

Uso de plaguicidas en la agroindustria Panamá y el mundo

The use of pesticides in agroindustry: Panama and the world

Garcerán, Pauline; Castillo, Mónica

 Pauline Garcerán

pauline.garceran@utp.ac.pa

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

 Mónica Castillo

monica.castillo@utp.ac.pa

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

Prisma Tecnológico

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

ISSN: 2076-8133

ISSN-e: 2312-637X

Periodicidad: Anual

vol. 10, núm. 1, 2019

prisma@utp.ac.pa

Recepción: 23 Julio 2018

Aprobación: 26 Marzo 2019

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/324/32413143241314004/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2169>



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen: Para el control y eliminación de plagas en las producciones agrícolas, como práctica común a nivel mundial, se hace uso de plaguicidas, y la preocupación sobre el impacto de estas sustancias en cuanto a la salud humana aumenta. Si bien es cierto que estos agentes químicos han traído beneficios para el sector agrícola, existen evidencias que relacionan el creciente padecimiento de enfermedades crónicas, como diferentes tipos de cáncer o diabetes, con la exposición directa e indirecta a estos agrotóxicos. Se han tomado medidas internacionales en cuanto a la cantidad de residuos de plaguicidas presentes en los alimentos, además de la introducción de leyes y estándares para el correcto uso de plaguicidas, con el fin de disminuir sus efectos dañinos con relación a la salud humana, por el reporte de incidencia de intoxicaciones agudas en agricultores y usuarios de estas sustancias. Panamá, como productor del sector agro, presenta un alto consumo de estas sustancias, especialmente del ingrediente activo glifosato, últimamente causante de controversia a nivel mundial por evidencias que lo desestiman de su categoría de no peligro agudo, otorgado por la OMS. La repercusión en el ambiente ha sido factor determinante para encontrar soluciones que respeten la utilización de los recursos naturales, sin disminuir la producción y mantener el control de las plagas. Para lograrlo, se introducen alternativas al uso de agroquímicos y métodos de conservación naturales, como la agricultura orgánica y el manejo integrado de plagas.

Palabras clave: pesticida, toxicidad, manejo integrado de plagas, agricultura, riesgo, glifosato, enfermedades crónicas, intoxicación aguda.

Abstract: For the control and elimination of pests in agricultural production, as a common practice worldwide, pesticides are used, and the concern about the impact of these substances in terms of human health increases. While it is true that these chemical agents have brought benefits to the agricultural sector, there is evidence linking the growing suffering of chronic diseases, such as different types of cancer or diabetes, with direct and indirect exposure to these agrototoxics. International measures have been taken regarding the amount of pesticide residues present in food, in addition to the introduction of laws and standards for the correct use of pesticides, in order to reduce their harmful effects in relation to human health, the incidence report of acute intoxications in farmers and users of these substances. Panama, as a producer of the agricultural sector, has a high consumption of these substances, especially the active ingredient glyphosate, which has recently caused

controversy worldwide due to evidences that dismiss it from its category of acute non-danger, granted by the WHO. The impact on the environment has been a determining factor in finding solutions that respect the use of natural resources, without reducing production and maintaining pest control. To achieve this, alternatives are introduced to the use of agrochemicals and natural conservation methods, such as organic agriculture and integrated pest management.

Keywords: pesticide, toxicity, integrated pest control, agriculture, risk, glyphosate, chronic diseases, acute intoxication.

1. INTRODUCCIÓN

Dosis sola facit venenum”, Paracelso (siglo XV), padre de la toxicología, refiriéndose a que “nada es veneno, todo es veneno, la diferencia está en la dosis.” ¿Podríamos haber aceptado este adagio sin realmente comprender lo que implica? Surgen conceptos como la bioacumulación, entendiéndose como “el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las presentes en el ambiente o en los alimentos” [1]. Dicho esto, y mediante estudios científicos comprobados [2], algunos de ellos presentados en este trabajo, se ha podido establecer una relación entre el uso de sustancias químicas, en el caso específico de los plaguicidas en la agricultura, y sus efectos dañinos a la salud humana, ya sea por exposiciones a altas concentraciones en un periodo corto de tiempo o, por el contrario, la exposición a bajas concentraciones por largos periodos. Quizás sea hora de empezar a pensar que veneno, a cualquier dosis, sigue siendo veneno.

El objetivo de nuestro estudio es examinar el vínculo entre el uso de plaguicidas, ya sea por exposición directa o indirecta, y las enfermedades crónicas que comprometen la integridad de la salud humana, animal y ambiental, mediante el análisis de estudios clínicos realizados alrededor del mundo y las alternativas del uso de estas sustancias que representarían un cambio positivo a la agricultura actual.

2. ANTECEDENTES: LA EVOLUCIÓN A LA AGRICULTURA MODERNA

La historia del uso de los plaguicidas, en la agricultura, como protección de los cultivos data del año 2500 AC. Se utilizó azufre por primera vez, en Sumeria, alrededor de 4500 años atrás. Para el siglo XV, metales pesados como arsénico, mercurio y plomo eran utilizados en el control de plagas. En el inicio del siglo XIX, se utilizaba, principalmente, aceites esenciales, jabones y emulsiones de queroseno. En el año 1874, el químico alemán Otto Zidler, sintetiza por primera vez el diclorodifenil tricloroetano, comúnmente conocido como DDT, pero no es hasta 1939 que se conocen sus propiedades pesticidas, es en este momento que se forma un hito histórico para la agricultura: la Revolución Verde. El DDT detuvo la epidemia de muertes por malaria, debido a su efecto insecticida contra el mosquito vector de la enfermedad. Para el final de la Segunda Guerra Mundial, donde el mundo luchaba contra las pérdidas económicas y el hambre, el uso de DDT fue internacionalmente adoptado [3]. La producción de comida a nivel mundial enfrentaría pérdidas significativas [4], como se muestra en la tabla 1, sin el uso de plaguicidas. Actualmente, estas sustancias son tema de interés social y científico, en cuanto a los residuos presentes en los alimentos y en el ambiente, y la importancia del uso apropiado y medido de los mismos.

TABLA 1.
Porcentaje de pérdidas en la producción agrícola de diferentes rubros, a nivel mundial, por no usar plaguicidas.

Producto	% de pérdida
Aguacate	43
Banano	33
Repollo	37
Zanahoria	44
Coliflor	49
Grano	25
Lechuga	62
Mango	30
Naranja	26
Piña	70
Camote	95
Tomate	30

Fuente: Traducido de [4]

3. PANAMÁ COMO PRODUCTOR AGRÍCOLA

La producción agrícola panameña tiene como principales rubros los granos básicos (arroz, maíz, frijoles y porotos). Le sigue en importancia la producción de frutas tropicales, raíces y tubérculos y hortalizas. [5].

Del total de la producción obtenida para el cierre de de año agrícola 2016-2017 (8 889 587 quintales), en el grupo de cultivos básicos, el mayor porcentaje lo constituye el rubro arroz con el 76%; el maíz con 22% y los demás (poroto, frijol guandú#) el 2% de dicha producción. [6]

Chiriquí es la provincia donde se dio la mayor producción de rubros como arroz (28%), poroto (88,5%) y frijoles (96%), para el año 2017, según el MIDA. Los Santos, es el mayor productor de maíz (81%); Bocas del Toro produce el 100% del banano a nivel nacional [6].

Actualmente, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la actividad agropecuaria creció 2.5% con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) al cierre del año 2017, sobresaliendo las cosechas de granos como el maíz (11.2%) y el arroz (9.5%) [7].

4. CONSUMO NACIONAL DE PLAGUICIDAS

Los plaguicidas, naturales o sintéticos, son sustancias o mezcla de sustancias cuyo objetivo es el de prevenir, destruir, repeler o apaciguar el daño de cualquier peste [8].

Actualmente, se utilizan tres categorías para los plaguicidas: según modo de entrada, función del pesticida y del organismo que eliminan, su composición química. Las plagas pueden ser insectos, patógenos de plantas, maleza, moluscos, aves, mamíferos, peces, nematodos y microbios que compiten con los humanos por comida, destrucción de propiedad, propagación de enfermedades o por ser considerados una molestia [9].

Los productos plaguicidas están compuestos por un ingrediente activo, aquel que mata, repele o controla la plaga y por otros ingredientes, conocidos como ingredientes inertes, cuya función es la de atraer la plaga, aumentar vida útil del producto o esparcir el producto de manera más uniforme sobre la superficie. Las

técnicas actuales para minimizar el uso de plaguicidas, como la exclusión o saneamiento, no son suficientes y se hace necesaria la continua utilización e importación de estas sustancias.

El Sector Agropecuario de Panamá, en particular, emplea una cantidad elevada de plaguicidas y moderada de fertilizantes, según el INEC entre los años 2015-2017 se importaron en promedio 23.9 millones de kilogramos de pesticidas de uso agrícola. En las figuras 1 y 2, se presentan las cantidades importadas de plaguicidas de uso agrícola en Panamá de los últimos años y la distribución de su utilización por provincia por año, respectivamente.

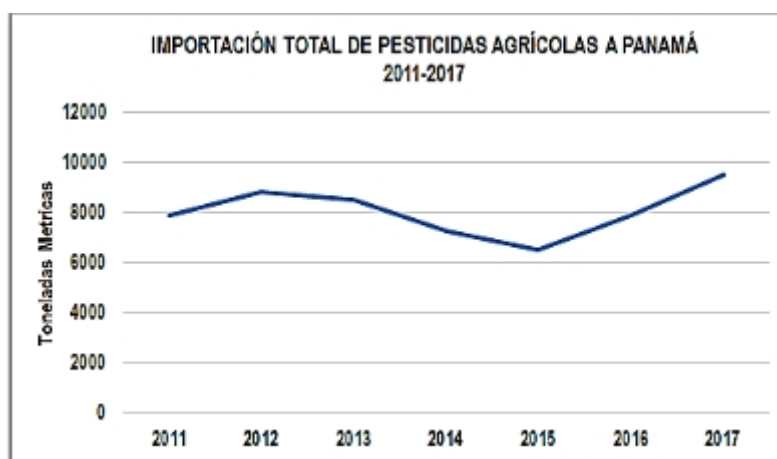


FIGURA 1.

Importación total de plaguicidas agrícolas en Panamá, años 2011-2017

Fuente: Contraloría General de la República de Panamá. INEC. [¿?]

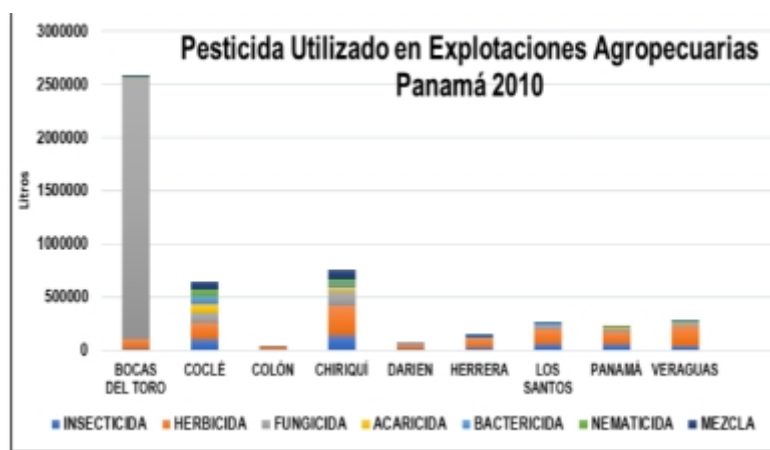


FIGURA 2

Tipos de plaguicidas utilizados por provincia de Panamá en el año 2010

Fuente: Adaptado de datos de Contraloría de la República de Panamá. INEC. 2010.

Chiriquí, al ser el mayor productor de los rubros de mayor importancia en el país, utiliza la mayor cantidad de herbicida importada, seguido de Veraguas, Coclé y Los Santos, respectivamente. Bocas del Toro, utiliza la mayor cantidad de fungicida, debido a que es el único productor de banano, y este es comúnmente afectado por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la enfermedad Singatoka negra [10].

5. ENFERMEDADES E INTOXICACIONES RELACIONADAS AL USO DE PLAGUICIDAS

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente se registran entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas, con varios miles de casos fatales. El 99% de estos hechos ocurren en países en desarrollo, entre los cuales los países de América Latina representan el 75% de los casos [11].

La principal fuente de exposición de los plaguicidas en la población, son los alimentos, lo que ha llevado a establecer regulaciones de la Ingesta Diaria Admisible, definida como la cantidad que puede ser ingerida diariamente, incluso durante toda la vida, sin riesgo apreciable para el consumidor.

En el 2015, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA), realizó un estudio con el fin de asegurar el cumplimiento de los niveles máximos de residuos (LMR) de plaguicidas en frutas y vegetales de consumo nacional, a través de un Programa de Monitoreo, en el cual, se analizaron 141 muestras de 37 frutas y verduras diferentes [12]. Los pesticidas más comúnmente detectados fueron el propiconazol y el malatión, respectivamente, este último comúnmente utilizado en las plantaciones de banano y plátano [13]. Los resultados del programa son presentados en la Figura 3.

El 36% de frutas y vegetales se encontraban libres de residuos, un 49% contenían residuos de pesticidas por debajo de los LMR y 15% restante contenían residuos por pesticidas por encima de los MRL.

En la mayoría de los casos, los valores superiores al LMR se relacionaron con los productos importados, mientras que los productos producidos en Panamá fueron menos frecuentes.

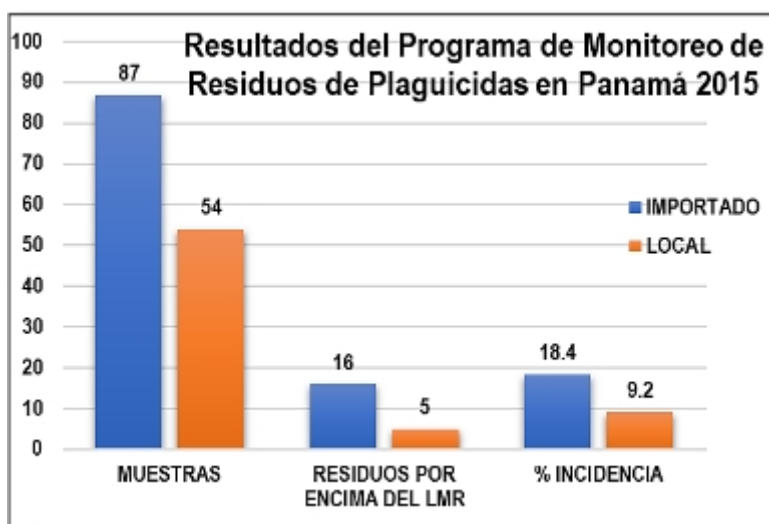


FIGURA 3

Resultados del programa de monitoreo de residuos de plaguicidas en Panamá, 2015.

Fuente: MIDA. (2015). Pesticide Residue Monitoring Program in Panama

5.1 Intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP's)

Se producen por exposiciones en grandes cantidades del agente químico, por un periodo corto de tiempo. Los síntomas, según el grupo químico al que pertenecen, se presentan en las primeras 24 a 48 horas.

Según datos del Departamento de Epidemiología del MINSA, la incidencia de IAP's se da en la población masculina, debido a su dedicación a las actividades agrícolas, como se observa en la Figura 4.

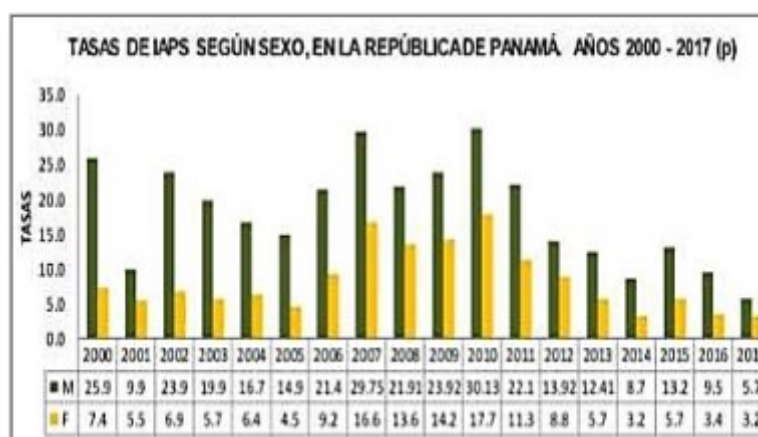


FIGURA 4.

Tasas de Intoxicaciones Agudas por plaguicidas en Panamá, años 2000-2017.

Fuente: Departamento de Epidemiología. SSVG.

5.2 Enfermedades crónicas y evidencias clínicas que las relacionan a la exposición a plaguicidas

Las enfermedades crónicas están caracterizadas por ser de lento desarrollo en largos periodos de tiempo. Actualmente, según la OMS, es la principal causa de muerte a nivel mundial, representando el 60% de todas las muertes [16].

En la figura 5 se observa el comportamiento de las enfermedades crónicas en los últimos años en Panamá, según datos del INEC.

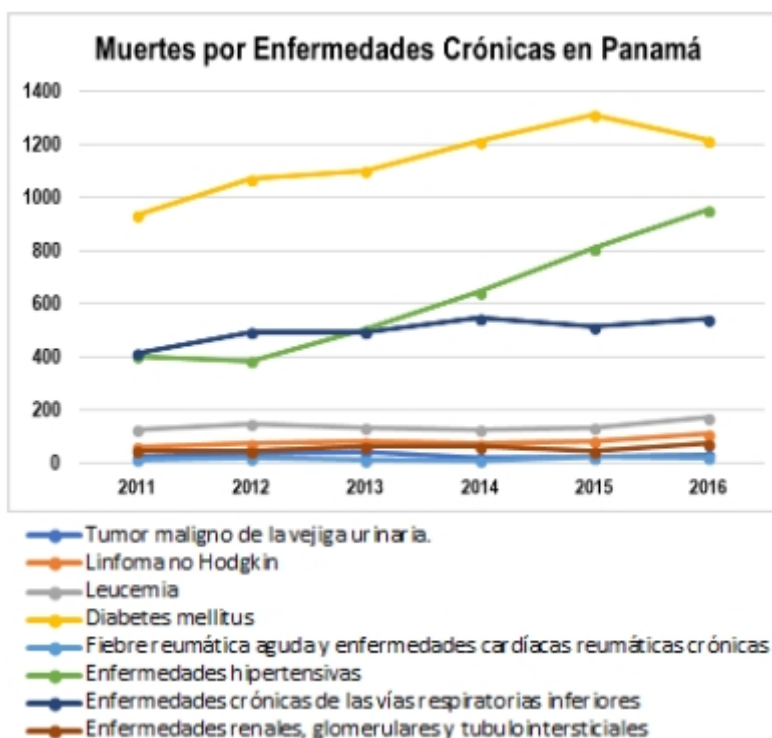


FIGURA 5

Defunciones por enfermedades crónicas en Panamá.

Fuente: Contraloría General de la República de Panamá. INEC.

En Panamá, según datos del MINSA, Departamento de Epidemiología, las mayores causas de muerte por enfermedades crónicas son los cánceres de mama y próstata, diabetes y enfermedades del sistema respiratorio.

La preocupación en cuanto a la relación que existe entre las enfermedades crónicas y la exposición a plaguicidas ha instigado la búsqueda de evidencias que los vinculen.

Un fragmento de una recopilación de estudios clínicos y ecológicos, realizada por el Departamento de Toxicología y Farmacología de la Universidad de Ciencias Médicas de Teherán, Irán [2], es presentado en la Tabla 2, tomándose como puntos de referencias las enfermedades que son causa de mayor cantidad de fatalidades a nivel nacional.

5.3 Glifosato: el herbicida “seguro”

El ingrediente activo glifosato es el herbicida mayormente utilizado a nivel mundial [17], debido a su baja toxicidad para la salud humana y el ambiente. Sin embargo, en la última década ha sido motivo de polémica alrededor del mundo por haberse presentado estudios en cuanto a sus efectos adversos. De hecho, en el 2015, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), clasificó al glifosato en el Grupo 2A, como un “probable carcinogénico humano” [18].

TABLA 2
Recopilación de casos clínicos para diferentes enfermedades crónicas de mayor incidencia en Panamá.

Enfermedad	Tipo	Caso control	Cohorte
Cáncer	Cáncer de seno	Band et al. (2000); Brophy et al. (2002); Duell et al. (2000); Mills and Yang (2005); Teitelbaum et al. (2007).	Dolapsakis et al. (2001)
	Cáncer de próstata	Cerhan et al. (1998) Dosemeci et al. (1994) Forastiere et al. (1993) Meyer et al. (2007) Mills and Yang (2003) Settimi et al. (2003)	Alavanja et al. (2003) Chamie et al. (2008) Dich and Wiklund (1998) Fleming et al. (1999) Kross et al. (1996) MacLennan et al. (2002)
Diabetes	Tipo I, II y gestacional	Lee et al. (2010)	Montgomery et al. (2008) Saldana et al. (2007)
Enfermedades crónicas respiratorias	Asma	Salam et al. (2004)	Beard et al. (2003) Hoppin et al. (2002) Hoppin et al. (2008) Slager et al. (2009)
	Obstrucción pulmonar crónica	Arifkhanova et al. (2007) Ubaidullaeva (2006)	Chakraborty et al. (2009) Hoppin et al. (2007) LeVan et al. (2006) Valcin et al. (2007)

Fuente: Adaptado de [5].

Uno de los estudios más relevantes fue hecho por Andrés Carrasco y su equipo de investigación en Buenos Aires, Argentina, quien pudo concluir la relación de este agente químico con las malformaciones durante el desarrollo embrionario de *Xenopus laevis* [19].

Existen bacterias capaces de degradar el glifosato, usándolo como fuente de carbono, fósforo y nitrógeno. Un metabolito de esta degradación es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), luego del AMPA se convierte a metilamina y de aquí a formaldehído, carcinógeno conocido [20].

Para un estudio realizado por la Dra. Stephanie Seneff, investigadora científica de MIT, algunos de los efectos tóxicos del glifosato son: su interferencia con la función de enzimas P450 (CYP) del

citocromo; interfiere con la síntesis de aminoácidos aromáticos y metionina (lo que provoca un corto en neurotransmisores), e interrumpe la síntesis de sulfatos y su transporte [21].

El vínculo entre la creciente incidencia de enfermedades crónicas y el uso de plaguicidas, como glifosato, es difícil de comprobar ya que este ingrediente activo actúa a nivel celular, a través de la disrupción de proteínas [22].

El uso de este ingrediente activo está aprobado para la agricultura en Panamá, lo mismo que para la Unión Europea, que lo ha admitido hasta el 2022 [23], [24].

5. AGRICULTURA ORGÁNICA

Ante la creciente demanda en la producción de alimentos, el aumento en el uso de plaguicidas es notable. Sin embargo, como se ha expuesto en este trabajo, se han presentado efectos adversos que han comprometido la salud humana y ambiental, a lo largo del tiempo. La industria alimentaria se ha dado a la tarea de encontrar soluciones a estas intoxicaciones y enfermedades crónicas relacionadas a estos agroquímicos.

Surge como una alternativa al uso de plaguicidas, la agricultura orgánica, entendiéndose como “el sistema de producción que trata de utilizar los recursos naturales de manera responsable, haciendo énfasis en la fertilidad del suelo y su actividad biológica, con la intención de minimizar el consumo de sustancias químicas y proteger la salud de todos” [25].

La comida orgánica, contienen sólo un tercio de pesticidas que los alimentos de agricultura convencional [26].

Como herramienta para conseguir la disminución en el uso de estos químicos, logrando productos de menor riesgo en cuanto a la acumulación de residuos en los alimentos, se ha creado una tendencia mundial que busca soluciones integrales para lograr un balance armonioso agro-ecológico, conocido como el Manejo Integrado de Plagas.

5.1 Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un método efectivo y consciente con el ambiente que se centra en la combinación de prácticas de sentido común y principios científicos. El concepto principal se basa en la prevención y/o supresión de efectos dañinos de ciertos organismos, conseguido por el uso de alternativas a los pesticidas sintéticos, mediante acciones que aseguren consecuencias favorables en el ámbito económico, ecológico y sociológico [27].

Más que un programa específico o metódico, es estrategia y la aplicación de MIP no significa la eliminación completa de pesticidas, sino su uso correcto, controlado y minimizado en situaciones individuales, para proteger la salud humana y ambiental.

Todo el proceso se puede dividir en componentes como educación (sobre las plagas, Buenas Prácticas Agrícolas), monitoreo (para estimar el riesgo de daño de las cosechas para optimizar el uso de las medidas de control) y la toma de decisiones, en cuanto a controles biológicos, físicos u otros métodos, teniendo como última opción el uso de químicos. En la Figura 6 se presenta los principios del MIP en una pirámide, análoga a la de los grupos básicos de alimentos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La toxicidad por el uso inapropiado de plaguicidas es un tema de suma importancia que afecta no sólo a los usuarios de estos químicos, sino también los ecosistemas en general. Las intoxicaciones y las muertes provocadas por estas sustancias se deben, principalmente, a la falta de protección y conocimiento por parte del manipulador. Capacitarlos en cuanto a los alimentos que cosechan, las plagas comunes que pueden afectarlos, y maneras naturales que disminuyan sus efectos



FIGURA 6.
Pirámide MIP.

Fuente: traducido de IMBA 2013 [28]

dañinos para mantener al mínimo posible la utilización de estos agroquímicos es una responsabilidad del Estado.

Las reglamentaciones en cuanto a los residuos de plaguicidas en alimentos, ya sean producidos localmente o de importación, deberán ser más exigentes, ya que se presenta una alta incidencia de estos casos (18,2% y 9,2%, respectivamente).

“Se debe utilizar el control biológico y disminuir totalmente el uso de agroquímicos que afectan la salud humana”, indicó Aníbal Fossatti, Director del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CITT), de la Universidad Tecnológica de Panamá, Aguadulce, Coclé.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), junto con la ayuda de la implementación del MIP, representarían un cambio positivo significativo para la agricultura panameña. Para lograrlo, se está desarrollando la aprobación de la Ley 11, que pretende dar solución en materia de BPA y trazabilidad, entendiendo que dentro de las mismas, se encuentra la inocuidad química.

Si bien no se pretende eliminar por completo el uso de plaguicidas debido a las pérdidas de producción que podrían representar, educar tanto al manipulador de agroquímicos como al consumidor en cuanto a sus efectos para disminuir la incidencia de intoxicaciones y enfermedades, es el primer paso.

AGRADECIMIENTO

Las autoras agradecen al Ingeniero Darío Solís por su ayuda en la orientación y realización del presente trabajo.

Al Licenciado en Recurso Naturales Gabriel Hernández, del Departamento de Agroquímicos, por su colaboración en el estudio del Programa de Monitoreo de Residuo de Plaguicidas.

Al Ingeniero Aníbal Fossatti, Director del CITT de la Universidad Tecnológica de Panamá, por sus contribuciones referentes al uso de plaguicidas en el país.

REFERENCIAS

- [1] Crettaz, M., Sedan, D., Giannuzzi, L. (2017). Bioacumulacion y biomagnificacion de cianotoxinas en organismos acuaticos de agua dulce. *Cianobacterias, Como determinantes ambientales de la salud*. (pp. 171-182). Argentina: Ministerio de salud.
- [2] Mostafalou, S. y Abdolohi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 268 (2013), 157–177.
- [3] Dunlap 1981
- [4] Shibamoto, T., Bjeldanes, L. (2009), *Introduction to Food Toxicology*, U.S: ELSEVIER.
- [5] Ministerio de desarrollo Agropecuario. (2014). Aportes para el desarrollo del sector agropecuario y rural de Panamá. Direcciones nacionales de: agricultura, ganadería y desarrollo rural.
- [6] Ministerios de desarrollo Agropecuario. (2017). Informe del cierre agrícola Año (2016-2017). Dirección de Agricultura
- [7] Ministerio de Economía y Finanzas (2017). Informe Económico y Social. Panamá 2018. Ministro, Viceministro de economía y Viceministra de finanzas
- [8] State Key Laboratory of Organic Geochemistry, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China.
- [9] Yadav, I., Linthoingambi, N. (2017). *Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment: Vol. 6: Toxicology*, Chapter: 7, Publisher: Studium Press LLC, USA, pp.140-158.
- [10] Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L. y Ceballos, G. (2013). La Sigatoka negra en plátano y banano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- [11] Yadav, I., Linthoingambi, N. (2017). *Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment: Vol. 6: Toxicology*, Chapter: 7, Publisher: Studium Press LLC, USA, pp.140-158.
- [12] Checa, B., Hernández, G., Coronado, E., Fuentes, J. y Aparicio, L. (2015). Pesticide Residue Monitoring Program in Panama. Pesticide Residues in Fruits and Vegetables and Good Agriculture Practice and Trazability Department - Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
- [13] Cruz, E., Bravo, v. y Ramírez F. *Manual de Plaguicidas de Centroamérica*. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Costa Rica. Universidad Nacional Heredia
- [14] RAY DE. Pesticide neurotoxicity in Europe: real risks and perceived risks. *Neurotoxicology* 2000; 21(1-2): 219-221
- [15] Fuentes, A. (2012). Asistencia técnica para la elaboración de un plan de manejo de plaguicidas a ser aplicado para las inversiones ambientales financiadas por el proyecto cbmap ii. Autoridad nacional del ambiente (ANAM).
- [16] Organización Mundial de la Salud. (2014). Noncommunicable diseases. Recuperado el 25 de julio del 2018 de http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/en/
- [17] D. Garthwaite, I. Barker, R. Laybourn, A. Huntly, G. P. Parrish, S. Hudson & H. Thygesen. (2014). Pesticide usage survey report 263. United Kindom.
- [18] García, S. (2015). El Glifosato y el cáncer. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- [19] Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AE.(2010). Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology* 2010 23 (10), 1586-1595. DOI: 10.1021/tx1001749
- [20] Cox, 1991 y 1995; Dinham, 1999
- [21] Seneff, S. (2018). Glyphosate: The safe herbicide that is meking us all sick. Institute of Sustainable Nutrition
- [22] Ministerio de Desarrollo. (2018). Agropecuario. Ingredientes activos de plaguicidas químicos formulados de origen sintético, registrados en Panamá.
- [23] European Commission. (2016). EU Pesticides Database.

- [24] Junco, D. (2017). Historia de los pesticidas utilizados en la agricultura.
- [25] Baker et al, 2002
- [26] Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2018). Laboratorio de Control y Aseguramiento de la Calidad de Plaguicidas. Recuperado el 5 de julio del 2018 de https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/direccion-de-sanidad-vegetal/laboratorio-de-control-y-aseguramiento-de-la-calidad-de-plaguicidas.html
- [27] Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores. Recuperado el 5 de julio del 2018 de https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf