

Artículo original

## Caracterización de la exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas de fincas plataneras en Barú, Chiriquí

Characterization of pesticide exposure in agricultural workers of banana plantations in Barú, Chiriquí

Lisbeth Samudio<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0009-0003-7237-7958>

Jhoselin Melisa Espinosa Pérez<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0009-0002-2058-1263>

Keytly Nicole Moreno Henríquez<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0009-0006-4306-2668>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiriquí, Instituto de Investigación y Servicios Clínicos. Chiriquí, Panamá.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Medicina. Chiriquí, Panama.

\*Autor para la correspondencia: [lisbeth.samudio@unachi.ac.pa](mailto:lisbeth.samudio@unachi.ac.pa)

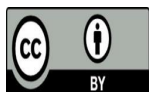
### RESUMEN

**Introducción:** En Panamá, la información sobre las condiciones de exposición ocupacional de los trabajadores agrícolas a plaguicidas y sobre las medidas de protección utilizadas sigue siendo limitada y desactualizada.

**Objetivos:** Caracterizar la exposición a plaguicidas en trabajadores de fincas plataneras del corregimiento de Baco, distrito de Barú, Chiriquí, durante el año 2024.

**Métodos:** Estudio descriptivo, transversal con una muestra no probabilística de 48 agricultores. Los datos se recopilaron a través de un cuestionario estructurado sobre variables demográficas, frecuencia y tipo de plaguicidas, tiempo de exposición, uso de equipo de protección personal, prácticas de seguridad y disposición de residuos. El análisis se realizó con estadística descriptiva en *Microsoft Excel*.

**Resultados:** Los participantes del estudio fueron hombres, con edad media de 51,2 años. El 66,7 % estuvo expuesto entre tres y cuatro por jornada, y más de la mitad aplicó plaguicidas varias veces por semana. Un 39,6 % reportó entre 21 a 30 años de trabajo con estos productos. Los más utilizados son: *Glifosato*, *Gramoxone*, *Counter* y *Vydate*, algunos restringidos en Panamá. Aunque el 89,6 % afirmó usar equipos de protección personal, guantes, lentes y overoles fueron poco utilizados. Solo un tercio había recibido capacitación previa. El



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

manejo de envases vacíos incluyó quema, entierro o reutilización, acciones que contravienen la normativa vigente.

**Conclusiones:** La exposición ocupacional a plaguicidas en la población estudiada es alta y poco regulada. Se requieren programas de formación técnica, acceso a equipo de protección personal completo y vigilancia del cumplimiento normativo, con miras a reducir los riesgos para la salud y el ambiente.

**Palabras clave:** plaguicidas; exposición ocupacional; agricultura; bioseguridad; salud laboral; enfermedades de los trabajadores agrícolas; equipo de protección personal

## **ABSTRACT**

**Introduction:** In Panama, information regarding the occupational exposure of agricultural workers to pesticides and the protective measures they use remains limited and outdated.

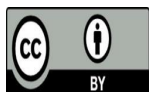
**Objectives:** To characterize pesticide exposure among workers on banana farms in the corregimiento of Baco, district of Barú, Chiriquí, during 2024.

**Methods:** Descriptive, cross-sectional study with a non-probabilistic sample of 48 farmers. Data were collected through a structured questionnaire on demographic variables, frequency and type of pesticides, exposure time, use of personal protective equipment, safety practices, and waste disposal. Analysis was performed using descriptive statistics in Microsoft Excel.

**Results:** Study participants were male, with a mean age of 51.2 years. About 66.7% were exposed three or four times per workday, and more than half applied pesticides several times per week. A total of 39.6% reported 21–30 years of work with these products. The most commonly used pesticides were glyphosate, Gramoxone, Counter, and Vydate, some of which are restricted in Panama. Although 89.6% reported using PPE, gloves, goggles, and overalls were infrequently used. Only one-third had received prior training. Handling of empty containers included burning, burying, or reusing, actions that contravene current regulations.

**Conclusions:** Occupational exposure to pesticides in the studied population is high and poorly regulated. Technical training programs, access to complete personal protective equipment, and monitoring of regulatory compliance are needed to reduce risks to health and the environment.

**Keywords:** pesticides; occupational exposure; agriculture; biosafety; occupational health; agricultural workers' diseases; personal protective equipment



**Recibido:** 28 de septiembre de 2025

**Aceptado:** 4 de diciembre de 2025

**Publicado:** 4 de diciembre de 2025

**Editor a cargo:** MSc. Jesús Salvador Hernández Romero

## Introducción

En Panamá, la producción de plátano representa una actividad agrícola de gran relevancia, especialmente en la provincia de Chiriquí, una de las principales zonas productoras de la región.<sup>(1)</sup> Esta actividad depende en gran medida del uso de plaguicidas, una situación que no es exclusiva del país. La Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que actualmente se emplean más de mil plaguicidas en todo el mundo con el fin de proteger los alimentos de daños o destrucción causados por plagas.<sup>(2)</sup>

Debido al crecimiento de la población mundial, se proyecta un aumento significativo en la demanda de alimentos<sup>(3)</sup> En consecuencia, gran parte de este incremento deberá cubrirse mediante mejoras en el rendimiento de los cultivos y una mayor intensidad en su producción. Este escenario conlleva el uso intensivo de plaguicidas, lo que incrementa la preocupación sobre sus efectos en la salud humana y en el medio ambiente.<sup>(2)</sup>

Diversos estudios han documentado asociaciones entre la exposición a plaguicidas y condiciones patológicas tales como, trastornos neurológicos y psiquiátricos,<sup>(4,5,6,7)</sup> diabetes tipo 2,<sup>(8,9,10)</sup> leucemia,<sup>(11,12,13)</sup> daño hepático,<sup>(14,15)</sup> daño renal,<sup>(16,17,18)</sup> reacciones alérgicas,<sup>(19,20)</sup> afectaciones respiratorias,<sup>(21,22,23)</sup> cáncer,<sup>(24,25,26)</sup> e infertilidad,<sup>(27)</sup> lo que evidencia su impacto multisistémico y la importancia de fortalecer la vigilancia en salud ocupacional y pública.

Las personas con mayor riesgo de padecer estas afecciones son aquellas que entran en contacto directo con estos compuestos en contextos laborales, domésticos o recreativos. Destacan los trabajadores agrícolas que los aplican, así como quienes permanecen cerca durante o poco después de su dispersión.<sup>(2)</sup> El uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), el manejo seguro de los productos durante su almacenamiento, aplicación y limpieza de equipos, así como la disposición correcta de los envases y productos de desecho, son prácticas fundamentales para mitigar su impacto.<sup>(28)</sup>

Diversas investigaciones han señalado la necesidad urgente de aumentar el uso de EPP entre los agricultores y de implementar programas de capacitación continua que promuevan el conocimiento sobre los riesgos asociados al manejo de plaguicidas, con el fin de corregir prácticas inseguras en el entorno laboral.<sup>(29,30)</sup> Aunque



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

se ha demostrado que el uso de EPP reduce la exposición, su adopción sigue siendo baja en muchos contextos agrícolas, lo que resalta la necesidad de comprender las barreras que lo dificultan y diseñar estrategias de capacitación más eficaces.<sup>(31)</sup>

En el corregimiento de Baco, la producción de plátano constituye una de las principales fuentes de ingreso para sus habitantes, muchos de los agricultores son exempleados o descendientes de trabajadores, de la Chiriquí *Land Company*, empresa bananera que cesó sus operaciones en la región en el 2003.<sup>(32)</sup> Sin embargo, la información disponible sobre las prácticas agrícolas actuales, el nivel de exposición y los tipos de plaguicidas utilizados es limitada, al igual que sobre el uso de EPP para garantizar la bioseguridad y reducir los riesgos para la salud.

En este contexto resulta necesario caracterizar la exposición a plaguicidas en esta población, con el propósito de generar evidencia que oriente intervenciones en salud ocupacional y prevención de enfermedades.

El presente trabajo tuvo como objetivo la caracterización de la exposición a plaguicidas en trabajadores de fincas plataneras del corregimiento de Baco, distrito de Barú, Chiriquí, durante el año 2024.

## Métodos

Este estudio descriptivo y transversal se desarrolló en el corregimiento de Baco, distrito de Barú, provincia de Chiriquí. La muestra estuvo conformada por 48 agricultores dedicados a la producción de plátano en fincas propias o en fincas de terceros, quienes estuvieron expuestos a plaguicidas en distintas etapas del proceso productivo. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico y su inclusión fue voluntaria previa firma de consentimiento informado.

Este estudio forma parte de una investigación más amplia sobre alteraciones hematológicas asociadas a la exposición a plaguicidas en esta población. Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario estructurado validado por expertos que abordó aspectos como actividades agrícolas desempeñadas, tiempo de exposición y frecuencia de uso de plaguicidas, uso de EPP y manejo de envases de desecho, así como variables demográficas básicas como edad, sexo y domicilio.

Los datos recopilados fueron organizados y tabulados en *Microsoft Excel*, versión 21, realizándose posteriormente análisis descriptivos, incluyendo frecuencias, medias y porcentajes.

Para caracterizar la exposición de los trabajadores en términos de temporalidad, se analizaron los años de actividad agrícola, el tiempo diario y la frecuencia semanal de las labores realizadas.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Bioética de la Investigación del Hospital “Luis Chicho Fábrega” (registro 3574, número de seguimiento 05117). Se garantiza que se cumplieron los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, con sus sucesivas revisiones. Los datos de los pacientes fueron obtenidos únicamente tras la firma del consentimiento informado cuando correspondió.

## Resultados

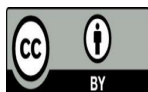
Los 48 participantes del estudio fueron hombres, con una edad media de  $51,23 \pm 15,24$  años. El 39,58 % residen en la comunidad de Baco, el 6,25 % en Corotú y el 45,83 % en Majagual, mientras que el 8,33 % restante provenía de otras comunidades del mismo corregimiento. La mayoría de los agricultores son unidos o casados (56,25 %).

Las actividades agrícolas más comunes reportadas por los trabajadores fueron sembrar, fumigar, embolsar y cosechar. La mayoría manifestó realizar las cuatro actividades, mientras que un grupo menor reportó realizar entre una y tres, solo un caso no respondió la pregunta.

La mayor proporción de los trabajadores acumulaba entre 21 y 30 años de actividad, mientras que el resto se distribuyó en rangos menores o mayores. La media de exposición fue de  $23,42 \pm 11,72$  años, con una mediana cerca de los 25. En cuanto al tiempo diario de exposición, aproximadamente dos tercios de los encuestados reportó estar en contacto con plaguicidas entre tres y cuatro horas, mientras que del tercio restante la mayoría superaba ese tiempo, con una media de  $3,79 \pm 1,66$  horas diarias. Se observó que la mitad de los trabajadores utilizaba plaguicidas más de una vez por semana, mientras que el resto lo hacía con menor frecuencia (tabla 1).

Tabla 1. Características de exposición de los trabajadores agrícolas

| Variable                        | Categoría / Rango | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|
| Número de actividades agrícolas | 1 actividad       | 5          | 10,43      |
|                                 | 2 actividades     | 10         | 20,84      |
|                                 | 3 actividades     | 13         | 27,09      |
|                                 | 4 actividades     | 19         | 39,58      |
|                                 | No contestó       | 1          | 2,06       |
| Total                           |                   | 48         | 100        |
| Rango de años de                | 01–10             | 11         | 22,92      |



|                                  |                            |    |       |
|----------------------------------|----------------------------|----|-------|
| exposición                       | 11–20                      | 6  | 12,50 |
|                                  | 21–30                      | 19 | 39,58 |
|                                  | 31–40                      | 9  | 18,75 |
|                                  | 41–50                      | 3  | 6,25  |
| Total                            |                            | 48 | 100   |
| Media                            |                            |    | 23,42 |
| Mediana                          |                            |    | 24,79 |
| Desviación estándar              |                            |    | 11,72 |
| Frecuencia semanal de exposición | Más de una vez a la semana | 26 | 54,17 |
|                                  | No                         | 22 | 45,83 |
| Total                            |                            | 48 | 100   |

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de participantes (n = 48).

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 2, aproximadamente un tercio de los trabajadores indicó emplear un solo tipo de plaguicida, en tanto que un grupo reducido refirió el uso de hasta cinco tipos distintos. El resto se distribuyó entre quienes utilizaron entre dos y cuatro tipos, mientras que un trabajador no respondió. La mayoría de los trabajadores empleaba una amplia variedad de plaguicidas de distintos grupos químicos, con predominio de insecticidas organofosforados y carbamatos, herbicidas sistémicos y de contacto, y fungicidas. Entre los más utilizados figuran *Gramoxone* (*paraquat*, herbicida bupiridilo), Glifosato (herbicida organofosforado), *Dursban* (clorpirifos, insectida organofosforado) y Atrazina (herbicida triazínico). También se reportó el uso de plaguicidas de mayor toxicidad, como *Counter* (clorpirifos, insectida-nematicida) y *Vydate* (carbamato, insectida-nematicida), así como Cipermetrina, Clorotalonil, 2,4-D, entre otros.

Tabla 2. Tipos de agroquímicos utilizados por los trabajadores agrícolas y frecuencia de uso

| Variable                                    | Categoría / Tipo | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---------------------------------------------|------------------|------------|----------------|
| Cantidad de tipos de plaguicidas utilizados | 1 tipo           | 16         | 33,33          |
|                                             | 2 tipos          | 7          | 14,58          |
|                                             | 3 tipos          | 8          | 16,67          |
|                                             | 4 tipos          | 7          | 14,58          |
|                                             | 5 tipos          | 10         | 20,84          |



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

|                                    |                                                                                                                               |    |       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| Total                              |                                                                                                                               | 48 | 100   |
| Principales agroquímicos empleados | <i>Gramoxone</i>                                                                                                              | 33 | 68,75 |
|                                    | Glifosato                                                                                                                     | 27 | 56,25 |
|                                    | <i>Counter</i>                                                                                                                | 10 | 20,83 |
|                                    | <i>Vydate</i>                                                                                                                 | 10 | 20,83 |
|                                    | 2,4-D                                                                                                                         | 6  | 12,50 |
|                                    | <i>Dithane</i>                                                                                                                | 5  | 10,41 |
|                                    | Arrivo                                                                                                                        | 4  | 8,30  |
|                                    | Otros agroquímicos ( <i>Dursban</i> , Atrazina, Cipermetrina, Banaplant, Bravo, <i>Herbigram</i> , <i>Marshall</i> y Ráfaga). | 40 | 83,33 |

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de participantes (n = 48). En el caso de los agroquímicos hubo participantes que utilizaron más de uno.

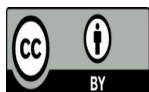
*Fuente:* Elaboración propia.

Sobre el manejo de los agroquímicos, el 64 58 % (n = 31) aseguraron leer las instrucciones de uso que vienen en los envases; el 22,92 % (n = 11) no las lee y un 10,42 % (n = 5) las lee ocasionalmente.

Respecto al uso de EPP, la mayoría manifestó utilizarlos durante sus labores. De quienes afirmaron utilizar EPP, casi todos señalaron que los lavan después de cada jornada. En relación con los tipos de equipos utilizados, se reportó un uso mayoritario de botas y pantalones largos, seguido por gorras, camisas de manga larga y mascarillas. El uso de guantes, lentes y overoles fue menos frecuente. Una persona manifestó no utilizar ninguno de los equipos listados, lo que podría deberse a una omisión involuntaria o a distinta interpretación. Se observó que la mayoría de los trabajadores lavaba el equipo de fumigación; sin embargo, un grupo considerable indicó no utilizar EPP durante esta actividad.

En cuanto al tratamiento aplicado a los envases de plaguicidas una vez utilizados, la práctica más frecuente fue quemarlos, seguida de enterrarlos y perforarlos antes de desecharlos en el lugar de fumigación. Otros trabajadores reutilizan o lavan los envases, mientras que un pequeño grupo los devuelve a la empresa distribuidora o los coloca con los desechos domésticos. Finalmente, algunos reportaron realizar otras prácticas distintas a las mencionadas (tabla 3).

De los 48 trabajadores, el 68,75 % (n = 33) mencionó que nunca ha recibido capacitación para el uso de EPP, mientras que el 29,17 % (n = 14) sí la ha recibido, un 2,08 % (n = 1) no contestó a esta pregunta.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Tabla 3. Uso, tipos y mantenimiento de EPP y manejo de envases de plaguicidas entre trabajadores agrícolas

| Variable                              | Categoría / Tipo           | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---------------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Uso de EPP                            | Sí                         | 43         | 89,58          |
|                                       | No                         | 5          | 10,42          |
| Total                                 |                            | 48         | 100            |
| Tipos de EPP utilizados               | Botas                      | 46         | 95,83          |
|                                       | Camisa manga larga         | 39         | 81,25          |
|                                       | Guantes                    | 23         | 47,92          |
|                                       | Gorras                     | 43         | 89,58          |
|                                       | Lentes                     | 10         | 20,83          |
|                                       | Mascarillas                | 36         | 75,00          |
|                                       | Overol                     | 7          | 14,58          |
|                                       | Pantalones largos          | 46         | 95,83          |
| Mantenimiento del EPP                 | Lo lava                    | 44         | 91,67          |
|                                       | No lo lava                 | 2          | 4,17           |
|                                       | A veces                    | 1          | 2,08           |
|                                       | No utiliza                 | 1          | 2,08           |
| Total                                 |                            | 48         | 100            |
| Tratamiento de envases de plaguicidas | Quema                      | 16         | 33,33          |
|                                       | Entierra                   | 9          | 18,75          |
|                                       | Lo lava                    | 2          | 4,17           |
|                                       | Desecho común              | 1          | 2,08           |
|                                       | Devuelve a empresa         | 1          | 2,08           |
|                                       | Perfora y desecha en campo | 7          | 14,58          |
|                                       | Reutiliza                  | 5          | 10,43          |
|                                       | Otros                      | 7          | 14,58          |
| Total                                 |                            | 48         | 100            |

Notas: Los porcentajes se calcularon sobre el total de participantes (n=48). Cada participante utilizó más de un EPP.

Fuente: Elaboración propia.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



## Discusión

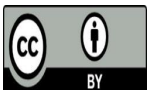
Los resultados de esta investigación aportan evidencia sobre la realidad de los trabajadores agrícolas en Panamá, la cual puede ser contrastada con los datos oficiales y con estudios realizados en contextos similares. En este estudio, todos los participantes fueron hombres, en concordancia con los registros del Ministerio de Salud de Panamá que señalan a la agricultura como una actividad predominantemente masculina en la región.<sup>(33)</sup> Este aspecto resulta relevante, pues concentra en este grupo los principales riesgos de exposición a plaguicidas y sus efectos en la salud.

La mayoría de los trabajadores encuestados realiza múltiples labores, más de un tercio realiza hasta cuatro actividades agrícolas, sugiriendo un entorno laboral donde las tareas no están altamente especializadas y los empleados asumen diversas responsabilidades. Estas condiciones podrían aumentar el manejo de plaguicidas en diferentes etapas durante la jornada laboral.

La antigüedad en la exposición ocupacional a plaguicidas de los trabajadores mostró una amplia diversidad, con la coexistencia de distintas generaciones que tienen diferente percepción de riesgos en materia de salud ocupacional. El grupo con más de tres décadas de trabajo con plaguicidas supone una exposición prolongada y potencialmente acumulativa.<sup>(34)</sup> La mayoría se concentró entre dos y tres décadas de experiencia, mientras que presencia de trabajadores con menos de diez años sugiere la incorporación de personal más reciente. En menor proporción, se identificaron trayectorias que superaron los cuarenta años, evidenciando la permanencia de algunos individuos en esta actividad durante gran parte de su vida laboral.

El análisis del tiempo de exposición mostró que la mayoría de los trabajadores mantuvo contacto directo con plaguicidas entre tres y cuatro horas por jornada. Aunque inferior a la jornada laboral ordinaria en Panamá, este periodo resulta considerable desde la perspectiva de salud ocupacional, pues implica exposición directa a sustancias peligrosas. El riesgo se incrementa por la elevada frecuencia de aplicación reportada -en más de la mitad de los casos superior a una vez por semana-, lo que favorece la acumulación con el tiempo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (*FAO*, por sus siglas en inglés), el riesgo no depende solo de las horas trabajadas, sino de la intensidad de exposición, su duración acumulada y el uso adecuado del EPP.<sup>(35)</sup> Estos hallazgos resaltan la necesidad de evaluar de manera integral frecuencia y duración para establecer estrategias eficaces de mitigación.

Casi un tercio de los trabajadores emplea un solo tipo de plaguicida, esta elección podría estar influenciada por las características del cultivo, el tipo de plaga predominante o la disponibilidad del producto en el mercado local.



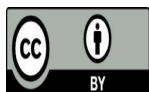
No obstante, se identificó un grupo significativo de trabajadores que utiliza múltiples productos, algunos emplean tres, cuatro e incluso cinco tipos de plaguicidas. Esta práctica podría estar relacionada con la presencia de diversas plagas en los cultivos, lo cual obliga a una combinación de productos químicos para lograr un control efectivo. Estudios previos han reportado patrones similares en zonas agrícolas de alta productividad, donde la rotación o mezcla de plaguicidas es común para evitar la resistencia de plagas y aumentar la eficacia del control químico.<sup>(30,36)</sup> No obstante, esta estrategia incrementa el riesgo de exposición acumulativa y combinada, lo cual incrementa los riesgos a través de efectos sinérgicos o acumulativos.<sup>(37)</sup>

El análisis de los agroquímicos reportados evidencia una tendencia hacia el uso intensivo de herbicidas, seguidos por insecticidas, nematicidas, fungicidas y, en menor medida, pesticidas de amplio espectro. Esta distribución sugiere que las prácticas agrícolas locales priorizan el control de malezas y plagas insectiles, probablemente en respuesta a las condiciones agroecológicas del corregimiento de Baco, donde las altas temperaturas y humedad favorecen el desarrollo de estos organismos.<sup>(38)</sup>

Se observó que la mayoría de los trabajadores utilizan plaguicidas considerados a nivel internacional como controvertidos y de alta peligrosidad. Destacan el uso frecuente de *Gramoxone* (paraquat), glifosato y otros productos con propiedades tóxicas bien documentadas como *Counter* (terbufós), *Vydate* (oxamil), 2,4-D, *Dithane* (*mancozeb*) y *Arrivo* (cipermetrina). En el contexto panameño, *Gramoxone*, *Vydate* y *Counter* están clasificados como plaguicidas de uso restringido por el Ministerio de Salud.<sup>(39)</sup> lo que evidencia una significativa brecha entre la regulación vigente y las prácticas agrícolas reales.

A nivel internacional, el *Gramoxone* ha sido prohibido en más de 50 países -incluyendo la Unión Europea desde 2007- debido a su alta letalidad,<sup>(40)</sup> su capacidad de provocar fibrosis pulmonar y su asociación con enfermedades como el Parkinson.<sup>(41)</sup> Un meta-análisis mostró un incremento del 25 % en la incidencia de Parkinson entre personas expuestas ( $OR \approx 1,25$ )<sup>(42)</sup> mientras que un estudio del *Agricultural Health Study* reportó una asociación más fuerte, con un riesgo 2,5 veces mayor entre usuarios de *paraquat*.<sup>(43)</sup> Además, en zonas agrícolas de California, vivir o trabajar cerca de áreas fumigadas con *paraquat* duplicó aproximadamente el riesgo ( $OR = 2,15$ ), especialmente al incrementarse la dosis anual aplicada ( $OR = 2,08$  por cada  $\sim 4,54$  kg/acre).<sup>(44)</sup>

Por otro lado, el glifosato ha sido objeto de un intenso debate científico en torno a su seguridad. En 2015, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (*IARC*, por sus siglas en inglés) lo clasificó como “probablemente carcinógeno para los humanos” (Grupo 2A) en base a evidencia limitada en humanos y suficiente en animales de experimentación.<sup>(45)</sup> De manera consistente, revisiones sistemáticas han encontrado



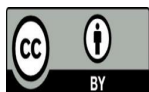
asociaciones entre la exposición ocupacional a glifosato y un mayor riesgo de padecer Linfoma no Hodgkin, lo que refuerza la preocupación sobre su potencial efecto carcinogénico.<sup>(46)</sup> Sin embargo, organismos regulatorios como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (*EFSA*, por sus siglas en inglés) han concluido que, bajo condiciones de uso autorizadas, el glifosato no presenta un riesgo de cáncer significativo para la población general, lo que evidencia discrepancias en la interpretación de los datos.<sup>(47)</sup>

La persistencia del uso de estas sustancias implica una exposición crónica y acumulativa a compuestos peligrosos, lo cual plantea dudas significativas sobre la eficacia de la vigilancia y el cumplimiento normativo en las zonas agrícolas. Ante este panorama, resulta prioritario examinar con mayor detenimiento las medidas de protección que adoptan los trabajadores, en especial el uso de EPP, así como otras prácticas preventivas que podrían mitigar los efectos adversos derivados de esta exposición.

En relación con el uso de EPP, si bien la mayoría de los agricultores encuestados indica utilizarlo, se demuestra que no emplean el equipo completo. A través de comentarios verbales espontáneos, los participantes señalaron algunas razones como la incomodidad, el calor excesivo y la falta de acceso a estos insumos, lo que sugiere que las condiciones laborales y ambientales constituyen barreras prácticas que limitan la adherencia al uso adecuado del EPP. Este hallazgo subraya la importancia de promover el desarrollo y la distribución de EPP adaptados al contexto climático local, especialmente en regiones calurosas y húmedas.

El análisis del tipo de EPP utilizado por los trabajadores revela una tendencia hacia la protección física básica, principalmente mediante el uso de botas, pantalones largos y gorras, mientras que la utilización de guantes y lentes de protección es marcadamente menor. Un patrón similar fue reportado en agricultores de algodón en Grecia, donde sombreros y botas fueron los equipos más empleados, pero se observó un bajo uso de guantes, gafas, mascarillas, overoles y respiradores, siendo este último el de menor frecuencia.<sup>(48)</sup> Cabe destacar que, a diferencia de lo observado en Grecia, en nuestra población el uso de mascarillas mostró una cobertura aceptable, lo que podría reflejar una mayor percepción de los riesgos respiratorios. Estas coincidencias y contrastes sugieren que, aunque el uso parcial de EPP constituye una tendencia común en diferentes contextos agrícolas, existen variaciones específicas que pueden estar influenciadas por factores culturales, de disponibilidad de insumos y de percepción individual del riesgo.

Un pequeño grupo de trabajadores reporta no utilizar ningún tipo de EPP, esta omisión supone una exposición directa y sin barreras a compuestos peligrosos, lo que incrementa de forma significativa el riesgo de intoxicaciones agudas y crónicas, lesiones oculares, y enfermedades dermatológicas y respiratorias.



La identificación de trabajadores que no lavan el EPP evidencia un riesgo importante para la salud, ya que los residuos de plaguicidas pueden mantenerse en la ropa o el equipo y provocar una exposición prolongada. Por tanto, además de garantizar la disponibilidad de EPP adecuado, es fundamental fortalecer la educación sobre su mantenimiento y rutina de lavado, como parte de una estrategia integral de prevención en salud ocupacional.

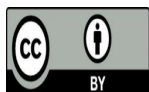
Una proporción considerable de trabajadores manifestó lavar el equipo de fumigación después de su uso, lo cual constituye una práctica positiva de higiene y reducción del riesgo de exposición. No obstante, muchos de ellos no emplean EPP durante esta tarea a pesar de que implica contacto directo con los residuos de plaguicidas.

En relación con el tratamiento que los trabajadores dan a los envases vacíos de plaguicidas, la práctica más común es la quema, seguida del entierro de los envases. Estas y otras prácticas de manejo reportadas contrastan con las recomendaciones técnicas establecidas en la “Guía Técnica para el Uso de Plaguicidas en Panamá”,<sup>(38)</sup> donde se indica que los envases de plaguicidas no deben ser quemados ni enterrados, ya que se pueden liberar sustancias tóxicas como dioxinas y furanos o contaminar aguas superficiales y subterráneas. El método recomendado consiste en realizar el triple lavado y la perforación del envase para inutilizarlo, seguido de su almacenamiento seguro hasta su devolución a las distribuidoras o fabricantes, conforme a lo establecido en la Resolución N°OAL-005-ADM-2018 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA).<sup>(49)</sup>

A pesar de que la exposición a plaguicidas evidenciada en este estudio es alta, una proporción considerable de los trabajadores agrícolas nunca ha recibido capacitación formal sobre su uso seguro. Este hallazgo resulta especialmente preocupante si se considera que, en Panamá, el MIDA con el respaldo de la *FAO*, establece en el Resuelto N°42 la obligatoriedad de una capacitación teórico-práctica de al menos 30 horas para los aplicadores terrestres de plaguicidas. Una vez aprobado el curso, los trabajadores reciben un certificado y un carné que los acredita oficialmente como manipuladores autorizados.<sup>(50)</sup> La falta de cumplimiento de esta normativa no solo refleja debilidades en los mecanismos de vigilancia institucional, sino que también incrementa los riesgos de exposición indebida, tanto para los trabajadores como para sus entornos familiares y ambientales.

La falta de capacitación y la persistencia de prácticas inadecuadas en el manejo de los plaguicidas y sus envases evidencian la urgente necesidad de fortalecer los programas de formación y supervisión, así como de promover la concienciación sobre los riesgos asociados. Estos esfuerzos son fundamentales para mejorar la seguridad ocupacional y ambiental en la región.

## Limitaciones del estudio



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Una de las principales limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, ya que los 48 participantes encuestados representan solo una fracción del total estimado de trabajadores agrícolas del corregimiento de Baco. Esta restricción puede limitar la generalización de los hallazgos a toda la población trabajadora de la zona u otras regiones con características similares.

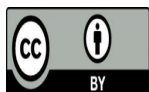
## Conclusiones

1. Este estudio demuestra que los trabajadores de fincas plataneras del corregimiento de Baco enfrentan una exposición constante y acumulativa a plaguicidas peligrosos, lo que resalta la necesidad de fortalecer los sistemas de prevención y vigilancia en salud ocupacional.
2. Se evidencia un uso intensivo de plaguicidas, incluidos productos de uso restringido y otros con toxicidad bien documentada. La diversidad y frecuencia de aplicación refuerzan la preocupación por los posibles efectos adversos en la salud de los trabajadores a corto y largo plazo.
3. Aunque la mayoría de los trabajadores emplea algún equipo de protección personal, su uso incompleto y deficiente aumenta su vulnerabilidad frente a los riesgos asociados a los plaguicidas.
4. La deficiente capacitación formal en el manejo seguro de plaguicidas representa un vacío crítico en la prevención de riesgos laborales.
5. Las prácticas inadecuadas en el manejo y disposición final de los envases de plaguicidas, tales como la quema, el entierro o el desecho en canales y parcelas, podría generar impactos negativos en el ambiente y en la salud comunitaria, especialmente en una región donde muchas personas consumen agua de pozo.
6. El incumplimiento de normativas las nacionales vigentes sobre capacitación obligatoria para aplicadores de plaguicidas, pone de manifiesto la necesidad urgente de fortalecer las estrategias de vigilancia, formación técnica y sensibilización dirigidas a este sector laboral. Estas acciones resultan esenciales para avanzar hacia un modelo agrícola más seguro y sostenible, que garantice la protección tanto de la salud ocupacional como del entorno.

## Financiamiento

Este estudio contó con financiamiento parcial de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) a través del programa de subsidios a la Investigación versión 2024.

## Agradecimientos

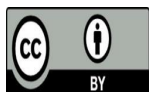


Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Los autores agradecen a los participantes del estudio por su colaboración y disposición durante la recolección de datos. Asimismo, expresan su reconocimiento al Comité de Bioética del Hospital Luis Chicho Fábrega por la revisión y aprobación del protocolo de investigación. La Universidad Autónoma de Chiriquí proporcionó un subsidio parcial que contribuyó a la ejecución del estudio.

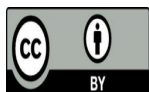
## Referencias bibliográficas

1. Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. ESTUDIO DE MERCADO AGROALIMENTARIO PANAMENÑO: Sector Hortofrutícola-2-Contenido. 2021 [acceso 09/09/2025];18. Disponible en: [https://pnci.mici.gob.pa/storage/Publicaciones/EM%20Sub-sector%20Hortofrut%C3%ADcolas\\_2021.pdf](https://pnci.mici.gob.pa/storage/Publicaciones/EM%20Sub-sector%20Hortofrut%C3%ADcolas_2021.pdf)
2. Organización Mundial de Salud. Residuos de plaguicidas en los alimentos. 2022 [acceso 09/09/2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
3. Falcon WP, Naylor RL, Shankar ND. Rethinking Global Food Demand for 2050. *Popul Dev Rev*. 2022 Dec 1;48(4):921–57. DOI: <https://doi.org/10.1111/padr.12508>
4. Baldi I, Gruber A, Rondeau V, Lebailly P, Brochard P, Fabrigoule C. Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: Results from the 4-year follow-up of the PHYTONER Study. *Occup Environ Med*. 2011 Feb [acceso 09/09/2025];68(2):108-15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21097948/>
5. Barre Vivanco LM, Briones Álava MI, Muñoz Arana KB. Efectos neurotóxicos asociados a la exposición crónica a plaguicidas organofosforados en trabajadores bananeros. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 2023 Aug 17;4(2). DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.994>
6. Aravindan A, Newell ME, Halden RU. Literature review and meta-analysis of environmental toxins associated with increased risk of Parkinson's disease. *Science of The Total Environment*. 2024 Jun 25 [acceso 09/09/2025];931:172838. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724029851?via%3Dihub>
7. Leng Y, Zeng Y, Zhang Y, Zhang J, Xin H, Hou M, *et al.* Neurotoxic risks of long-term environmental exposure to pesticides: a review. *Chem Biol Interact*. 2025 Sep 5;418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2025.111626>
8. Wei Y, Wang L, Liu J. The diabetogenic effects of pesticides: Evidence based on epidemiological and toxicological studies. *Environmental Pollution*. 2023 Aug 15 [acceso 09/09/2025];331:121927. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749123009296>

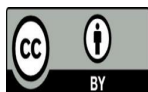




9. Chung YL, Hou YC, Wang IK, Lu KC, Yen TH. Organophosphate pesticides and new-onset diabetes mellitus: From molecular mechanisms to a possible therapeutic perspective. *World J Diabetes*. 2021 Nov 15 [acceso 09/09/2025];12(11):1818. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8613664/>
10. Evangelou E, Ntritsos G, Chondrogiorgi M, Kavvoura FK, Hernández AF, Ntzani EE, *et al.* Exposure to pesticides and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2016 May 1 [acceso 09/09/2025];91:60-8. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016300496?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016300496?utm_source=chatgpt.com)
11. Foucault A, Vallet N, Ravalet N, Picou F, Bene MC, Gyan E, *et al.* Occupational pesticide exposure increases risk of acute myeloid leukemia: a meta-analysis of case-control studies including 3,955 cases and 9,948 controls. *Scientific Reports*. 2021 Jan 21 [acceso 09/09/2025];11(1):1-13. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-81604-x>
12. López-Michelena LI, Ortega-González DF, Giraldo-Luna CM, Gélvez-Clavijo RR. Cáncer hematológico en agricultores del Norte de Santander, Colombia: un estudio descriptivo. *Salud, Trabajo y Sostenibilidad (Consejo Colombiano de Seguridad)*. 2024 Nov 20;1(1):6-15. DOI: <https://doi.org/10.63434/30286999.34>
13. Bassig BA, Engel LS, Langseth H, Grimsrud TK, Cantor KP, Vermeulen R, *et al.* Pre-diagnostic serum concentrations of organochlorines and risk of acute myeloid leukemia: A nested case-control study in the Norwegian Janus Serum Bank Cohort. *Environ Int*. 2019 Apr 1 [acceso 09/09/2025];125:229-35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30721827/>
14. Zardosht K, Momayyezi M, Sefidkar R, Fallahzadeh H, Momayyezi M, Ebrahimi AA. The Relationship between Pesticide Exposure and Liver and Renal Enzyme Disorders in Adults Aged 35-70: The Results of the First Phase of the Shahedieh Cohort Study. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*. 2024 [acceso 09/09/2025];9(2):70-81. Disponible en: <http://jehsd.ssu.ac.ir/article-1-717-en.html>
15. Bunsri S, Muenchamnan N, Naksen W, Ong-Artborirak P. The Hematological and Biochemical Effects from Pesticide Exposure on Thai Vegetable Farmers. *Toxics*. 2023 [acceso 09/09/2025];11(8):707. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2305-6304/11/8/707/htm>
16. Courville K, Bustamante N, Hurtado B, Pecchio M, Rodríguez C, Núñez-Samudio V, *et al.* Chronic kidney disease of nontraditional causes in central Panama. *BMC Nephrol*. 2022 Dec 1 [acceso 09/09/2025];23(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35931963/>

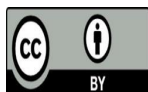


17. Lebov JF, Engel LS, Richardson D, Hogan SL, Hoppin JA, Sandler DP. Pesticide use and risk of end-stage renal disease among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occup Environ Med*. 2016 [acceso 09/09/2025];73(1):3-12. Disponible en: <https://oem.bmj.com/content/73/1/3>
18. Kaya Y, Bas O, Hanci H, Cankaya S, Nalbant I, Odaci E, *et al*. Acute renal involvement in organophosphate poisoning: histological and immunochemical investigations. *Ren Fail*. 2018 [acceso 09/09/2025];40(1):410. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6052427/>
19. Hoppin JA, Umbach DM, Long S, London SJ, Henneberger PK, Blair A, *et al*. Pesticides are associated with allergic and non-allergic wheeze among male farmers. *Environ Health Perspect*.. 2017 Apr 1 [acceso 09/09/2025];125(4):535-43. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27384423/>
20. Zambrano-Salazar M, Geovanna P, Quinde-Alvear I, Giovanni A. Enfermedades por exposición a plaguicidas agrícolas en la empresa florícola “Fresh Market of Ecuador.” *MQRInvestigar*. 2023 Aug 14 [acceso 09/09/2025];7(3):2229-58. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/564>
21. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Henneberger PK, Kullman GJ, Coble J, *et al*. Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the Agricultural Health Study. *European Respiratory Journal*. 2009 Dec [acceso 09/09/2025];34(6):1296-303. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19541724/>
22. Mattila T, Santonen T, Andersen HR, Katsonouri A, Szigeti T, Uhl M, *et al*. Scoping Review—The Association between Asthma and Environmental Chemicals. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Feb 1 [acceso 09/09/2025];18(3):e1323. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7908498/>
23. De DÁ, Guaita GM, Sofía B, Guevara Espinoza A. Prevalencia de síntomas respiratorios asociado a la exposición a productos químicos en trabajadores del área de cultivo en comparación con el área de poscosecha de la Florícola Espinosa Chiriboga, AGROGANA S.A del cantón Cotopaxi; en el periodo noviembre 2022 a enero 2023. 2023 [acceso 09/09/2025]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/14552>
24. Cavalier H, Trasande L, Porta M. Exposures to pesticides and risk of cancer: Evaluation of recent epidemiological evidence in humans and paths forward. *Int J Cancer*. 2023 Mar 1;152(5):879–912. <https://doi.org/10.1002/ijc.34300>
25. Pedroso TMA, Benvindo-Souza M, de Araújo Nascimento F, Woch J, dos Reis FG, de Melo e Silva D. Cancer and occupational exposure to pesticides: a bibliometric study of the past 10 years. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022;29(12):17464-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17031-2>

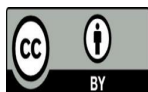




26. Chang ET, Delzell E. Systematic review and meta-analysis of glyphosate exposure and risk of lymphohematopoietic cancers. *J Environ Sci Health B*. 2016 Jun 2 [acceso 09/09/2025];51(6):402-34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27015139/>
27. Uwamahoro C, Jo JH, Jang SI, Jung EJ, Lee WJ, Bae JW, *et al*. Assessing the Risks of Pesticide Exposure: Implications for Endocrine Disruption and Male Fertility. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024 [acceso 09/09/2025];25:6945. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/13/6945/htm>
28. Nicol AM, Kennedy SM. Assessment of Pesticide Exposure Control Practices Among Men and Women on Fruit-Growing Farms in British Columbia. *J Occup Environ Hyg*. 2008 [acceso 09/09/2025];5(4):217-26. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15459620701839846>
29. Carpenter WS, Lee BC, Gunderson PD, Stueland DT. Assessment of personal protective equipment use among Midwestern farmers. *Am J Ind Med*. 2002 Sep 1;42(3):236-47. DOI: <https://doi.org/pdf/10.1002/ajim.10103>
30. Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 [acceso 09/09/2025];8(5):1402. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21655127/>
31. Macfarlane E, Carey R, Keegel T, El-Zaemay S, Fritschi L. Dermal Exposure Associated with Occupational End Use of Pesticides and the Role of Protective Measures. *Saf Health Work*. 2013 Sep 1 [acceso 09/09/2025];4(3):136-41. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791113000292?pes=vor&utm\\_source=sciencedirect\\_contenthosting&getft\\_integrator=sciencedirect\\_contenthosting](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791113000292?pes=vor&utm_source=sciencedirect_contenthosting&getft_integrator=sciencedirect_contenthosting)
32. Rosario M. PAFCO informa sobre cese de operaciones | Panamá América. 2007 [acceso 09/09/2025]. Disponible en: [https://www.panamaamerica.com.pa/economia/pafco-informa-sobre-cese-de-operaciones-117267?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.panamaamerica.com.pa/economia/pafco-informa-sobre-cese-de-operaciones-117267?utm_source=chatgpt.com)
33. Garcerán P, Castillo M. Uso de plaquicidas en la agroindustria. *Prisma Tecnológico*. 2019 May 9;10(1):22–7. DOI: <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2169>
34. Sufyani OO, Oraiby ME, Attafi IM, Noureldin E, Dafallah O, Hobani YA, *et al*. Blood Chemo-Profiling in Workers Exposed to Occupational Pyrethroid Pesticides. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2025 May 13 [acceso 09/09/2025];22(5):769. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/22/5/769/htm>



35. Occupational risks Pesticide Registration Toolkit Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2025 [acceso 09/09/2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/registration-tools/registration-criteria/human-health-risks/occupational-risks/en/>
36. Wesseling C, McConnell R, Partanen T, Hogstedt C. Agricultural pesticide use in developing countries: health effects and research needs. *Int J Health Serv*. 1997 [acceso 09/09/2025];27(2):273-308. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9142603/>
37. Hernández AF, Parrón T, Tsatsakis AM, Requena M, Alarcón R, López-Guarnido O. Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. *Toxicology*. 2013 May 10 [acceso 09/09/2025];307:136-45. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300483X12002260>
38. Requena JL. Guía técnica USO DE PLAGUICIDAS EN PANAMÁ. Panamá; 2022 Feb [acceso 09/09/2025]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/692163350/GUIA-TECNICA-MIDA-PLAGUICIDAS>
39. Mayo MA, Bello D, De M, Ulloa E. AUTORIDADES DE SALUD. S/f. (Material impreso)
40. Kervégant M, Merigot L, Glaizal M, Schmitt C, Tichadou L, de Haro L. Paraquat Poisonings in France during the European Ban: Experience of the Poison Control Center in Marseille. *Journal of Medical Toxicology* . 2013 Jun [acceso 09/09/2025];9(2):144. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3657034/>
41. Sharma P, Mittal P. Paraquat (herbicide) as a cause of Parkinson's Disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2024 Feb 1 [acceso 09/09/2025];119. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38008593/>
42. Vaccari C, El Dib R, Gomaa H, Lopes LC, de Camargo JL. Paraquat and Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2019 Aug [acceso 09/09/2025];22(5-6):172-202. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31476981/>
43. Tanner CM, Kame F, Ross GW, Hoppin JA, Goldman SM, Korell M, *et al*. Rotenone, paraquat, and Parkinson's disease. *Environ Health Perspect*. 2011 Jun;119(6):866–72. DOI: <https://doi.org/pdf/10.1289/ehp.1002839?download=true>
44. Paul KC, Cockburn M, Gong Y, Bronstein J, Ritz B. Agricultural paraquat dichloride use and Parkinson's disease in California's Central Valley. *Int J Epidemiol*. 2024 Feb 1 [acceso 09/09/2025];53(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38309714/>
45. IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. 2015;



46. Schinasi L, Leon ME. Non-Hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Apr 23 [acceso 09/09/2025];11(4):4449-527. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24762670/>
47. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. EFSA Journal. 2015 Nov 1 [acceso 09/09/2025];13(11):e4302. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4302>
48. Damalas CA, Abdollahzadeh G. Farmers' use of personal protective equipment during handling of plant protection products: Determinants of implementation. *Science of The Total Environment*. 2016 Nov 15 [acceso 09/09/2025];571:730-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716314875>
49. Resolución N° OAL-005-ADM-2018. Por la cual se establecen las responsabilidades de obligatorio cumplimiento, los cuales deberán contar con los procedimientos correspondientes, cumpliendo con las normas fitosanitarias, de salubridad y ambientales. - vLex Panamá. 2018 [acceso 09/09/2025]. Disponible en: <https://vlex.com.pa/vid/resolucion-n-oal-005-905406646>
50. Panamá. Gaceta Oficial Digital, martes 29 de noviembre de 2011. (Material impreso)

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

*Conceptualización:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

*Curación de datos:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

*Investigación:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

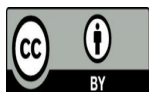
*Metodología:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

*Análisis formal:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

*Supervisión:* Lisseth Samudio, Joshelin Melisa Espinosa Pérez, Keytly Nicole Moreno Henríquez.

*Redacción del borrador inicial:* Lisseth Samudio.

*Redacción, revisión y edición:* Lisseth Samudio.



Esta obra está bajo una licencia: [Creative Commons 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)