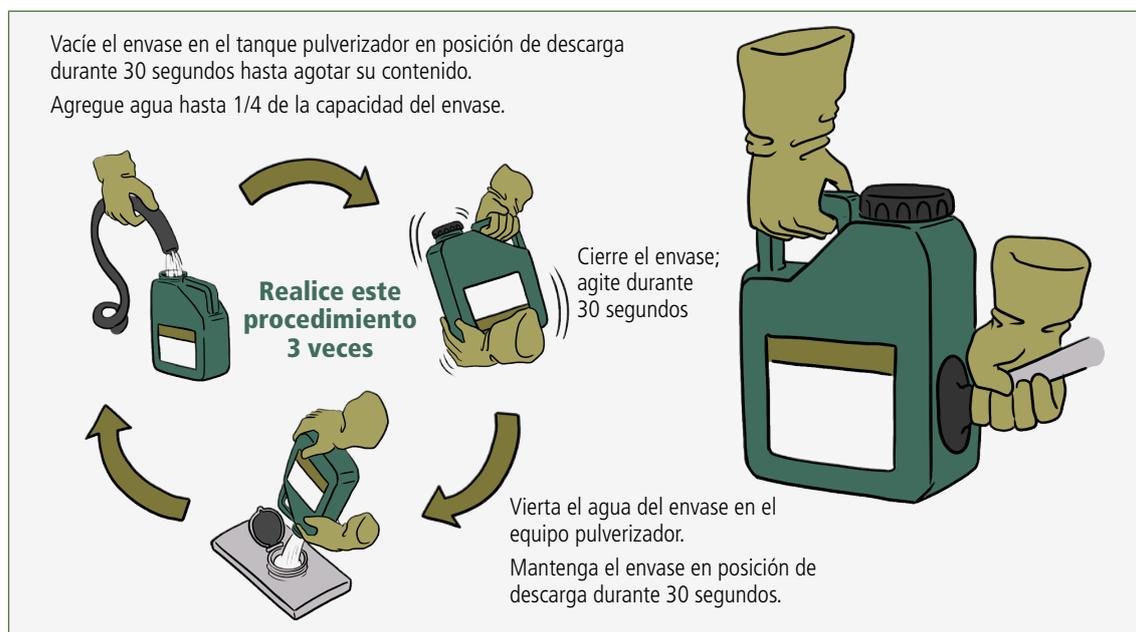
Por otra parte, los trabajadores del campo, cuando apliquen plaguicidas, no deben fumar, beber ni comer. Los equipos de aplicación no se deben lavar cerca de fuentes de agua y se debe verificar siempre que no presenten fugas. Además, los envases vacíos de plaguicidas no se pueden tirar a los cuerpos de agua y los trabajadores se deben tomar el tiempo necesario para aplicar a los envases vacíos el triple lavado, perforarlos y almacenarlos en un sitio adecuado.

#### 4.2.1.6. Triple lavado y disposición de envases vacíos

Es necesario lavar los envases vacíos para evitar que queden residuos del producto y puedan convertirse en un peligro hacia el medioambiente y la salud pública. En Panamá, esta condición representa un serio problema: es común ver, durante la crecida de diversos cuerpos de agua, una gran acumulación de envases vacíos sin lavar, incluyendo los de plaguicidas. Desafortunadamente, no medimos las consecuencias de esa acción sobre la biodiversidad y la calidad del ambiente.

Una de las maneras para minimizar el deterioro del entorno por nuestras acciones se logra a través del triple lavado y perforado (ver Figura 8). El triple lavado es el primer paso para una correcta disposición final de los envases vacíos de plaguicidas. Es necesario lavar los envases para evitar que queden residuos de producto y puedan convertirse en un peligro para el medioambiente. Los envases sin triple lavado no podrán ser recolectados, procesados, ni reciclados (Campolimpio, sin fecha).

**Figura 8. Triple lavado y perforado**



Fuente: Tomado de Universidad de Costa Rica. *Buenas prácticas agrícolas. Los plaguicidas y el ambiente.*

La práctica del triple lavado debe hacerse en el momento de la preparación de la mezcla de aspersión, así el agua resultante del lavado de los envases será aplicada junto con la pulverización. Ejecutar esta práctica de otra manera posibilita el riesgo de contaminar cuerpos de agua o suelo con el producto del lavado.

Después del lavado, los envases se inutilizan rompiéndose con un machete, una puntilla, una sierra, un taladro o cualquier herramienta que lo perfora e impida que se pueda volver a utilizar.

Los envases de plaguicidas pasan a ser residuos peligrosos. Según las normas internacionales y las leyes panameñas, se definen como sustancias peligrosas todas aquellas que sean tóxicas, corrosivas, explosivas, reactivas, inflamables, infecciosas o radiactivas. También se consideran peligrosos los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos.

Los envases de plástico no deben ser quemados a cielo abierto, ya que pueden generar sustancias llamadas dioxinas y furanos, las cuales contaminan el ambiente destruyendo la capa de ozono. Estas sustancias también pueden ser cancerígenas y dañinas para la salud de las personas y animales.

Después de haber realizado el triple lavado, es recomendable que estos envases se almacenen en un lugar aislado y posteriormente sean llevados a su centro de acopio más cercano. Este depósito transitorio deberá estar ubicado en un sector aislado del campo, muy bien delimitado e identificado, cubierto, bien ventilado y al resguardo de factores climáticos. Solamente deberá tener acceso el personal capacitado, y nunca las mujeres gestantes, los niños ni los animales domésticos (Campolimpio, sin fecha).

No se deben almacenar envases vacíos en pozos o basureros a cielo abierto. Una vez inutilizados se los debe colocar en bolsas contenedoras transparentes o envases especiales perfectamente identificables, clasificados según naturaleza y tamaño.

Los centros de acopio propiamente dichos son aquellos que cuentan con una infraestructura permanente para el acopio y posterior procesamiento de los envases residuales. Por lo general, se trata de un lugar cedido por una entidad local como parte de su contribución al sistema de gestión de los envases, pero los gastos de infraestructura, operación y mantenimiento deberán ser solventados por alguno o todos los miembros de la cadena de producción, distribución y manejo de los agroquímicos.

En Panamá, el MIDA y algunas ONG cuentan, aunque con ciertas limitaciones y horarios irregulares, con varios centros de acopio, ubicados en las áreas de mayor uso de plaguicidas, como los centros de acopio de la provincia de Los Santos, en Las Tablas, y de la provincia de Chiriquí, en Cerro Punta, Volcán y Alanje (MIDA 2015).

#### 4.2.1.7. Camas biológicas

Si los productos para la protección de cultivos son usados en las dosis recomendadas y aplicados correctamente, los riesgos de contaminación ambiental son mínimos. Sin embargo, siguen detectándose residuos de estos productos en aguas superficiales y subterráneas.

El llenado y la limpieza de los equipos de aspersión normalmente se llevan a cabo en el mismo lugar, año tras año, a causa de la conveniencia del suministro de agua, y se ha demostrado que este es el punto donde se determina algún grado de contaminación de suelos y de acuíferos. Esta situación de riesgo puede ser minimizada por medio de procesos microbiológicos con los cuales podemos destruir o reducir la cantidad de productos químicos, antes de que alcancen el suelo o el agua.

Una propuesta interesante que viene desarrollándose en torno a este tema es la **mesa o cama biológica** (Arequima, 2015). La cama biológica es una construcción sencilla que tiene como función principal destruir las moléculas del plaguicida que resulten del lavado de bombas de aspersión, de los envases sometidos al triple lavado, e incluso de derrames. Se parte del supuesto de que los plaguicidas van a pasar por diversas capas de material rico en microorganismos, principalmente de bacterias, hongos y actinomicetos (mejores descomponedores de plaguicidas), hasta degradarse por completo o parcialmente, sin llegar al nivel freático.

En su forma más simple, una cama biológica es un hoyo excavado en suelo y luego relleno con una mezcla de paja, tierra y restos de otros materiales vegetativos y hojas secas (ver Figura 9). El tamaño de la cama depende de la intensidad con que se aplican los insumos fitosanitarios y del tamaño del equipo aspersor (Diez *et al.* 2013).

**Figura 9. Proyección vertical de una cama biológica**



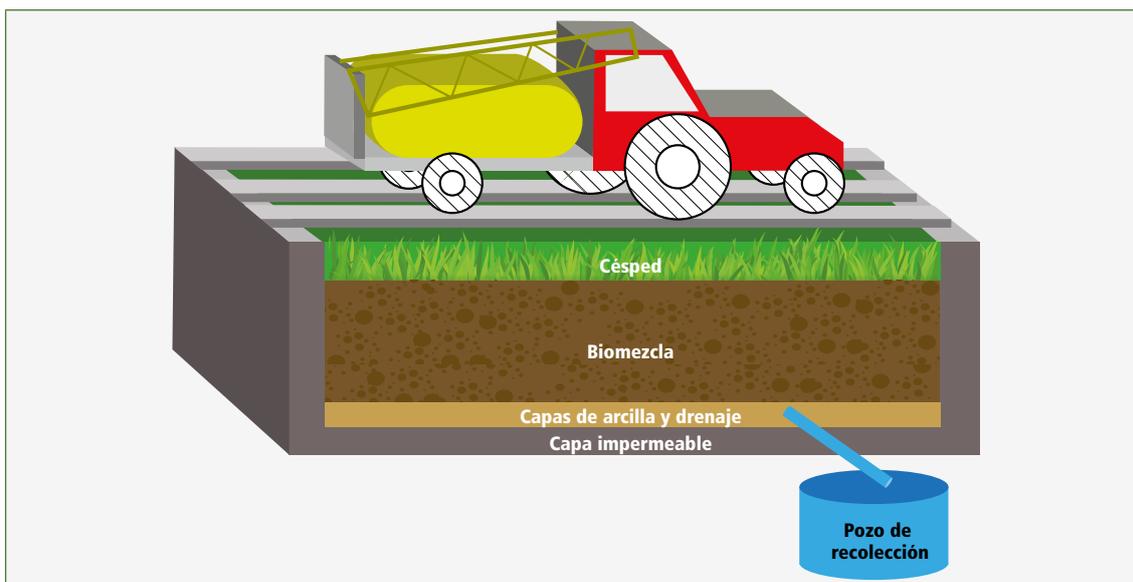
Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, una cama pequeña pudiera tener las siguientes dimensiones 1 m x 2 m x 0.60 m (1 metro de ancho, 2 metros de largo y 0.60 metros de profundidad). La cama o mesa biológica debe ser construida preferiblemente en una superficie un poco más alta de la que la rodea, y debe contar con una cubierta para evitar la penetración de agua durante la lluvia. En el fondo de la cama o mesa biológica debe colocarse una capa de arcilla de 10 cm a 15 cm de espesor, ya sea de forma natural o aplicada, lo cual ayuda a evitar la penetración de agua desde abajo. La arcilla es la fracción más pequeña del suelo y posee una alta superficie de absorción, lo cual facilita la retención del agua.

Los 60 cm de profundidad, expuestos sobre la capa de arcilla, se van rellendo de manera alternada con material que posea bastante materia orgánica: hojarasca, material vegetativo verde o seco bien picado (preferiblemente paja de arroz, maíz o sorgo), tierra porosa rica en humus, aserrín fino. Estos elementos se alternan hasta alcanzar la superficie. Finalmente, sobre la superficie se siembra grama o césped, con el propósito de regular la humedad en la cama. Esta mezcla alberga una rica variedad de microorganismos, entre ellos: bacterias aeróbicas, muy activas en la degradación o descomposición de la mayoría de los grupos o familias químicas de plaguicidas que empleamos en Panamá.

En las camas o mesas biológicas recién construidas, los materiales se hunden como 10 cm al año; se recomienda, entonces, remover la capa de grama, rellenar nuevamente con la mezcla seleccionada por usted y volver a sembrar la grama. El mismo principio puede ser utilizado en el sitio de lavado de tractores con acople de pulverizadoras.

**Figura 10. Vista de corte de una cama o mesa biológica**



**Fuente:** Tomado de Croplife Latin America. 2017. *Biobeds: Degradación de plaguicidas a bajo costo*

De acuerdo a las experiencias de Suecia, las camas tienen una vida útil de entre 5 a 8 años. Luego de este tiempo, la mezcla propuesta por ellos —paja-tierra-hojarasca en proporción 50:25:25— debe cambiarse totalmente (Agrequima, 2017). Tenga presente que las condiciones climatológicas de Suecia son diametralmente distintas a las de nuestro país. Aquí la actividad microbiológica es más intensa y se da durante los 12 meses del año, lo cual acelera no solamente la descomposición de los plaguicidas sino también de la mezcla. Opinamos que el reemplazo de la cama debe hacerse cada 1 o 2 años.

Cuando los materiales de la cama se reemplazan, la mezcla se saca de la instalación y se coloca encima de un plástico grande. Al cabo de 8 meses ya no existirán residuos de plaguicidas y el material podrá utilizarse, incorporándolo al suelo.

#### **4.2.1.8. Selección de boquillas y calibración de equipos de aspersión manual de espalda**

Existen diversas categorías de boquillas con sus diferentes variaciones, que son recomendadas para las aplicaciones de los plaguicidas agrícolas. Las diferentes boquillas pueden proporcionar diversas cantidades de flujo, tamaños de gotas y distribución de la aspersión. Se clasifican de la siguiente manera:

- boquillas de abanico: plano, uniforme de impacto o inundación;
- boquillas cónicas: cono hueco, cono relleno;
- boquillas antideriva: las hay de los anteriores diseños y patrones de aspersión (abanico y cónico).

No hay una boquilla que sirva para todos los fines de combate de plagas: las de abanico son ideales para el control de malezas y las cónicas han sido diseñadas para el control de insectos, hongos, bacterias y otros organismos cuyo principal nicho ecológico se encuentra en el envés de la hoja. Las primeras necesitan menos presión y las gotas que pulverizan son más grandes, mientras que las segundas requieren más presión y generalmente las gotas que produce son más finas.

Como se había señalado con anterioridad, en nuestro medio encontramos un 80% de pequeños productores efectuando las labores de fito y zoosanidad, usando las aspersoras manuales de espalda. La mayoría ignora que las boquillas deben ser calibradas y quienes están documentados alegan que es una práctica muy complicada. Al productor le resulta fácil comprar la pulverizadora, comprar el plaguicida y recibir la dosis por bomba de aplicación, traducida en “latitas de sardina o de salsa de tomate”. Pero, no obtiene respuestas sobre: ¿a qué velocidad debo ir?, ¿cuándo y por qué utilizo más o menos caldo químico?, ¿cómo y cuándo debo corregir mi ritmo de aspersión?

Las repuestas a estas preguntas y a otras que surgen en condiciones de campo son muy escasas. El problema de sobredosis y subdosificación de plaguicidas es muy común en nuestro medio, lo que aumenta los riesgos de contaminación y de intoxicaciones agudas. Por tanto, en las próximas líneas brindaremos especial atención a los pasos para la calibración de las pulverizadoras manuales de espalda. Aclaremos que no existe un único método de calibración, elegimos aquél que a nuestro criterio se acerca más a las necesidades de los productores. No obstante, la ejecución de esta práctica tiene que hacerse con el apoyo de los técnicos del sector. Considere que la tolerancia en la aplicación es del  $\pm 5\%$ .

### Calibración de equipos de aplicación manual terrestre

**Paso 1.** Mida un espacio de 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m) con una cinta métrica.

**Paso 2.** Agregue cierta cantidad de agua (no más de dos litros) a la bomba y llene las mangueras y lanza de la bomba con el líquido. Pruebe la boquilla soltando algo del líquido. Verifique que tanto la bomba como la boquilla estén trabajando bien y todas sus partes internas estén llenas de agua.

**Paso 3.** Vacíe únicamente el tanque de la bomba y seguidamente agréguele dos a tres litros de agua.

**Paso 4.** En este paso se debe medir el tiempo y el volumen de agua gastado. Camine los 50 m<sup>2</sup> con la bomba trabajando a su ritmo, según la plaga que va a controlar, la presión elegida y la boquilla seleccionada para tal fin.

**Paso 5.** Por diferencia, calcule la descarga de la bomba. Para ello mida el volumen de líquido que quedó en la bomba. Si es menor a lo solicitado, baje su velocidad de recorrido de los 50 m<sup>2</sup>. Por el contrario, si es mayor a lo solicitado, suba su velocidad de recorrido y calcule nuevamente la descarga por hectárea.

**Ejemplo.** Se recorrieron 50 m<sup>2</sup> en 1,18 segundos y lo que quedó en la bomba fueron 1 800 mililitros (1,8 l). La cantidad de agua agregada al inicio de la calibración fue de 3 litros. Calcule el volumen de descarga de la bomba por hectárea e indique si se requerirá realizar algún ajuste. Se recomienda gastar un volumen de 200 litros por hectárea.

#### Respuesta:

- Volumen agregado inicial = 3 litros
- Quedaron en la bomba = 1,8 litros (1 800 mililitros), que corresponde al volumen final

¿Cuánto se descargó en los 50 m<sup>2</sup>? = volumen inicial – volumen final

Volumen descargado en 50 m<sup>2</sup> = 3 litros – 1,8 litros = 1,2 litros.

Ahora calcularemos el volumen descargado en una hectárea (10 000 m<sup>2</sup>), representándolo con una x.

En 50 m<sup>2</sup>            se descargan    1,2 litros

En 10 000 m<sup>2</sup>    se descargan    x

$$x = \frac{10\,000\text{ m}^2 \times 1,2\text{ litros}}{50\text{ m}^2} = 240\text{ litros}$$

Esta cantidad es superior a la recomendada. Con la tolerancia del 5% tendremos 200  $\pm$  10 (200 + 10; 200 – 10). El aplicador debe aumentar la velocidad de recorrido.

### 4.3. Implementación del manejo integrado de plagas (MIP)

Con el manejo integrado de plagas (MIP) se hace hincapié en el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas. Se alcanza el MIP con la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana, la salud animal o el medioambiente.

En agricultura se entiende como manejo integrado de plagas (MIP) o control integrado de plagas a una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y a minimizar el impacto adverso sobre el medioambiente. Un programa de MIP se basa en los seis componentes siguientes:

- 1. Niveles aceptables de plagas.** La estrategia yace en el control no en la erradicación. Es mejor decidir cuál es el nivel tolerable de una plaga y aplicar controles cuando se excede ese nivel (umbral de acción).
- 2. Prácticas preventivas de cultivo.** Se seleccionan las variedades más apropiadas para las condiciones locales de cultivo y procuramos mantenerlas sanas, por ejemplo, con medidas cuarentenarias y otras técnicas de cultivo (destruir plantas enfermas para eliminar la propagación de la enfermedad, eliminar o enterrar hojas y frutos enfermos).
- 3. Muestreo.** Es un componente vital para el manejo del cultivo, que se alcanza con la continua observación de la evolución y dinámica de las plagas. La implementación de los muestreos permite conocer los niveles de plagas, lo cuales muchas veces se pueden alcanzar por simple observación visual, por colocación de trampas de esporas o insectos, entre otras técnicas. El muestreo de insectos, por ejemplo, permite determinar el momento óptimo para el rebrote o rápida propagación de una plaga específica.
- 4. Controles mecánicos.** Los métodos mecánicos son la primera opción para bajar poblaciones hostiles para las plantas. Simplemente recolectarlos manualmente o instalando barreras o trampas, usar aspiradoras y arar para interrumpir su reproducción.
- 5. Controles biológicos.** Lo importante aquí es promover a los insectos benéficos que atacan a los insectos plaga. Pueden ser microorganismos, hongos, nematodos e insectos parasíticos y depredadores. Este componente provee una técnica de control con un impacto ambiental mínimo y a menudo a un bajo costo.
- 6. Controles químicos.** El concepto que aquí se practica consiste en que los plaguicidas sintéticos se emplean solamente cuando sea estrictamente necesario y en la dosis, frecuencia y momento adecuados para tener impacto en el ciclo vital de la plaga.

Un programa efectivo de MIP comienza con la identificación correcta de la plaga. Solo así se puede hacer una elección apropiada de los materiales y métodos de MIP a usarse. El control biológico es una parte importante de muchos programas de MIP.

“En Panamá existe actualmente insuficiente personal adiestrado en el manejo integrado de plagas. Por lo tanto, es esencial el adiestramiento de extensionistas, investigadores, profesores, finqueros y oficiales del sector público y privado, para que el desarrollo y ejecución de las prácticas de manejo integrado de plagas tengan éxito en la región (...) Ese adiestramiento debe ser muy práctico y orientado hacia el campo para extensionistas y otros que trabajen en la ejecución del MIP a nivel de fincas” (Chiri 1985, 49). Este párrafo de la publicación “Proyecto regional de manejo integrado de plagas para Centroamérica y Panamá: componente de capacitación” fue escrito en 1985. Hoy, 35 años después, muy poco se ha avanzado a nivel institucional.

#### **4.4. Importancia del pH del agua, su dureza y turbiedad para potenciar el efecto de los plaguicidas**

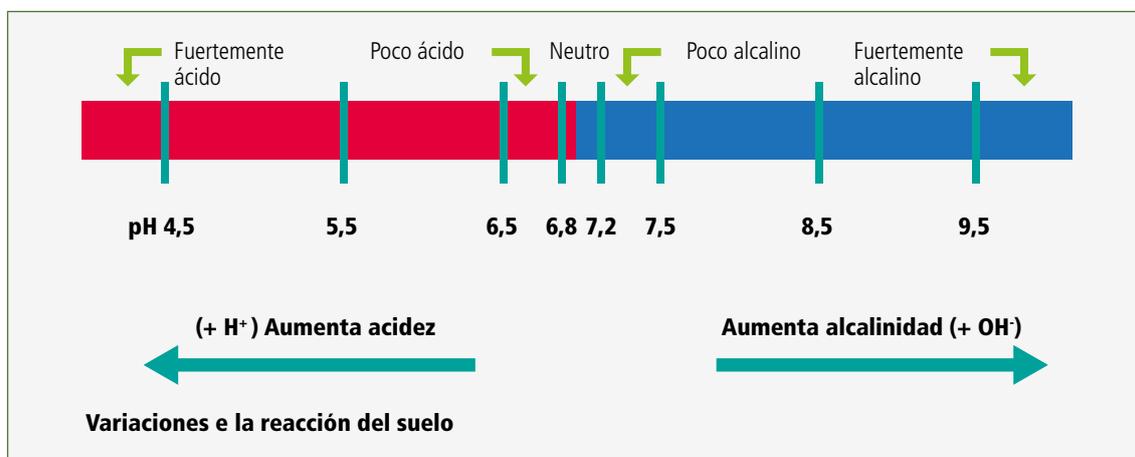
En términos de calidad de agua, se conocen tres variables que pueden afectar la actividad de los agroquímicos (Arvensis 2014):

- pH – acidez/alcalinidad
- minerales disueltos en agua
- partículas suspendidas en el agua

**El pH (potencial de hidrógeno).** Es la medida de acidez o alcalinidad de una solución, expresada en números del 0 al 14.

- A mayor concentración de iones hidróxilos (OH<sup>-</sup>) mayor y más alcalino es el pH (pH 7 a 14)
- Las soluciones ácidas contienen mayor concentración de ion H<sup>+</sup> (pH 0 a 6).

**Figura 11. Variaciones de pH en la solución edáfica**



Fuente: Tomado de Galical. *El pH de los suelos*. Modificada por el autor

Las modificaciones de pH en los plaguicidas (ver Cuadro 16) generan degradación del ingrediente activo y, por ende, reducción de la eficacia. Generalmente, la descomposición de los plaguicidas se acelera en medios alcalinos (arriba de 7). Por consiguiente, le sugerimos seguir algunas reglas generales cuando se conoce el pH del agua de aplicación.

**Cuadro 16. Condiciones de la solución o caldo químico según nivel de PH**

pH solución	Condiciones de la solución o caldo químico
3,5 - 6,0	Se considera satisfactorio para la mayoría de los caldos químicos, a menos que la mezcla no tolere el medio ácido
6,1 -7,0	No se puede mantener el caldo químico en el tanque por más de una hora
>7,0	Es aconsejable utilizar una solución buffer o un acidificador

Fuente: Tomado de Universidad Agrícola. *Calidad del agua y efectividad de los herbicidas: la importancia del pH y la dureza*. Modificada por el autor.

Aunque no disponemos de mucha documentación sobre los problemas que se han generado en Panamá, estamos conscientes de que la escasa orientación y el poco conocimiento del comportamiento de los plaguicidas en medios ácidos y alcalinos ha provocado el desmejoramiento en la efectividad de dichos insumos. Por ejemplo, en la actividad bananera de exportación se cuestionó, en ciertas áreas de cultivo, la efectividad del glifosato y, en áreas de renovación de nuevas plantaciones, la efectividad de los nematocidas organofosforados después del encalado de tales sitios. En ambos casos, no se consideró el pH adecuado para la disolución de los plaguicidas.

Considere que el pH ideal para lograr la máxima efectividad de los plaguicidas se alcanza en un medio ácido y, por lo contrario, disminuye en un medio alcalino. Para bajar el pH del agua se puede agregar el jugo de un limón grande (10 a 15 ml) a cada bomba de 20 litros. Existen también productos acidificantes en el mercado.

**Minerales disueltos en agua (agua dura).** Se define la dureza total del agua como la cantidad de sales presentes en el agua, especialmente los metales: magnesio, calcio, berilio, estroncio y otros metales (alcalinotérreos), en forma de carbonatos y bicarbonatos. Ciertas fuentes de agua, como la proveniente de la mayoría de los pozos o de algunos manantiales, son duras. Deben, por tanto, adoptarse medidas químicas para la neutralización de dicha dureza.

En una investigación realizada en la provincia de Los Santos, se evaluaron 16 sitios de muestreo, distribuidos en ocho ríos y ocho pozos, entre los meses de febrero 2016 y 2017, con una frecuencia bimensual (Hernández y Salazar 2019).

La concentración de dureza determinada en los pozos de las áreas agrícolas de la provincia de Los Santos estuvo por encima de los 151 mg/l, ubicándola en la escala EPA como agua dura. Las aguas de los sitios de Tres Quebradas y Sabana Grande fueron catalogadas como muy duras, arriba de 300 mg/l. Mayoritariamente, la dureza en ríos se clasificó como aguas semiduras, con concentraciones de CaCO<sub>3</sub> entre los 75 y 150 mg/l. Valores superiores a 150 mg/l se localizaron en el distrito de Tonosí. Estos resultados de los valores de la dureza presentes en las fuentes de agua estudiadas parecen indicar que la efectividad de los plaguicidas pudiese verse reducida.

**Cuadro 17. Clasificación de dureza del agua y distribución porcentual, según la escala EPA, en ocho ríos y ocho pozos de la provincia de Los Santos, 2016-2017**

Clasificación de dureza del agua	Escala EPA	Ríos	%	Pozos	%
Aguas blandas	< 75	1	12,5	0	0,0
Moderadamente duras o semiduras	75 – 150	6	75,0	0	0,0
Duras	150 - 300	1	12,5	7	87,5
Muy duras	> 300	0	0,0	1	12,5

Fuente: G. Hernández y L. Salazar. 2019

Cuando las aguas son muy duras, se recomienda usar 200 gramos de **sulfato de amonio** por bomba de 20 litros para la mayoría de los herbicidas y 400 gramos por bomba para metsulfurón y halosulfurón

**Partículas suspendidas en el agua.** Como se había señalado con anterioridad, en agua turbia vamos a encontrar materia orgánica, arcilla y algo de limo, partículas que poseen una gran superficie de adsorción que les permite retener una fracción significativa del/los plaguicidas.

El plaguicida retenido o adsorbido no puede actuar, lo cual causa una disminución en su efectividad biocida. En consecuencia: no use fuentes de agua turbia para la preparación de mezclas de plaguicidas.

#### 4.5. Revisión parcial de la agenda química internacional y compromisos pactados en materia de plaguicidas

El problema sobre el uso creciente de sustancias químicas a nivel mundial y la necesidad de que la comunidad internacional se comprometa a trabajar unida respecto a esta materia tiene sus inicios en el año 1972, fecha en la cual se realizó la Conferencia de Naciones Unidas de Estocolmo sobre el Ambiente Humano, a partir de la cual se planteó la necesidad de establecer un Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS).

Pero no fue hasta 1992, durante la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro, donde los Jefes de Estado, deponiendo intereses, concuerdan en la necesidad de establecer una coordinación internacional en materia de seguridad, asociada a las sustancias químicas. Se adopta así la Agenda 21, acordándose a través de ella el marco para la acción sistemática y cooperativa requerida para hacer efectiva la transición hacia el desarrollo sustentable (ONU 2019)

En el concierto de las naciones, a pesar de los inconvenientes, Panamá ha tratado de mantener una posición proactiva en los temas concernientes al peligro que representan ciertas sustancias químicas muy peligrosas para la humanidad y su entorno. Clara evidencia de ello es que el país ha honrado legalmente con su firma la anexión a los convenios y protocolos que abordan, en particular, el tema de los plaguicidas.

**Cuadro 18. Convenios internacionales adoptados por Panamá sobre el tema de plaguicidas**

Fecha aprobación	Instrumento legal	Convenio ratificado por comunidad internacional	Objetivo del instrumento
1989	Ley 21 6/12/1990	Convenio de Basilea. Entró en vigor el 5 de mayo de 1992. Establece el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Proteger la salud humana y del ambiente contra los efectos nocivos que se pueden derivar de la generación, transporte y manejo de desechos peligrosos.
1998	Ley 12 14/06/2000	Convenio de Rotterdam. Entró en vigor el 24 de febrero de 2004. Establece el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional.	Promover el control en la comercialización de 36 plaguicidas peligrosos y 17 sustancias industriales. Los compuestos de tributilo de estaño se ubican en ambos grupos.
2001	Ley 3 20/01/2003	Convenio de Estocolmo. Entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Trata sobre los contaminantes orgánicos persistentes.	Proteger la salud humana y del ambiente de los efectos nocivos de los compuestos orgánicos persistentes (COP).

Fuente: Elaboración propia

Aquí le brindaremos especial atención a los convenios de Estocolmo y de Rotterdam porque son foros donde se trata con mayor amplitud asuntos concernientes a plaguicidas. Finalmente, le daremos un breve vistazo al Protocolo de Montreal.

### Convenio de Estocolmo

Es un acuerdo internacional para **eliminar** contaminantes orgánicos persistentes (COP), que se bioacumulan y biomagnifican en las cadenas alimentarias. La eliminación es su meta a largo plazo. El Convenio consta de tres anexos (ver Cuadro 19) y sus decisiones son vinculantes para las partes. Veamos cuál es el concepto que se maneja respecto a los plaguicidas listados en los tres anexos:

- Plaguicidas en el Anexo A = eliminar (producción intencional)
- Plaguicidas en el Anexo B = restringir (producción intencional)
- Plaguicidas en el Anexo C = reducir o eliminar (producción no intencional)

Cada parte adoptará medidas para reducir las liberaciones totales no intencionales o eliminar definitivamente cada uno de los productos enumerados en el Anexo C (ONU 2019). El **endosulfan** es el único plaguicida de los listados que cuenta con registro en Panamá, y el compromiso del país, en este sentido, es llevarlo hasta su prohibición. Desde el año 2006 es un plaguicida de uso restringido en la agricultura nacional.

**Cuadro 19. Plaguicidas en el Convenio de Estocolmo, anexos A, B y C**

Nombre COP	Nivel de restricción	Nombre COP	Nivel de restricción
<b>Anexo A</b>			
1. Aldrin	Usos agrícolas	9. Endrin	Usos agrícolas
2. $\alpha$ HCH- Alfa hexaclorociclo hexano	Usos agrícolas	10. Heptacloro	Usos agrícolas
3. $\beta$ HCH - Beta hexaclorociclo hexano	Usos agrícolas	11. Hexaclorobenceno-HCB	Usos agrícolas, producción no intencional
4. Clordano	Usos agrícolas	12. Lindano	Usos agrícolas
5. Clordecona	Usos agrícolas	13. Pentaclorobenceno	Usos agrícolas, industriales, producción no intencional
6. Dieldrin	Usos agrícolas	14. Pentaclorofenol	Usos agrícolas
7. Dicofol	Usos agrícolas	15. Mirex (dodecacloro)	Usos agrícolas

Nombre COP	Nivel de restricción	Nombre COP	Nivel de restricción
8. Endosulfan	Usos agrícolas	16. Toxafeno	Usos agrícolas
<b>Anexo B</b>			
Nombre COP		Nivel de restricción	
1. DDT		Usos agrícolas	
<b>Anexo C</b>			
Nombre COP		Nivel de restricción	
Hexaclorobenceno		Usos agrícolas, producción no intencional	
Pentaclorobenceno		Usos agrícolas, producción no intencional	

En gris: incluido en la IX Conferencia de las Partes, mayo de 2019.

**Fuente:** Convenio de Estocolmo. Adaptado por el autor

## Convenio de Rotterdam

El objetivo del presente Convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medioambiente. El Convenio introduce el **consentimiento fundamentado previo** (CFP) para la importación y exportación de sustancias químicas peligrosas (FAO y PNUMA 2019).

De conformidad con el Convenio, una sustancia química puede exportarse solamente con el consentimiento fundamentado previo de la parte importadora. El Convenio prevé la asistencia técnica entre partes, la cual deberá considerar las necesidades particulares de los países en desarrollo y de las economías en transición, promoviendo la cooperación y la asistencia técnica para el desarrollo de la infraestructura y la capacidad necesaria para manejar las sustancias químicas a lo largo de su ciclo útil de vida.

Este instrumento internacional considera a plaguicidas y sustancias químicas industriales que han sido prohibidas o severamente restringidas por los países partes, debido a sus efectos en la salud humana y el ambiente. De igual manera, incluye aquellas que han sido sujetas a notificación por las partes para su inclusión en el Procedimiento de información con consentimiento acordado mutuo (PIC).

Cada parte designará una o más autoridades nacionales que estarán facultadas para actuar en su nombre en el desempeño de las funciones administrativas requeridas en virtud del presente Convenio. En Panamá contamos con dos autoridades nacionales designadas (AND): el MINSA, a través de la Subdirección General de Salud Ambiental, y el MIDA, a través de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal.

La Secretaría del Convenio de Rotterdam, cuando haya recibido al menos una notificación de dos regiones de consentimiento fundamentado previo acerca de un producto químico que le conste cumple los requisitos estipulados en el Anexo I (notificaciones de medidas reglamentarias firmes), enviará esas notificaciones al Comité de Examen de Productos Químicos, quienes elaborarán un **documento de orientación para la adopción de decisiones**.

Si el producto en discusión recibe el aval de la Conferencia de las Partes, la cual se reúne cada dos años, este será incluido en el Anexo III (ver Cuadro 21). En este anexo aparecen listados 35 herbicidas (los de uso industrial los hemos suprimido). De ellos, cinco son utilizados por el sector agropecuario nacional: **alaclor, aldicarb, azinfós metilo, endosulfan y triclorfón** (uso pecuario).

## Protocolo de Montreal

Es otra de las convenciones internacionales más importantes para proteger la capa de ozono. En este Protocolo se han establecido calendarios para eliminar las sustancias químicas que destruyen la capa de ozono (sustancias agotadoras del ozono o SAO).

**Cuadro 20. Plaguicidas incluidos en el Anexo III del Convenio de Rotterdam**

1. 2,4,5-T y sales y ésteres de 2,4,5-T	19. Dibromuro de etileno (EDB)
2. Alaclor	20. Endosulfan
3. Aldicarb	21. Fluoroacetamida
4. Aldrina	22. Forato
5. Azinfós Metilo	23. HCH (mezcla de isómeros)
6. Binapacrilto	24. Heptacloro
7. Captafol	25. Hexaclorobenceno
8. Carbofurano	26. Lindano
9. Clordano	27. Metamidofós
10. Clordimeformo	28. Monocrotofos
11. Clorobenzilato	29. Óxido de etileno
12. Compuestos de mercurio, incluidos compuestos inorgánicos de mercurio, compuestos alquílicos de mercurio y compuestos alcoxialquílicos y arílicos de mercurio	30. Paratión
13. Compuestos de tributilo de estaño	31. Pentaclorofenol y sales y ésteres de pentaclorofenol
14. DDT	32. Toxafeno
15. Dicloruro de etileno	33. Triclorfón
16. Dieldrina	34.* Formulaciones de polvo seco que contienen una combinación de benomilo en una cantidad igual o superior al 7%, carbofurano en una cantidad igual o superior al 10% y thiram en una cantidad igual o superior al 15%
17. Dinitro-orto-cresol (DNOC) y sus sales (como sales de amonio potasio y sodio)	35.* Fosfamidon (formulac. líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 1000 g/l de ingrediente activo)
18. Dinoseb y sales y ésteres de dinoseb	36.* Metilparatión (Concentrados emulsificables (CE) con 19,5% o más de ingrediente activo y polvos que contengan 1,5% o más de ingrediente activo)

En gris: incluido en la IX Conferencia de las Partes, mayo de 2019.

\*Formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas (FPEP)

Fuente: Convenio de Rotterdam. Adaptado por el autor

El acuerdo fue negociado en 1987 y entró en vigor el 1º de enero de 1989. Panamá, mediante la Ley 7 del 3 de enero de 1989, aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Entre estas sustancias están los clorofluorocarbonos (CFC) usados en aerosoles, la refrigeración, el aire acondicionado y las espumas; los hidrobromofluorocarbonos (HBFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC), empleados como gases refrigerantes; el bromuro de metilo, fumigante usado para el combate de plagas del suelo y en acciones cuarentenarias (PNUMA, sin fecha).

En Panamá el fumigante no tiene registro. No obstante, está a la disposición de los servicios de cuarentena. El almacenamiento, custodia, uso y manejo del bromuro de metilo están a cargo del Organismo Internacional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) bajo instrucciones de la Dirección de Cuarentena Agropecuaria del MIDA.

Por el momento, según el Protocolo de Montreal, el fumigante no tiene restricciones cuando es para usos cuarentenarios, que es el caso de nuestro país.

## 4.6. Estudio de caso: cómo se salvó el águila calva de su extinción en los Estados Unidos en la década de 1970

El caso narrado a continuación está extraído de:

- Andoni Candela. 2021. *Águilas de cabeza blanca: cuando el DDT puso en peligro el símbolo de Estados Unidos*. En El Confidencial.
- Sin autor. Sin fecha. *Bioacumulación*. En EdicionesDigitales.info
- López Tricas. Sin fecha. *Rachel Carson, DDT y la lucha contra la malaria*. En Info-farmacia.com
- Sin autor. Sin fecha. *Águila calva*. En Google sites.

El águila calva era un animal sagrado para los nativos norteamericanos. Realizaban ceremonias rituales con sus plumas y las águilas eran consideradas mensajeras divinas. Estaban muy presentes en su vida, como lo indican los muchos tótems de madera que se erigen en algunas zonas de Alaska y en la vecina Columbia Británica, en Canadá. Tenían también un carácter sagrado para otras tribus de las grandes llanuras y otros pueblos de Norteamérica.

Siglos más tarde, el pigargo americano se consagró como símbolo nacional de Estados Unidos. Aun así, durante el siglo pasado estas águilas estuvieron cerca de la extinción en la mayor parte del país. En la década de los años 60 se calcula que había menos de 500 parejas en todo Estados Unidos (sin contar Alaska). Decenas de miles de águilas murieron entonces por DDT (diclorodifeniltricloroetano): un insecticida sintético altamente tóxico muy utilizado en agricultura. En pocos años, grandes áreas agrícolas y medios acuáticos asociados se contaminaron por este letal producto químico que, al introducirse en la cadena trófica, producía graves efectos en el organismo, condenando a la muerte por envenenamiento a miles de animales.

El DDT fue maravilloso durante la década de 1940. Su capacidad para matar millones de insectos con un mínimo de toxicidad para los humanos permitió controlar las epidemias de malaria y tifus que causaron estragos durante la Segunda Guerra Mundial. Terminado el conflicto, el insecticida comenzó a aplicarse en inmensas cantidades para controlar todo tipo de plagas agrícolas. Las lluvias lavaron el DDT de los campos y comenzó a acumularse en el tejido graso de los pequeños consumidores acuáticos. Los peces que se alimentaron de crustáceos e insectos almacenaron el DDT obtenido de todas sus presas. Los peces más grandes acumularon el DDT de todos los peces pequeños que consumieron, y así continuó aumentando la concentración del plaguicida hasta llegar a las águilas en el último nivel de la cadena alimenticia.

El DDT interfiere con el metabolismo del calcio, haciendo que las aves pongan huevos con cascarrones tan finos que se rompen bajo el peso de los padres. En el caso del águila calva, la bioacumulación se sumó a la pérdida de hábitat y a la cacería, para reducir la población en los 48 estados contiguos de los Estados Unidos a 412 parejas para mediados de la década de 1950. La captura comercial y la caza ilegal de águilas se prohibió en 1940. La especie se declaró en peligro de extinción en 1967 y en 1972 se prohibió el uso de DDT en la agricultura.

Uno de los hitos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) fue haber logrado la prohibición de uso a partir del año 1972 del famoso insecticida DDT, ampliamente empleado en las campañas de erradicación del parásito causante de la malaria. Los movimientos sociales ambientalistas contrarios al uso indiscriminado del DDT deben mucho a un libro (*Silent Spring*) escrito por Rachel Carson en el año 1962, dos años antes de su fallecimiento a los 57 años de edad.

En el libro, Rachel Carson prevenía acerca del excesivo uso de pesticidas (entre ellos DDT) durante las campañas dirigidas a controlar las plagas que estropeaban los cultivos de maíz. Arrastrados por las lluvias, los pesticidas se introducían en la cadena alimentaria humana. Además, las aves que picoteaban los cultivos tratados expandían los pesticidas lejos del lugar donde se habían aplicado. Las águilas calvas, emblema de Estados Unidos, y por lo tanto una especie muy protegida, resultaban gravemente afectadas.

La prohibición de uso del DDT se expandió en todo el mundo, debido sobre todo a la presión de grupos sociales defensores del medioambiente. Estos productos químicos se depositan en los peces,

que forman la mayor parte de la dieta del águila. Debilitan los cascarones de sus huevos y limitan gravemente su capacidad para reproducirse, también causaron estragos entre otras aves.

Desde la severa restricción del uso de DDT en 1972, la población de águilas ha resurgido notablemente, a lo que también han contribuido los programas de reintroducción. El resultado es un triunfo de la vida silvestre. A comienzos del siglo XXI, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos ha recalificado su situación: ha pasado de especie en peligro a especie amenazada. Se cree que las águilas calvas se emparejan de por vida. La pareja construye en lo alto un enorme nido de palos, que se encuentra entre los más grandes de todas las aves. Suelen poner dos huevos al año.

#### Preguntas:

1. ¿Por qué la lectura y su contenido tiene tanta relevancia para los profesionales del sector agropecuario?
2. ¿Cuáles son las razones que motivaron la prohibición del DDT en los Estados Unidos?
3. ¿Cómo llegaba el DDT al águila calva? Describa las rutas de exposición al insecticida.

## 4.7. Autoevaluación

**Parte I. Escoja la mejor respuesta.** Encierre en un círculo la mejor respuesta. Solo hay una opción correcta.

### 1. Tiempo comprendido entre la última aplicación y la cosecha:

- a) periodo residual    b) periodo de carencia    c) periodo de reingreso    d) periodo de recepción

### 2. Insecticida que causó la casi extinción del águila calva:

- a) diclorodifeniltricloroetano    b) cipermetrina    c) paratión metil    d) agente naranja

### 3. pH considerado adecuado para asegurar la efectividad de los plaguicidas en solución:

- a) 3,5 - 6,0    b) 6,1 - 7,0    c) > 7,0    d) < 3,5

### 4. Generalmente, es el mejor material de guantes para manipular plaguicidas:

- a) látex    b) PVC    c) nitrilo    d) polietileno

### 5. Conjuga lo mejor de cada técnica para el control de plagas en campo:

- a) agricultura orgánica    b) BPM    c) IARC    d) MIP

### 6. La detección de un plaguicida en agua es una evidencia de que el plaguicida es:

- a) agente tóxico    b) agente contaminante    c) fitotóxico    d) compatible

### 7. Los problemas de peligrosidad de un plaguicida se deben a:

- a) persistencia    b) bioacumulación    c) selectividad    d) fitotoxicidad

### 8. Considera la figura de AND para plaguicidas:

- a) Convenio de Estocolmo    b) Convenio de Basilea    c) Protocolo de Montreal    d) N/A

**9. Facilita la descomposición del plaguicida en el suelo:**

- a) triple lavado    b) equipo de aplicación    c) cama biológica    d) evaluación de riesgo

**10. Tiempo que demora el plaguicida ejerciendo su efecto:**

- a) periodo residual    b) periodo de carencia    c) periodo de reingreso    d) periodo de recepción

**11. El sulfato de amonio se utiliza para regular:**

- a) aguas duras    b) solubilidad    c) persistencia    d) N/A

**12. Sustancia regulada por el Protocolo de Montreal:**

- a) bromuro de metilo    b) paraquat    c) DDT    d) N/A

**13. Plaguicida muy exigente hacia el pH de la solución:**

- a) paraquat    b) glifosato    c) 2,4-D    d) N/A

**14. El polémico DDT en el Convenio de Estocolmo está en el anexo:**

- a) A    b) B    c) C    d) III

**15. Se pueden formar durante la combustión de envases plásticos vacíos:**

- a) paraquat    b) DDT    c) dioxinas    d) N/A

**16. La mayor parte de los plaguicidas se degradan más rápidamente en un medio:**

- a) ácido    b) alcalino    c) neutro    d) N/A

**17. Horario de aplicaciones terrestres:**

- a) de 6:00 a. m a 12:00 m    b) de 6:00 a. m a 10:30 a. m.    c) de 6:00 a. m a 4:00 p. m.    d) N/A

**18. Resuelto que establece la regulación de las aplicaciones terrestres de plaguicidas:**

- a) Resuelto 16 de 2001    b) Resuelto 23 de 1998    c) Resuelto 42 de 2011    d) N/A

**19. El Anexo III incluye a los plaguicidas más peligrosos dentro del Convenio de:**

- a) Basilea    b) Estocolmo    c) Rotterdam    d) Montreal

**20. En el fondo de la cama biológica se ubica:**

- a) la hojarasca    b) la arcilla    c) el aserrín    d) suelo con humus

**Parte II. Pareo sobre la agenda química pactada.** Coloque en el espacio de la derecha el número que le corresponda a la condición presentada en la columna izquierda.

Condición	Respuesta
1. Movimiento transfronterizo de desechos peligrosos	___ DDT
2. De producción no intencional	___ Clorotalonilo
3. Último plaguicida incluido en el Anexo III	___ Convenio de Basilea
4. Está en el Anexo B del Convenio de Estocolmo	___ OIRSA
5. Consentimiento fundamentado previo	___ Triclorfón
6. Bromuro de metilo	___ Endosulfan
7. Custodia y maneja el bromuro de metilo	___ Convenio de Estocolmo
8. Único COP que cuenta con registro en el país	___ Pentaclobenceno
9. De uso pecuario en el Anexo III	___ Forato
10. Incluye los COP	___ Protocolo de Montreal ___ Convenio de Rotterdam

**Parte III. Resuelve los siguientes problemas de calibración.**

- Durante una práctica de calibración, José agregó un volumen inicial de 3 litros a la bomba de pulverización. Los cálculos realizados arrojaron un consumo de 175 litros por hectárea. ¿Cuántos litros de la bomba se descargarán en los 75 metros cuadrados de área de referencia recorrida en esa práctica? ¿Tendrá José que hacer ajustes si lo recomendado era descargar 200 litros por hectárea? Recuerde que la tolerancia aceptable para todos los casos es del 5%.
- Luis agregó a una bomba de aspersión un volumen inicial de 2 litros y caminó 50 m<sup>2</sup>. Después de las mediciones, se determina que se descargarán sobre esa superficie 0,9 litros. Su patrono le indicó que la meta era aplicar 150 litros en una hectárea. ¿Cuántos litros de líquido por hectárea aplicará Luis? ¿Tendrá que hacer algún ajuste?
- En una práctica de calibración se agregó un volumen inicial de 3 litros. Después del ejercicio, quedaron en la bomba de aspersión 0,85 litros. Se trazaron 75 m<sup>2</sup> para la práctica de calibración. La recomendación para el cultivo es usar 300 litros por hectárea. Calcule cuántos litros por hectárea se gastarán y determine si se requerirá de ajustes.

### Respuestas al sistema de evaluación

#### Parte I

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. b | 6. b  | 11. a | 16. b |
| 2. a | 7. c  | 12. a | 17. b |
| 3. a | 8. d  | 13. b | 18. c |
| 4. c | 9. c  | 14. b | 19. c |
| 5. d | 10. a | 15. c | 20. b |

#### Parte II

4; sin respuesta; 1; 7; 9; 8; 10; 2; 3; 6; 5

#### Parte III

- 1) 1,31 litros; sí      2) 180 litros; sí      3) 287 litros; no

## GLOSARIO

<b>Agrotóxicos</b>	sinónimo de plaguicidas
<b>Acuíferos</b>	reservorios de agua ubicados debajo de la superficie terrestre
<b>Bacterias aeróbicas</b>	bacterias que pueden crecer y vivir cuando hay oxígeno presente
<b>Bioacumulación</b>	proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos, de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio o en los alimentos
<b>Cadenas tróficas</b>	ruta lineal que siguen la materia y la energía alimenticia dentro de un ecosistema, a través del paso de un individuo de una especie a otra especie que se alimenta del primero
<b>Carcinógena o cancerígena</b>	sustancia o mezcla que induce cáncer o aumenta su incidencia
<b>Categoría de peligro</b>	desglose de criterios en cada clase de peligros; por ejemplo, existen cinco categorías de peligro en la toxicidad aguda por vía oral y cuatro categorías en los líquidos inflamables. Esas categorías permiten comparar la gravedad de los peligros dentro de una misma clase y no deberán utilizarse para comparar las categorías de peligros entre sí de un modo más general
<b>Ciclo de vida</b>	todas las fases que atraviesa un plaguicida desde la producción hasta su degradación en el medioambiente después de su uso o su destrucción como producto no utilizado
<b>Coadyuvantes</b>	sustancia química que contribuye, asiste o ayuda a realizar una mejor acción biológica del plaguicida químico formulado (adherente, dispersante, humectante, penetrante y regulador de pH, entre otros), cuando se mezcla en forma correcta con este
<b>Compartimentos o matrices ambientales</b>	compartimentos ambientales en los que puede dispersarse una sustancia: hidrósfera, suelo, atmósfera y biota (plantas y animales)
<b>Concentración letal media (CL<sub>50</sub> o LC<sub>50</sub>)</b>	concentración de un plaguicida que causa el 50% de mortalidad en los animales de prueba, usualmente bajo exposición de un periodo determinado. Se expresa, generalmente, en miligramos por litro o metro cúbico de aire.
<b>Convenio de Estocolmo</b>	convenio que tiene como objetivo la eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), algunas de las sustancias químicas más indeseables del mundo. Los COP son tóxicos, bioacumulativos, altamente persistentes, y constituyen una amenaza mundial para los seres vivos.
<b>Convenio de Rotterdam</b>	convenio sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo (CFP) aplicable a ciertas sustancias químicas y plaguicidas peligrosos objeto de comercio internacional. Regula el intercambio de información en el comercio internacional en materia de determinados plaguicidas peligrosos (ingredientes activos y formulaciones).
<b>Crustáceos</b>	animales del grupo de los artrópodos, dos pares de antenas, cuerpo cubierto por un caparazón, generalmente calcificado y respiración branquial (camarones, cangrejos, etc.)
<b>Defoliante</b>	que provoca la caída artificial de las hojas de las plantas
<b>Desecante</b>	sustancia que se usa para eliminar humedad del aire o de alguna otra sustancia

<b>Dictamen toxicológico</b>	proceso mediante el cual se evalúa el riesgo de toxicidad de los plaguicidas químicos de uso agrícola en la salud humana y el medioambiente. Es un insumo requerido por la autoridad nacional competente para otorgar o no el respectivo registro del plaguicida que será usado en el país.
<b>Dioxinas</b>	grupo de 75 compuestos orgánicos, muy tóxicos, activos fisiológicamente en dosis extremadamente pequeñas, persistentes en el ambiente, carcinogénicos y bioacumulativos. Se forman de manera espontánea en un gran número de procesos industriales.
<b>Disruptor o perturbador endocrino</b>	sustancia química, ajena al cuerpo humano o a la especie animal a la que afecta, capaz de alterar el equilibrio hormonal de los organismos de una especie
<b>Dosis letal media (DL<sub>50</sub>)</b>	cantidad de un plaguicida administrado en una sola dosis que provoca la muerte del 50% (la mitad) de los animales que han sido expuestos a esas cantidades en los ensayos. Se expresa, generalmente, en miligramos por kilogramo de peso vivo.
<b>Dron</b>	vehículo aéreo no tripulado o aeronave pilotadas por control remoto
<b>Envés de la hoja</b>	cara inferior de la lámina o limbo de la hoja de una planta
<b>Ecotoxicidad</b>	disciplina científica que estudia el efecto de las sustancias y compuestos químicos sobre los ecosistemas
<b>Erosión eólica</b>	pérdida de suelo como producto del arrastre del aire
<b>Erosión hídrica</b>	pérdida de suelo como producto del arrastre del agua
<b>Fitófago</b>	que se alimenta de materias vegetales
<b>Fitopatógeno</b>	organismo, en general microorganismo, que genera enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular
<b>Formulación</b>	preparación de plaguicidas químicos formulados, sustancias afines y coadyuvantes que pueden contener uno o más ingredientes activos y auxiliares de formulación en una forma apta para su uso
<b>Fotólisis</b>	ruptura de enlaces químicos de una sustancia por causa de energía radiante
<b>Furanos</b>	grupo de 135 compuestos orgánicos de estructura y efectos similares a las dioxinas, muy tóxicos, activos fisiológicamente en dosis extremadamente pequeñas, persistentes en el ambiente, carcinogénicos y bioacumulativos
<b>Hidrólisis</b>	desdoblamiento de una molécula o sustancia por la acción del agua
<b>Ictiofauna</b>	conjunto de especies de peces que existen en una determinada región biogeográfica
<b>Impureza</b>	sustancia o conjunto de partículas extrañas a un cuerpo que, al mezclarse con el plaguicida, le hacen perder la pureza
<b>Ingrediente activo (i.a.) grado técnico</b>	se puede encontrar bajo dos denominaciones: TC (material técnico) y TK (concentrado técnico). En Panamá, lo común es hablar de TC. Tiene normalmente una concentración elevada de i.a., puede tener aditivos esenciales tales como estabilizantes, pero no tiene diluyentes o solventes.
<b>Intoxicación aguda</b>	cuadro o estado clínico en el cual los efectos adversos ocurren dentro de un plazo de 24 horas, como resultado de una exposición única o varias repetidas a un plaguicida sintético formulado, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines
<b>Intoxicación crónica</b>	cuadro o estado clínico en el cual los efectos adversos ocurren en el mediano y largo plazo, como resultado de una exposición única o varias repetidas a un plaguicida sintético formulado, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines

<b>Intoxicación dermal</b>	cuadro o estado clínico en el cual los efectos adversos ocurren como resultado de la absorción a través de la piel de un plaguicida sintético formulado, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines
<b>Intoxicación oral</b>	cuadro o estado clínico en el cual los efectos adversos ocurren como resultado de la ingestión de un plaguicida sintético formulado, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines
<b>Límite máximo de residuo (LMR)</b>	límite legal superior o máximo de un plaguicida o de sus metabolitos (expresado en mg/kg), que se permite o reconoce como aceptable en o sobre alimentos, productos agropecuarios para consumo humano o animal, basado en las buenas prácticas agropecuarias
<b>Lixiviación</b>	separación y pérdida de los plaguicidas solubles del suelo debido al paso del agua a través de este
<b>Medidas reglamentarias firmes</b>	acciones tomadas por una parte para prohibir o restringir rigurosamente un producto químico
<b>Metabolito</b>	ciertos ingredientes activos que se degradan total o parcialmente en otra molécula después de un tratamiento. Los metabolitos se forman por las reacciones químicas que se producen vía el metabolismo de plantas, plagas o suelo.
<b>Mezcla</b>	mezcla o disolución compuesta por dos o más sustancias que no reaccionan entre ellas
<b>Mutación</b>	cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula
<b>Mutágeno</b>	agente que aumenta la frecuencia de mutación en los tejidos celulares, en los organismos o en ambos
<b>Nicho ecológico</b>	lugar que ocupa una especie o un conjunto de ellas en un ecosistema determinado
<b>Niebla</b>	gotas líquidas de una sustancia o de una mezcla en suspensión en un gas (en el aire, por lo general)
<b>Palabra de advertencia</b>	vocablo que indique la gravedad o el grado relativo del peligro que figura en la etiqueta para señalar al lector la existencia de un peligro potencial. El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos utiliza palabras de advertencia como "peligro" y "atención"
<b>Perfil ecotoxicológico</b>	resumen de los resultados ecotoxicológicos críticos para un plaguicida en particular, que pueden traer consecuencias para los organismos acuáticos y terrestres debido a posibles exposiciones, dependiendo de los usos a los que es destinado
<b>Perfil toxicológico</b>	resumen de los resultados críticos toxicológicos para un plaguicida determinado, que pueden traer consecuencias a la salud humana debido a exposición por varias vías
<b>Persistencia</b>	tiempo que permanece el plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica. El tiempo de degradación se mide en vida media, que es el tiempo que tiene que transcurrir para que se desactive la mitad del plaguicida.
<b>Pictograma</b>	composición gráfica que contenga un símbolo, así como otros elementos gráficos, tales como un borde, un motivo o un color de fondo, y que sirve para comunicar informaciones específicas

<b>Polvo</b>	partículas de una sustancia o de una mezcla en suspensión en un gas (en el aire, por lo general)
<b>Posregistro</b>	actividad relevante que permite verificar el real impacto de la liberación del plaguicida para rectificar aspectos no considerados durante el proceso de registro
<b>Protocolo de Montreal</b>	protocolo relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono en su forma ajustada y/o enmendada por las partes en el Protocolo
<b>Reacciones de óxido-reducción</b>	proceso químico de descomposición de los plaguicidas, principalmente en el suelo, por exposición con otras sustancias
<b>Residuos</b>	nivel o cantidad de un plaguicida presente en la planta o producto vegetal, agua, suelo y aire después de su aplicación, vía aérea o terrestre
<b>Síndrome del colapso de la colmena</b>	fenómeno de la década del 2000 por el que una cantidad considerable de abejas obreras de una colmena desaparecen abruptamente
<b>Solución buffer</b>	denominada también solución tampón. Es aquella que ante la adición de un ácido o base son capaces de reaccionar oponiéndose a la acidificación o alcalinidad para mantener fijo el pH
<b>TCCD</b>	2,3,5,7 tetraclorodibenzo-p-dioxina o compuesto más representativo del grupo de las dioxinas y una de las sustancias más tóxicas de las conocidas en el planeta
<b>Vapor</b>	forma gaseosa de una sustancia o de una mezcla liberada a partir de su estado líquido o sólido

**Anexo 1. Plaguicidas prohibidos para el uso en la agricultura de la República de Panamá  
(Resuelto N.º 74 del 18 de septiembre de 1997 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario)**

Nº	Ingrediente activo o sustancia activa	Grupo químico	Nombre químico (IUPAC)	Uso o acción
1	2,4,5-T, sus sales y ésteres	Fenoxiacético	Ácido 2,4,5 triclora fenoxiacético, sus sales y ésteres. Entre éstos tenemos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,4,5-T</li> <li>• Sal potásica del ácido 2,4,5-T (2,4,5-TCP)</li> </ul>	Herbicida
2	2,4,5-TB	Clorofenoxibutírico	Ácido 4-(2,4,5-triclorofenoxy) butírico	Herbicida
3	Ácido fluoroacético, sus sales y derivados	Fluoro acetato	Ácido fluoroacético, sus sales y derivados. Entre éstos tenemos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoro acetato de sodio</li> <li>• 2-fluoro acetamida sódica</li> </ul>	Insecticida, rodenticida
4	Acilonitrilo	Ciano	Acilonitrilo (cianuro de vinilo)	Fumigante, insecticida
5	Aldrín	Dimetano naftaleno clorado	(1R,4S,4 <sup>a</sup> ,5,5,8R,8aR,-)1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4, 4a,5,8a-hexahidro-1,4,5,8-dimetano naftaleno	Insecticida
6	Aminocarb	Fenilmetil carbamato	4-dimetiamino-m-tolil-metil carbamato	Insecticida
7	Amitrol	Aminotriazol	1H-1,2,4 83-triazolil) amina	Herbicida
8	Anabasina	Piridil	(S)-3-(epiperidinil)-piridina	Insecticida
9	Aramit	Butifenoxi	2(p-tert-butifenoxi)-2-isopropil-2-cloroetil sulfito	Acaricida
10	Cicloheximida	Etilglutarimida	4-[(2R)-2-[(1S,3S,5S)-(3,5-dimetil-2-oxociclohexil)]-2-hidroxiethyl]-2,6-piperiderodiona	Regulador de crecimiento
11	Cloranil	Benzoquinona	2,3,5,6-tetracloro-1,4-benzoquinona	Fungicida
12	Clordano	Ciclodieno Organoclorado	1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-metanoindeno	Insecticida
13	Clordecona	Ciclododecanona clorada	Decacloropentaciclo (5.2.1.0 <sup>2.6</sup> .0 <sup>3.9</sup> .0 <sup>5.8</sup> ) 4-decanona	Insecticida
14	Clordimeform	Fenamidina	N <sup>2</sup> -(4-cloro-o-tolil)-N <sup>1</sup> -N <sup>1</sup> -dimetil formamidina	Insecticida, acaricida, ovicida
15	Cloroformo	Clorometano	Triclorometano	Fumigante insecticida
16	Cloropicrina en concentración > 2%	Nitrometano clorado	Tricloronitrometano	Fumigante, insecticida, fungicida, nematocida
17	Cloruro de vinilo	Halogenuro de alqueno	Cloro etileno	Aditivo
18	Compuesto a base de Arsénico (sales y derivados)	As-R	Como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arsenato de calico</li> <li>• Arsenato de plomo</li> <li>• Arsenato de cobre</li> <li>• Arsenato de sodio</li> <li>• Arsenilo de sodio</li> <li>• Metano arsenato sódico (MSMA)</li> <li>• Trióxido de arsénico</li> </ul>	Insecticida, herbicida Insecticida Insecticida, Fungicida Fungicida Fungicida Herbicida Herbicida, insecticida Herbicida, Insecticida, Rodenticida
19	Compuestos a base de Cadmio (sales y derivados)	Cd-R	Como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromato de cadmio</li> <li>• Sulfato de cadmio</li> </ul>	Fungicida Fungicida

N°	Ingrediente activo o sustancia activa	Grupo químico	Nombre químico (IUPAC)	Uso o acción
20	Compuestos a base de Cianuro (sales y derivados)	CN-R	Como: • Cianuro sódico	Herbicida, fumigante
21	Compuestos a base de Mercurio (sales y derivados)	Hg-R	Como: • Acetato clorometoxipropil mercúrico (CPMA) • Dodecilsuccinato de difenil mercurio (PMDS) • Cloruro mercurioso • Cloruro mercúrico • Acetato de fenil mercurio (PMA) • Oleato de fenil mercurio (PMO)	Fungicida Fungicida Fungicida Fungicida Fungicida
22	Compuestos a base de Plomo (sales y derivados)	Pb-R	Como: • Arsenato de plomo	Fungicida insecticida
23	Compuestos a base de Talio	Tl-R	Como: • Sulfato de talio	Rodenticida, insecticida
24	Crimidina	Aminopirimidina	2-cloro-N,N-6-trimetil pirimidin-4-amina	Rodenticida
25	DBCP	Propano haloganado	1,2-dibromo-3-cloropropano	Fumigante, nematicida
26	DDT	Difenil etano	1,1,1, tricloro-2,2-bis (4-clorofenil) etano	Insecticida
27	Demetona, isómeros O y S	Fosforotioato	Isómero O: O,O,dietil O-2-etiltioetil fosforotioato, Isómero S: O,O,dietil S-2-etildioetil fosforotioato	Insecticida, acaricida
28	Dialifos	Fosforotioato	S-2-cloro-1-ftalimidoetil O,O-dietil fosforoditioato	Insecticida, acaricida
29	Dieldrín	Dimetanonaftaleno	(1R, 4S, 5S, 8R)-1,2,3,4,10,10-haxacloro-1,4,4a,5,6,7,8,8 <sup>a</sup> -octahidro-6,7-epoxi-1,4,5,8-dimetanonaftaleno	Insecticida
30	Dinoseb (sales y derivados)	Butildinitrofenol	Como: • 2-sec-butil-4,6-dinitrofenol • 2-sec-butil-4,6-dinitrofenil-3-metil crotonato	Herbicida, desecante
31	Disulfuro de carbono	Sulfuro-R	Disulfuro de carbono	Fumigante, insecticida
32	Dodecacloro	Organoclorado	Dodecacloropentaciclo (5.3.0.0 <sup>2.6</sup> .0 <sup>3.9</sup> .0 <sup>4.8</sup> ) decano	Insecticida
33	EDB	Halogenuro de alqueno	1,2-dibromo eteno	Fumigante, Insecticida, Nematicida
34	Endrín	Dimetanonaftaleno clorado	(1R, 4S, 4aS, 8S, 6S,7R,8R,8aR) 1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a, 5,6,7,8,8a-octahidro-8,7-epoxi-1,4,5,8-dimetano naftaleno	Insecticida
35	EPN	Fosfonotioato	O-etil O-4-nitrofenil fenilfosfonotioato	Insecticida
36	Estricnina (sales y derivados)	Estrinidin cetona	Derivados de: estrinidinona-10	Insecticida, rodenticida
37	Forato	Fosforotioato	O,O-dietil S-etiltiometil fosforoditioato	Ins/Acaricida
38	HCH	Clorobenceno	Haxaclorobenceno	Insecticida
39	HCH isómeros alfa, beta, gamma y delta	Clorociclohexano	1,2,3,4,5,6-hexaclorociclo hexano; Isómeros: alfa, beta, gamma y delta	Insecticida
40	Heptacloro	Indenoclorado	1,4,5,6,7,8,8-heptacloro-3 <sup>a</sup> ,4,7,7 <sup>a</sup> -tetrahidro-4,7-metanoindeno	Insecticida

N°	Ingrediente activo o sustancia activa	Grupo químico	Nombre químico (IUPAC)	Uso o acción
41	Isodrina	Dimetanonaftaleno	(1R,4S,5R,8S)-1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-1,4,5,8-dimetanonaftaleno	Insecticida
42	Izobenzano	Ciclobenzofurano	1,3,4,5,6,7,8,8-octacloro-1,3,3 <sup>a</sup> ,4,7,7a	Insecticida
43	Kasetrina	Oxotiolan-ciclopropil-furil-bencil	[1R-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ (E))] -[5-(fenilmetil)-3-furanil] metil 3 [dihidro-2-oxo-3 (2H)-(tienilideno) metil j-2,2-dimetilciclopropano carboxilato	Insecticida
44	Kelevano	Hidroxiciclodecano	Etil-5-(1,2,3,4,6,7,8,9,10,10 decacloro-5-hidropentaciclo [5,5.O.O <sup>2.6</sup> .O <sup>3.9</sup> .O <sup>4.8</sup> ]-5-decil-4-oxovalerato	Insecticida
45	Leptofos	fenilfosfonotioato	O-4-bromo-2,5-diclorofenil O-metil fenilfosfonotioato	Insecticida
46	Morfanquat	Morfolino-bipiridilo	1,11-bis(3,5-dimetilmorfolino carbonil metil)-4,4'-bipiridinio	herbicida
47	Nitrofen	Nitrofeniléter	2,4-dicloro fenil nitrofenil éter	herbicida
48	Ometoato	Carbomoil	O,O-dimetil S-metil carbomoil metil fosforotioato	Insecticida, acaricida
49	Óxido de etileno	Epoxietano	Óxido de etileno	Fumigante, esterilizante
50	Pentaclorofenol	Hidroxibencenoclorado	Pentaclorofenol	Preservativo, fungicida, herbicida, defoliante
51	PEPP	Anhídrido pirofosfórico	Tetra etil pirofosfato	Insecticida, acaricida
52	Phosacetim	Fosfoamidotioato	O,O-bis(4-clorofenil)N-acetamidoil fosforoditioato	Rodenticida
53	Protoato	Carbomoilfosforoditioato	O,O-dietil S-isopropilcarbomoil metil fosforoditioato	Insecticida, acaricida
54	Schradano	Pirofosforamida	Ociametil pirofosfórico tetra amida	Insecticida, acaricida
55	Silvex (fenoprop)	Clorofenoxi propiónico	Ácido (+) -2-(2,4,5-tricloro fenoxi) propiónico	Herbicida
56	Strobano	Terpeno clorinado	Mezcla de canfeno, pineno y otros terpenos relacionados	Insecticida
57	Sulfato de nicotina	Pirrolidinilpiridina	Sulfato de (S)-3-(1-metil-2- Pirrolidinil)piridina	Insecticida
58	Sulfotep	Anhídrido fosfotiónico	O,O,O,O-tetraetil ditiopirofosfato	Insecticida, acaricida
59	Sulprofos	Fenil-fosforoditioato	O-etil O,4-(metilito) fenil S-propil fosforoditioato	Insecticida
60	Tetracloruro de carbono	Metanoclorado	Tetra cloruro de carbono	Fumigante
61	Toxafeno (canfeclor)	Canfenoclorado	Mezcla de canfeno clorinado conteniendo 68% de cloruros	Insecticida

Fuente: MIDA. 1997. Resuelto N.º 74 del 18 de septiembre de 1997.

**Anexo 2. Lista de plaguicidas prohibidos según Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011 de 10 de junio de 2011 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario**

Nº	Ingrediente activo o sustancia activa	Grupo químico	Nombre químico (IUPAC)	Uso o acción
1	Ácido diclorofenoxibutírico	Ácido fenoxicarboxílico	4 -(2,4-Diclorofenoxi)ácido butírico; 4 -(2,4-Dichlorofenoxi) ácido butanoico;	Herbicida
2	Ácido diclorofenoxipropiónico	Ácido fenoxicarboxílico	(RS)-2-(2,4-Diclorofenoxi)ácido propanoico	Herbicida
3	Captafol	Ftalimida	N-(1,1,2,2-tetracloroetilto)ciclohex-4-ene-1,2-dicarboximida; 3a,4,7,7a-tetrahydro-N-(1,1,2,2-tetracloroetanesulfenil)ftalimida	Fungicida
4	Clorobencilato	Organoclorado	2-hidroxi-2,2-bis(4-clorofenil)acetato de etilo	Insecticida, acaricida
5	Dicofol	Organoclorado	2,2,2-tricloro-1,1-bis (4-clorofenil)etanol	Acaricida
6	Etil paration	Organofosforado	O,O-dietil-O-4-nitrofenil fosforotioato	Insecticida
7	Fosfamidon	Organofosforado	2-cloro-2-dietilcarbamoil-1-metilvinil dimetil fosfate; 2-cloro-3-dimetoxifosfinoiloxi-N,N-dietilbut-2-enamida	Insecticida, acaricida
8	Metamidofos	Organofosforado	O,S-dimetil fosforamidotioato	Insecticida, acaricida
9	Metil paration	Organofosforado	O,O-dimetil-O-4-nitrofenil fosforotioato	Insecticida
10	Metoxicloro	Organoclorado	1,1'-(2,2,2-Tricloroetilideno)bis[4-metoxibenceno]; 1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-metoxi-fenil)etano; 2,2-di-p-anisil--, 1,1-tricloroetano	Insecticida
11	Monocrotofos	Organofosforado	Dimetil (E)- 1-metil-2-(metilcarbamoil)vinil fosfato; 3-dimetoxifosfinoiloxi-N-metilisocrotonamida	Insecticida, Acaricida

Fuente: MIDA. 2011. *Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011 de 10 de junio de 2011.*

**Anexo 3. Lista de plaguicidas restringidos según Resuelto N.º DAL-024-ADM-2011 de 10 de junio de 2011 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario**

Nº	Ingrediente activo o sustancia activa	Grupo químico	Nombre químico (IUPAC)	Uso o acción
1	Aldicarb	Carbamato	2-metil-2-(metilito)propionaldehído O-metilcarbamoiloxima	Insecticida, acaricida, nematocida
2	Azinfos metil	Organofosforado	S-(3,4-dihidro-4-oxobence[d]- [1,2,3]-triazin-3-ilmetil) O,O-dimetil fosforoditioato	Insecticida
3	Benomilo	Benzimidazol	Metil 1-(butilcarbamoil) bencimidazol-2-carbamato	Fungicida
4	Captan	Ftalimida	N-(tricloromethiltio)ciclohex-4-en-1,2-dicarboximida	Fungicida
5	Carbaril	Carbamato	1-naftil metilcarbamato	Insecticida, regulador de crecimiento de plantas
6	Diclorvos	Organofosforado	2,2-diclorovinil dimetil fosfato	Insecticida, acaricida
7	Dimetoato	Organofosforado	O,O-dimetil S-metilcarbamoilmetil fosforoditioato; 2-dimetoxifosfinotioyltio-N-metilacetamida	Insecticida, acaricida
8	Etoprofos	Organofosforado	O-etil S,S-dipropil fosforoditioato	Nematocida, Insecticida
9	Fosfuro de aluminio	Fosfuro inorgánico	Fosfuro de aluminio	Insecticida
10	Fosfuro de magnesio	Fosfuro inorgánico	Fosfuro de magnesio	Insecticida



N°	Ingrediente Activo	Clase	Cat. Toxic., OMS, grado téc.	Carcinogenicidad USEPA, IARC y SGA			Mutagenicidad		Tóxico a la reproducción UE-SGA	Disrupción endocrina, PNUMA/ OMS/SGA	Muy tóxico en Abejas
				IARC	USEPA	SGA/ GHS	SGA/ GHS	UE			
32	Cypermethrin	INS	II							1	
33	Cypermethrin, alpha	INS	II							1	
34	Cypermethrin, beta	INS	II							1	
35	Cyproconazole	FUN	II								
36	Deltamethrin	INS	II							1	
37	Diazinon	INS	II	1						1	
38	Dichlorvos; DDVP	INS	Ib	1						1	
39	Dimethoate	INS	II							1	
40	Dinotefuran	INS	IV*							1	
41	Diquat dichloride	INS	II								
42	Diuron	HER	III								
43	Emamectin benzoate	INS	II							1	
44	Endosulfan	INS-ACA	II						1		
45	Epoxiconazole	FUN	IV		1		1	1			
46	Ethoprophos; Ethoprop	INS-NEM	Ia		1						
47	Fenamiphos	NEM	Ib							1	
48	Fenitrothion	INS	II						1	1	
49	Fenthion/Fenthion	INS	II							1	
50	Fipronil	INS	II						1	1	
51	Fluazifop-butyl	HER	III					1			
52	Folpet	FUN	IV								
53	Formaldehyde	BAC	N/A	1	1						
54	Glufosinate-ammonium	HER	II					1			
55	glyphosate	HER	III	1							
56	Halosulfuron-methyl	HER	III*				1				
57	Haloxifop-methyl	HER	II		1						
58	Imazalil	FUN	III		1						
59	Imidacloprid	INS	II							1	
60	Indoxacarb	INS	III							1	
61	Iprodione	FUN	III		1						
62	Iprovalicard	HER	IV		1						
63	Isopyrazam (Izopyrazam)	FUN	II		1						
64	Isoxaflutole	HER	IV		1						
65	Kresoxim-methyl	FUN	IV		1						
66	Lambda-cyhalothrin	INS	II							1	
67	Linuron	HER	III					1	1		
68	Lufenuron	INS	III*								
69	Magnesium phosphide	INS	N/A								
70	Malathion	INS	III	1					1	1	
71	Mancozeb	FUN	IV		1				1		

N°	Ingrediente Activo	Clase	Cat. Toxic., OMS, grado téc.	Carcinogenicidad USEPA, IARC y SGA			Mutagenicidad		Tóxico a la reproducción UE-SGA	Disrupción endocrina, PNUMA/OMS/SGA	Muy tóxico en Abejas
				IARC	USEPA	SGA/GHS	SGA/GHS	UE			
72	Metam-sodium	FUN	II		1						
73	Methiocarb	INS	Ib							1	
74	Methomyl	INS	Ib							1	
75	Metiram	FUN	IV		1						
76	Metribuzin	HER	II								
77	Oxadiazon	HER	IV		1						
78	Oxamyl	INS	Ib							1	
79	Oxyfluorfen	HER	IV		1						
80	Parafina aceites; aceites minerales	ADI	N/A								
81	Paraquat dicloruro	HER	II								
82	Pendimethalin	HER	II						1		
83	Permethrin	INS	II						1	1	
84	Picloram	HER	IV						1		
85	Pirimiphos-methyl	INS	II							1	
86	Profenofos	INS	II							1	
87	Profoxydim	HER	III*								
88	Propachlor	HER	II		1						
89	Propiconazole	FUN	II								
90	Propineb	FUN	IV								
91	Pymetrozine	INS	IV*								
92	Quinoxifen	FUN	IV								
93	Sedaxane	FUN	IV*								
94	Spinetoram	INS	IV							1	
95	Spinosad	INS	III							1	
96	Spirodiclofen	INS-ACA	III*		1						
97	Sulfuramid o sulfluramid	INS	II								
98	TCMTB (benzotiazol)	FUN	III*								
99	Tebuconazole	FUN	II						1		
100	Terbufos	INS-NEM	Ia								
101	Thiabendazole	FUN	III		1			1			
102	Thiacloprid	INS	II		1			1			
103	Thiamethoxam	INS	III*							1	
104	Thiodicarb	INS	II		1					1	
105	Thiophanate-methyl	FUN	IV		1						
106	Triadimenol	FUN	II					1			
107	Triazophos	ACA-NEM-INS	Ib								
108	Tridemorph	FUN	II								
109	Validamycin	FUN-BOT	IV							1	
110	zeta-Cypermethrin	INS	Ib							1	

\* Toxicidad de formulaciones registradas

Fuente: Adaptado de PAN International. 2021. *List of Highly Hazardous Pesticides*.

### Anexo 5. Temas propuestos del curso de capacitación para aplicadores terrestres de plaguicidas

Materia	Contenidos específicos	Duración
<b>1a. Ciertas propiedades de plaguicidas</b>  <b>1b. Legislación y reglamentación aplicable</b>	a. Tipos de plaguicidas y sus formulaciones; b. Persistencia y toxicidad de las formulaciones; c. Riesgos asociados con el uso de plaguicidas y residuos de los mismos; d. Factores que influyan sobre la efectividad de los plaguicidas; e. Procedimientos de dilución; f. Lista de plaguicidas registrados categoría Ia, Ib y "de uso restringido"; g. Reglamento y manual sobre aplicaciones terrestres.	4 horas
<b>2. Efectos ambientales potenciales, resultantes del uso de los plaguicidas</b>	a. Tiempo y otras condiciones climáticas; b. Existencia de peces, vida silvestre y otros organismos no objetos de control; c. Patrones de escurrentía.	2 horas
<b>3. Norma del etiquetado de plaguicidas y su interpretación</b>	a. Formato general y terminología usada en el sistema de etiquetado; b. Interpretación de las instrucciones, advertencias, términos, símbolos y otra información que comúnmente aparece en la composición del etiquetado; c. Clasificación toxicológica de plaguicidas; d. Periodo de carencia, periodo de reingreso.	2 horas
<b>4a. Plagas</b>	a. Características comunes de organismos considerados como plagas y de los daños ocasionados por estos; b. Conocimientos del desarrollo y biología de la plaga necesarios para su identificación y control; c. Técnicas de control de plagas.	4 horas
<b>5. Seguridad en la manipulación y uso de plaguicidas</b>	a. Toxicidad, riesgo o peligro para el hombre y vías de exposición (oral, ocular, dérmica y respiratoria); b. Tipos y causas comunes de accidentes; c. Precauciones necesarias para proteger de daños a los aplicadores y otros individuos en o cerca de áreas tratadas; d. Necesidad y uso de equipo protector; e. Síntomas de envenenamiento; f. Tratamiento de primeros auxilios y otros procedimientos a seguirse en caso de accidente; g. Identificación, almacenamiento, transporte, procedimientos de mezcla y métodos de disposición adecuados para plaguicidas y envases usados de estos.	6 horas
<b>6. Equipos de aplicación</b>	a. Tipo de equipo, incluyendo sus ventajas y limitaciones; b. Tipo de boquillas, selección; c. Uso, mantenimiento y calibración del equipo.	6 horas - Práctico
<b>7a. Técnicas de aplicación</b>	a. Métodos y procedimientos utilizados para aplicar diferentes formulaciones de plaguicidas, y conocimiento de la técnica de aplicación más apropiada en situaciones específicas; b. Relación entre aspersión del plaguicida y área de aplicación del mismo. Deriva y aplicación en franjas de seguridad; c. Precauciones en la aplicación del plaguicida para evitar contaminar áreas fuera de la zona de aplicación; d. Daños a organismos no objetos de control.	6 horas - Práctico

Fuente: Elaboración propia en base al Resuelto N.º DAL-042-ADM-2011, de 14 de septiembre de 2011

Ciertos temas que son complejos según el nivel de escolaridad de los aplicadores pueden ser suprimidos.

## BIBLIOGRAFÍA

**Agencia EFE.** 2019. *El 75% de los cultivos mundiales más importantes depende de los polinizadores.* (Disponible en: <https://www.efe.com/efe/espana/destacada/el-75-de-los-cultivos-mas-importantes-del-mundo-depende-polinizadores/10011-4003503>)

**Agrequima.** 2015. *Camas o mesas biológicas.* Obtenido el 20 de mayo de 2015. (Disponible en: <https://agrequima.com.gt/site/que-es-biodep/>)

**ANAM** (Autoridad Nacional del Ambiente). 2012. *Plan de manejo de plaguicidas.* Proyecto consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño. ANAM/CBMAP II.

**Anónimo.** 2015. *SOS abejas en extinción, humanidad en peligro.* Obtenido el 19 abril de 2015. (Disponible en: <https://liceofrancesmolire.es/sos-abejas-en-extincion-humanidad-en-peligro/>)

**Araya, Jorge.** 2015. *Costa Rica es el consumidor más voraz de plaguicidas en el mundo.* En Ojo al Clima. (Disponible en: <https://ojoalclima.com/costa-rica-es-el-consumidor-mas-voraz-de-plaguicidas-en-el-mundo/>)

**Arvensis.** 2014. *Calidad del agua en tratamientos agroquímicos.* (Disponible en: <https://www.arvensis.com/es/calidad-del-agua-en-tratamientos-agroquimicos/>)

**Bergman, A, Heindel, J., et al.** 2013. *State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012.* PNUMA y OPS.

**Branford, Sue y Borges, Thais.** 2019. *Brasil: gobierno de Bolsonaro autorizó más de 150 pesticidas en sus 100 primeros días.* En Mongabay. Obtenido el 27 de marzo de 2021. (Disponible en: <https://es.mongabay.com/2019/07/brasil-pesticidas-bolsonaro/>)

**Campolimpio.** 2015. *Triple lavado.* Obtenido el 26 de mayo de 2015. (Disponible en: <https://campolimpio.org.mx/actividades/blog/246-como-se-debe-realizar-la-tecnica-de-triple-lavado>)

**Campolimpio.** Sin fecha. *Cómo se debe realizar la técnica de triple lavado.* (Disponible en: <https://campolimpio.org.mx/aliados-estrategicos/aliados-estrategicos>)

**Candela, Andoni.** 2021. *Águilas de cabeza blanca: cuando el DDT puso en peligro el símbolo de Estados Unidos.* En El Confidencial.

**Carrasco-Letelier, Leónidas.** 2006. *Peligros y riesgos sanitarios de la emisión de dioxinas y furanos policlorados.* Universidad de la República, Montevideo (Uruguay). Obtenido el 13 de agosto de 2007. (Disponible en: <http://www.radio36.com.uy/entrevistas/2006/02/Peligros%20y%20Riesgos%20sanitarios%20de%20Dxns%20y%20Fns%20.pdf>)

**Chiri, A.** 1985. *Proyecto regional de manejo integrado de plagas para Centroamérica y Panamá: Componente de Capacitación.* (Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3870/1/13.pdf>)

**Correa, A.** 2011. *Manual de registro de plaguicidas para Centroamérica.* FAO.

**CropLife Canada.** 2002. *A History of Crop Protection and Pest Control in our Society.* (Disponible en: <http://www.croplife.ca/english/pdf/Analyzing2003/T1History.pdf>)

**De Vera, Beatriz.** 2017. *Encuentran evidencia de que estamos matando a las abejas poco a poco.* En N+1. Obtenido el 5 de julio de 2017. (Disponible en: <https://nmas1.org/news/2017/07/04/pesticida-abejas>)

**Díaz Mérida, Francisco y Lamoth, Leonardo.** 1998. *Características ocupacionales y ambientales de los plaguicidas en Panamá.* Proyecto PLAGSALUD. En Smithsonian Libraries and Archives. (Disponible en: [https://www.si.edu/object/siris\\_sil\\_564438](https://www.si.edu/object/siris_sil_564438))

**Díez Jérez, María Cristina, Palma Cifuentes, Graciela, Altamirano Quijana, Carolina et al.** 2013. *Manual de construcción y operación de lechos biológicos*. Universidad de la Frontera - Instituto de Agroindustria (Chile). Obtenido el 21 de mayo de 2015. (Disponible en: <https://lechosbiologicos.files.wordpress.com/>)

**El País.** 2018. *La EFSA confirma que los neonicotinoides son un riesgo para las abejas*. (Disponible en: [https://elpais.com/elpais/2018/02/28/ciencia/1519817690\\_532532.html](https://elpais.com/elpais/2018/02/28/ciencia/1519817690_532532.html))

**EsSalud.** 2013. *Prevención de riesgos laborales*. Boletín informativo Año I, N.º 3.

**Expansión.** *Crece la población en Panamá en 60.000 personas*. Obtenido el 31 de marzo de 2021. (Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/demografia/poblacion/panama>)

**FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. (Disponible en: <https://www.fao.org/3/y4544s/y4544s00.htm>)

**FAO.** 2007. *La agricultura orgánica puede contribuir a la lucha contra el hambre*. (Disponible en: <https://www.fao.org/Newsroom/es/news/2007/1000726/index.html>)

**FAO.** 2013. Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas. (Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Code\\_Spanish\\_2015\\_Final.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf))

**FAO.** Sin fecha. *Manual sobre el almacenamiento y el control de existencias de plaguicidas*. (Disponible en: <http://www.fao.org/3/v8966s/v8966s.pdf>)

**FAO y PNUMA.** 2013. Convenio de Rotterdam. Plaguicidas. (Disponible en: <http://www.pic.int>)

**FAO y PNUMA.** 2019. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, texto y anexos.

**FAO y PNUMA.** 2019. Novena reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Rotterdam. (Disponible en: <http://www.pic.int/ElConvenio/ConferenciadelasPartes/Reuniones/COP9/Generalidades/tabid/7530/language/es-CO/Default.aspx/>)

**Fernández, L.** 2020. *Empresas líderes en la venta de productos agroquímicos a nivel mundial 2018*. En Statista. (Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/598996/empresas-lideres-en-la-venta-de-productos-agroquimicos-a-nivel-mundial/>)

**Galical.** Sin fecha. *El pH de los suelos*. (Disponible en: <https://galical.es/el-ph-de-los-suelos/#:~:text=Es%20importante%20conocer%20la%20acidez,6%20resultan%20ser%20muy%20alcalinos>)

**García, P.** 1991. *Aspectos generales sobre los plaguicidas y su efecto sobre las personas*. Curso centroamericano a distancia sobre prevención de intoxicaciones por plaguicidas. USAID/G-CAP.

**García, Kistiñe y Hernández, Koldo.** 2021. *Directo a tus hormonas. Guía de alimentos disruptores*. En Ecologistas en acción. (Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/05/informe-plaguicidas-2021.pdf>)

**Hernández, S., Checa, B. y Hernández, G.** 2021. *Monitoring program for pesticide residue analysis in fruits and vegetables in Panama (period 2015-2019)*. LAPRW. 8<sup>th</sup> Latin American Pesticide Residue Workshop, May 18-20.

**Hernández, G. y Salazar, L.** 2019. *Influencia de la dureza del agua en ríos y pozos en la efectividad de plaguicidas, provincia de Los Santos, Panamá*. En Revista Investigaciones Agropecuarias, volumen 1, N.º 2.

**Hiram, Jesús.** 2013. *Vigila SSO 65 fumigadoras para evitar intoxicación por plaguicidas*. En Semanario Evidencias. (Disponible en: <https://www.evidenciasmx.com/2013/05/09/vigila-ss0-65-fumigadoras-para-evitar-intoxicacion-por-plaguicidas/>)

**Instituto Nacional de Ecología.** *Evaluación de la peligrosidad y relaciones dosis-respuesta.* (Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/314/evaluacion.html/>)

**Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República.** 2021. Panamá en cifras: 2005-2009. (Disponible en: [https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID\\_PUBLICACION=351&ID\\_CATEGORIA=17&ID\\_SUBCATEGORIA=45](https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=351&ID_CATEGORIA=17&ID_SUBCATEGORIA=45))

**Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH).** 2003. *Hoja informativa sobre respiradores.* (Disponible en: <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2003-144sp.html>)

**International Agency for Research on Cancer (IARC).** 2020. *Agents Classified by the IARC Monographs.* Vol. 1-127. (Disponible en: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications/>)

**Lovato, Irene.** 2018. *¿Qué pasaría en un mundo sin abejas?* En All you need is biology. (Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2018/05/11/efectos-desaparicion-abejas/>)

**López Tricas.** Sin fecha. *Rachel Carson, DDT y la lucha contra la malaria.* En Info-farmacia.com

**Lugo Medina, E., García Gutiérrez, C. y Ruelas Ayala, R.D.** 2010. *Nanotecnología y nanoencapsulación de plaguicidas.* En Ra Ximhai - Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México.

**Martínez, Ángel.** 2008. *Evolución histórica de los productos fitosanitarios.* En Phytohemeroteca N° 197. (Disponible en: <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/197-marzo-2008/evolucion-historica-de-los-productos-fitosanitarios>)

**MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario).** 1996. *Ley 47 de 9 de julio de 1996 que crea medidas de protección fitosanitaria y se adoptan otras disposiciones.* Gaceta Oficial 23078.

**MIDA.** 2000. Los agroquímicos en Panamá. Comunicado

**MIDA.** 2001. *Manual de procedimientos para el registro de aditivos, fertilizantes, materias técnicas y plaguicidas para uso en la agricultura.* Resuelto N.º ALP 019.ADM-01 de 22 de febrero de 2001, GO 24330).

**MIDA.** 2015. Taller de aplicadores terrestres de plaguicidas.

**MIDA.** 2016. *Enfoque integral de contaminantes químicos y biomonitorio en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.* Resultados preliminares del Proyecto ARCAL RLA 7019 “Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en ecosistemas acuáticos importantes para la agricultura y agroindustria”. IAEA.

**MIDA y FAO.** 2019. *Resuelto y manual, aplicaciones terrestres de plaguicidas.*

**Ministerio de Economía y Finanzas/ANAM.** Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009. (Disponible en: <https://docs.panama.justia.com/federales/decretos-ejecutivos/123-de-2009-aug-24-2009.pdf>)

**MINSA (Ministerio de Salud).** 2004. Decreto Ejecutivo 293 de 23 de agosto de 2004 que dicta normas sanitarias para los sistemas de incineración y coincineración. Gaceta Oficial 25126. (Disponible en: [http://gacetas.procuraduria-admon.gob.pa/25126\\_2004.pdf](http://gacetas.procuraduria-admon.gob.pa/25126_2004.pdf))

**MINSA.** 2021. SISVIG/VIGMOR/Departamento de Epidemiología/Sección de Estadísticas. Información compartida para el MIDA.

**MINSA y PNUMA.** 2008. Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo en la República de Panamá.

**ONU (Organización de las Naciones Unidas).** 2013. Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA/GHS). Quinta edición. Nueva York y Ginebra.

**ONU.** 2015. Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos. New York y Ginebra.

**ONU.** 2019. El fuerte crecimiento poblacional supondrá un reto para lograr un desarrollo sostenible. (Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1453741>)

**OMS** (Organización Mundial de la Salud). 2020. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019.

**OMS.** 2020. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019.

**OPS** (Organización Panamericana de la Salud). 1990. Manual de salud pública.

**OPS.** 2015. *Preguntas y respuestas sobre el uso diazinón, malatión y glifosato*. Obtenido el 12 de abril de 2021. (Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11393:questions-and-answers-on-the-use-diazinon-malathion-and-glyphosate&Itemid=40264&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11393:questions-and-answers-on-the-use-diazinon-malathion-and-glyphosate&Itemid=40264&lang=es))

**Penagos, H.** 1995. *Contact dermatitis among banana plantation workers in Panama*. *Epidemiology*. 6(4): S120.

**Penagos, H., Jimenez, V., Fallas, V., O'Malley, M. y Maibach, H.I.** 1996. Chlorothalonil, a possible cause of erythema dyschromicum perstans. (contact dermatitis).

**Peña, Carlos E., Carter, Dean E. y Ayala-Fierro, Felix.** 2001. *Toxicología ambiental: evaluación de riesgos y restauración ambiental*. Universidad de Arizona.

**Pesticide Action Network (PAN).** 2021. List of Highly Hazardous Pesticides.

**PNUMA** (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2007. *Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional*. Editado por Secretaría General del Gobierno Sueco y del Ministerio Federal Alemán para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear. Ginebra.

**PNUMA.** Protocolo de Montreal. (Disponible en: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development/environment-and-natural-capital/montreal-protocol.html>)

**Ramírez Duarte, W.F., Rondon Barragán, I.S. y Eslava Mocha, P.R. Julio,** 2003. *Efectos del glifosato (GP) con énfasis en organismos acuáticos* (revisión de literatura). Orinoquia, vol. 7, Núm. 1-2. Universidad de Los Llanos. Meta, Colombia. (Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89670211>)

**Requena, Jorge.** 2009. *Application of rapid bioassay of pesticide residues on fruits and vegetables as a complement to conventional chemical analysis techniques*. Books of abstracts LAPRW. Argentina.

**Reuters.** 2020. *La UE no renovará la licencia de uso del tiacloprid*. (Disponible en: <https://www.reuters.com/article/ue-bayer-pesticida-idLTAKBN1ZC1Z0>)

**Rivera, William.** 2017. *Biobeds: Degradación de plaguicidas a bajo costo*. En CropLife Latin America. (Disponible en: [https://www.croplifela.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=315%3Aapudricion-del-cogollo-pc-o-phytophthora-palmivora&catid=28%3Acontenidos-abc-&lang=es](https://www.croplifela.org/index.php?option=com_content&view=article&id=315%3Aapudricion-del-cogollo-pc-o-phytophthora-palmivora&catid=28%3Acontenidos-abc-&lang=es))

**Servir.net.** 2014. Contaminación por Atrazina, Río La Villa, Azuero – Panamá. (Disponible en: <https://www.servir.net/servir-en-accion/analisis-ambientales/553-contaminacion-por-atrazina-rio-la-villa-azuero-panama.html>)

**United States Environmental Protection Agency (USEPA).** 2018. *Chemicals evaluated for carcinogenic*. En Potential annual cancer report 2018.

**Universidad Agrícola.** 2017. *Calidad del agua y efectividad de los herbicidas: la importancia del pH y la dureza*.

**Universidad de Costa Rica.** *Buenas prácticas agrícolas. Los plaguicidas y el ambiente.* (Disponible en <http://www.buenaspracticassagricolas.ucr.ac.cr/>)

**USEPA.** 2018. *Chemicals Evaluated for Carcinogenic. Potencial Annual Cancer Report 2018.*

**Unsworth, John.** 2010. *History of Pesticide Use. North Carolina: International Union of Pure and Applied Chemistry.* (Disponible en: [http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com\\_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31&Itemid=19](http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31&Itemid=19))

**Yagüe Martínez de Tejada, Ángel.** 2008. *Evolución histórica de los productos fitosanitarios.* En *Phytohemeroteca* N° 197. (Disponible en: <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/197-marzo-2008/evolucion-historica-de-los-productos-fitosanitarios>)

**Vogue, P.A., Kerle, E.A., y Jenkins, J.J.** 1994. *OSU Extension Pesticide Properties Database.* National Pesticide Information Center (NPIC).

**Comisión Europea.** 2003. *Informe de revisión del principio activo paraquat.* SANCO/10382/2002-final. Bruselas: Dirección General de Sanidad y Protección al Consumidor.

**Whitworth, J.** 2021. *EFSA presents data on pesticide residues in food.* En *Food Safety News.* (Disponible en: <https://www.foodsafetynews.com/2021/04/efsa-presents-data-on-pesticide-residues-in-food/>)



