

Artículo de revisión

# Condicionantes de la exposición ocupacional a plaguicidas en agricultores: *scoping review*

## Determinants of occupational exposure to pesticides in farmers: a scoping review

### Autores:

Viviana Ginneth  
Bobadilla-Narváez<sup>1</sup>

Luisa Carolina  
Hernández-Rodríguez<sup>2</sup>

Tatiana Andrea  
González-Russi<sup>3</sup>

Diana Carolina  
Sánchez-Calderón<sup>4\*</sup>

Recibido: 26-04-2025

Aceptado: 23-05-2025

Publicado: 22-07-2025

### Palabras clave:

exposición profesional;  
plaguicidas; factores  
socioeconómicos;  
conocimientos, actitudes y  
práctica en salud (DeCS).

### Key words:

occupational exposure,  
pesticides, socioeconomic  
factors, health knowledge,  
attitudes, practice (DeCS).

### Forma de citar este artículo:

Bobadilla-Narváez VG, Hernández-Rodríguez LC, González-Russi TA, Sánchez-Calderón DC. Condicionantes de la exposición ocupacional a plaguicidas en agricultores: *scoping review*. Rev. Salud, Trabajo y Sostenibilidad. 2025. 2(1): 21-41. DOI: <https://doi.org/10.63434/30286999.3>

### Resumen

El aumento constante en la producción y uso de plaguicidas ha tenido repercusiones significativas en la salud de los trabajadores agrícolas, especialmente en los países en desarrollo, asociado a prácticas y actitudes poco seguras y a la falta de conocimiento en el manejo de estos productos químicos.

**Objetivo:** sintetizar la evidencia existente sobre los factores determinantes de la exposición ocupacional a plaguicidas para identificar su impacto en la salud y seguridad de los agricultores.

**Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda de literatura tipo *scoping*, siguiendo la guía metodológica JBI y el protocolo PRISMA ScR. Para la selección de los estudios se consultaron las bases de datos Bireme, Pubmed y Embase, de donde se extrajeron 1723 publicaciones científicas indexadas, publicadas entre los años 2020 y 2023. Estas fueron filtradas a través de un proceso semiautomático apoyado en el *software* Rayyan®, realizando síntesis cualitativa de la evidencia y, de esta manera, se excluyeron un total de 1198.

**Resultados:** en total fueron incluidos 21 artículos en los cuales se identificó desconocimiento en temas como toxicidad del producto, efectos en la salud o en la interpretación de etiquetas de seguridad. Los agricultores con algún nivel de educación demostraron mejores prácticas y selección de plaguicidas menos tóxicos. Se demostró una baja tendencia en el uso de los elementos de protección personal, siendo las gafas y los guantes los menos usados. La sintomatología comúnmente reportada fue cefalea, mareos y problemas visuales y respiratorios, reconocidos como habituales entre los trabajadores.

**Conclusiones:** factores como la actitud, el conocimiento y las prácticas en el manejo de plaguicidas no solo influyen en la seguridad de los trabajadores, sino que también tienen un impacto directo en su salud y en el medio ambiente.

<sup>1</sup> Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad El Bosque, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3297-2327>. Correo: vbobadilla@unbosque.edu.co.

<sup>2</sup> Ingeniera Ambiental. Universidad El Bosque, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4049-9317>. Correo: lcahernandezr@unbosque.edu.co.

<sup>3</sup> Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad El Bosque, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7366-7248>. Correo: tagonzalez@unbosque.edu.co

<sup>4\*</sup> Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad El Bosque, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5148-520X>. Correo: sanchezdiana@unbosque.edu.co. Autor de correspondencia.

## Abstract

The constant increase in the production and use of pesticides has had significant repercussions on the health of agricultural workers, especially in developing countries, associated with unsafe practices and attitudes and a lack of knowledge regarding the handling of these chemicals.

**Objective:** To synthesize existing evidence on the determinants of occupational exposure to pesticides, to identify their impact on the health and safety of farmers.

**Materials and methods:** A scoping literature search was conducted, following the JBI methodological guide and the PRISMA ScR protocol. For the selection of studies, the Bireme, Pubmed and Embase databases were consulted, from which 1,723 indexed scientific publications published between 2020 and 2023 were extracted; a total of 1,198 articles were filtered and excluded through a semi-automatic process supported by the Rayyan® software, carrying out a qualitative synthesis of the evidence.

**Results:** 21 articles were included. A lack of knowledge was identified on topics such as product toxicity, health effects, and the interpretation of safety labels. Farmers with some level of education demonstrated better practices and the selection of less toxic pesticides. A low trend in the use of personal protective equipment was observed, with goggles and gloves being the least used. The most commonly reported symptoms were headaches, dizziness, and visual and respiratory problems, recognized as common among workers.

**Conclusions:** Factors such as attitude, knowledge, and practices in pesticide handling not only influence worker safety but also directly impact their health and the environment.

## Introducción

Los plaguicidas son fundamentales para el control de plagas y enfermedades en cultivos dado que desempeñan un papel crucial en la mejora de la productividad agrícola y la calidad de los productos cosechados, contribuyendo así al crecimiento económico de las regiones agrícolas. No obstante, su uso inadecuado puede conllevar efectos perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente (1,2).

Se estima que los países en desarrollo emplean el 20 % de los plaguicidas utilizados a nivel mundial y al mismo tiempo, afrontan el 99 % de las muertes por intoxicación aguda relacionadas con dicha exposición (3). La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha estimado que aproximadamente el 3 % de los agricultores expuestos a plaguicidas experimentan, al menos, una intoxicación aguda al año, un hecho que subraya la vulnerabilidad de este sector (4).

Por otro lado, algunos autores exponen que menos del 1 % de los plaguicidas realmente alcanzan sus objetivos biológicos, dejando la cantidad restante en contaminación del suelo, agua y aire. Asimismo,

existen factores como la selectividad del plaguicida a aplicar, técnica y forma de aspersión, persistencia y vida media del agente químico, frecuencia de aplicación, resistencia y otros factores ambientales como velocidad del viento, humedad y presencia de lluvias que influyen en la efectividad de la aplicación, generando así exposición directa e indirecta de los trabajadores y la población general (2,5).

Adicionalmente, en las zonas agrícolas de los países en desarrollo, la situación social de analfabetismo y pobreza actúan como factores condicionantes que comprometen la salud en el uso de plaguicidas (6-10). La falta de conocimiento, el aumento injustificado de las dosis, la escasa comprensión de las vías de exposición, así como la falta de adherencia a las medidas de protección durante la manipulación de estos productos, exponen a los trabajadores agrícolas a riesgos significativos y costos para su salud (11). De ahí que las prácticas inseguras en el manejo de plaguicidas como intoxicaciones, lesiones por quemaduras o sintomatología por derrames de producto se han documentado especialmente entre los pequeños agricultores en regiones de Asia, África y América Latina (3,7,8,12-16).

Este *scoping review* destaca los factores determinantes que influyen en el manejo de plaguicidas, explorando la literatura disponible para sintetizar la evidencia existente sobre la exposición ocupacional, caracterizando los aspectos socioeconómicos de los trabajadores, conocimientos, actitudes, prácticas y los impactos en la salud.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo un *scoping review* bajo el marco Joanna Briggs Institute (JBI) de artículos publicados entre los años 2020 a 2023 en las bases de datos Pubmed, Embase y Bireme, elaborando ecuaciones de búsqueda para cada una de ellas luego de normalizar las palabras clave en los tesauros correspondientes (tabla 1).

**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda utilizadas

Número de la búsqueda	Nombre de la base de datos o recurso de información	Fecha de consulta	Ecuación de búsqueda	Número de artículos obtenidos
1	Embase	28 de octubre de 2023	"occupational exposure" AND "pesticide"	1096
2	Embase	28 de octubre de 2023	"pesticide exposure" AND "agricultural worker" AND "socioeconomics"	29
3	Bireme	28 de octubre de 2023	("exposición ocupacional") AND (ab:("plaguicidas")) AND ("trabajadores")	67
4	Bireme	28 de octubre de 2023	("factores socioeconómicos") AND ("exposición ocupacional") AND ("plaguicidas")	9
5	Pubmed	28 de octubre de 2023	("Pesticides"[Mesh]) AND "Occupational Exposure"[Mesh]	501
6	Pubmed	29 de octubre de 2023	("Pesticides"[Mesh]) AND "Occupational Exposure"[Mesh] AND "socioeconomic factors"	21

**Fuente:** elaboración propia.

La herramienta RAYYAN® se seleccionó como plataforma para eliminación de duplicados y proceso de selección de los estudios. Se utilizó el doble ciego, donde dos de los cuatro autores realizaron una preselección independiente para garantizar la imparcialidad en la decisión de incluir artículos en la revisión. En los casos de discrepancia, un tercer autor resolvió los conflictos.

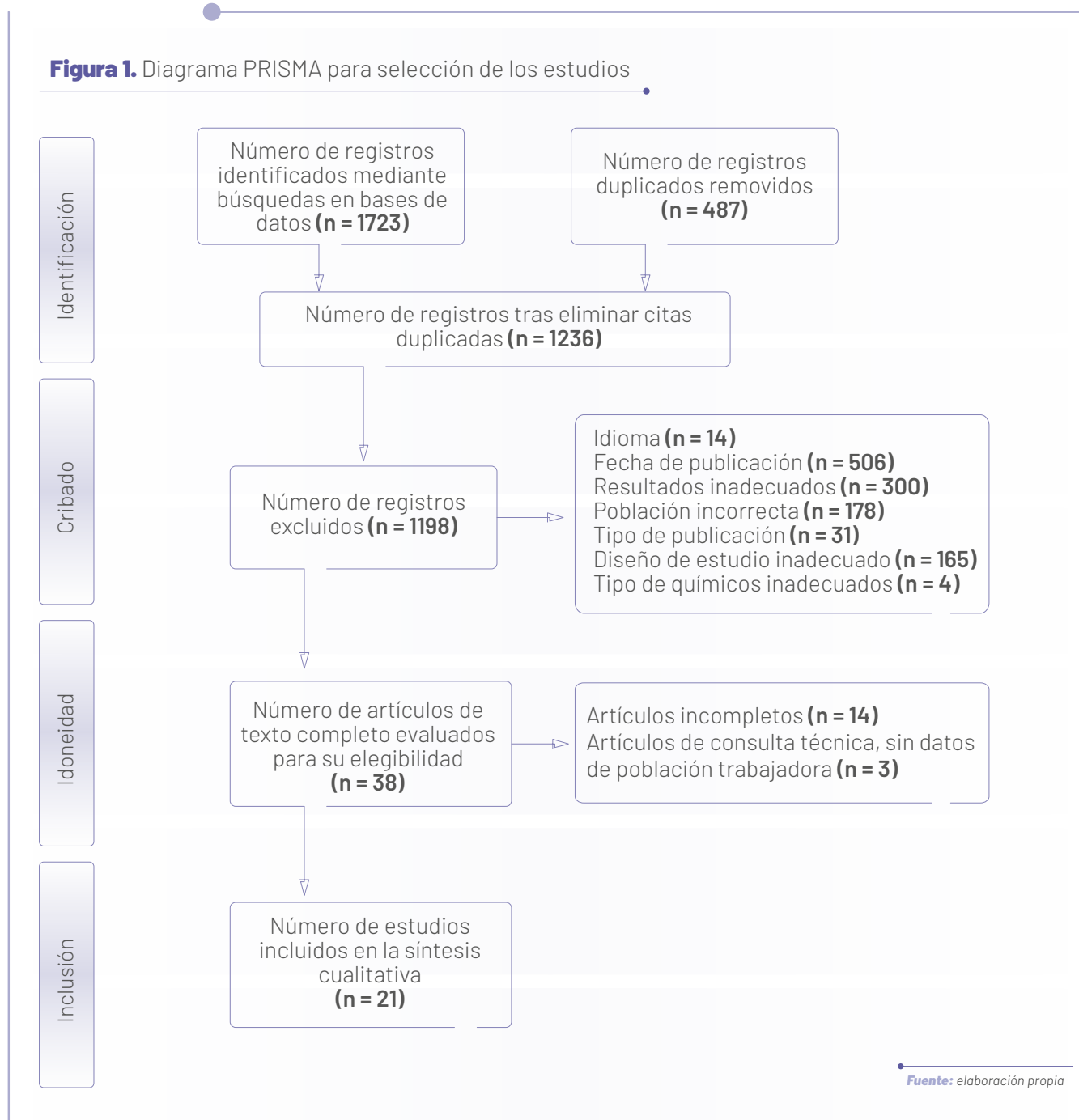
La población fue definida como: artículos en español e inglés, publicados entre 2020 y 2023,

peer review de tipo descriptivo, analítico, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Se excluyeron estudios realizados en animales, en niños y adolescentes, así como revisiones narrativas y literatura gris. Como concepto clave se definieron los conocimientos, actitudes y conductas concernientes a cuestiones relacionadas con la salud tales como enfermedades o procesos patológicos, su prevención y tratamiento, de acuerdo con el Decs. El contexto de la búsqueda se dio a nivel mundial.

Se usó el diagrama PRISMA para mostrar el proceso de selección de los estudios y el número final (n = 21) incluido en la síntesis cualitativa de la evidencia (figura 1).

Los datos obtenidos de la extracción de los resultados generales, fueron procesados en una hoja de

cálculo registrando las variables seleccionadas: características sociodemográficas de la población de estudio, conocimiento en plaguicidas, uso de elementos de protección personal, prácticas comunes relacionadas con el uso de plaguicidas e impacto en salud como signos y síntomas por exposición ocupacional a plaguicidas.



De igual manera, se atendieron criterios éticos en el desarrollo de la presente investigación, garantizando la propiedad intelectual de los autores.

## Resultados

Luego de llevar a cabo la selección de los artículos fueron incluidos en una síntesis cualitativa de la información 21 estudios (ver tabla 2), cuyas características se describen a continuación:

### Información bibliométrica de los estudios

Los estudios incluidos en esta revisión se llevaron a cabo en continentes con países en desarrollo, específicamente en África (23,8 %; n = 5), Asia Central (71,4 %; n = 15) y América Latina (4,7 %; n = 1), siendo Asia Central la región sobresaliente en la investigación. El diseño metodológico predominante fue el de corte transversal y el año con mayor aportación de literatura relacionada con el estudio fue el 2021 (n = 10).

### Factores sociodemográficos

La mayoría de los estudios se enfocaron en agricultores hombres, pero es relevante destacar que, de los 21 artículos seleccionados, 15 (71,4 %) informaron sobre la presencia de mujeres en la población analizada. El número total de mujeres traba-

jadoras fue de n = 1286, representando el 29,65 %, en comparación con los trabajadores hombres (n = 3050), que constituyen el 70,35 % restante. La edad media de los agricultores fue de 44,59 años, con variaciones notables entre países, como en el caso de Nigeria, con una edad media de 25 años (17), o Tailandia, con un promedio etario de 65 años (13).

Se encontró que los trabajadores del sector agrícola tienden a permanecer en sus oficios por períodos prolongados, con una de experiencia ponderada de 18,8 años (2,3,6,8-10,17-21).

### Nivel de formación académica

Los estudios revelaron disparidades significativas en el nivel de formación académica de los agricultores. En Bután, el 51,50 % de la población de estudio, carecía de formación, mientras que el 48,50 % restante tenía educación primaria básica (9). En Marruecos, el 43,30 % no tenía formación académica, y el 29,10 % había completado estudios primarios (3). Porcentajes similares se observaron en Pakistán, donde el 43 % de los trabajadores agrícolas carecían de formación académica (11). En el único estudio latinoamericano, realizado en Honduras, se encontró que el 63 % de los agricultores estudiados tenían educación primaria (8).

**Tabla 2.** Hallazgos relevantes de los estudios seleccionados

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Tailandia	Evaluar la exposición a plaguicidas y comprender los efectos resultantes en la salud de los trabajadores agrícolas en el norte de Tailandia.	Los agricultores informaron preocupación con relación a los efectos en salud por fumigación con plaguicidas. Las prácticas se consideraron insuficientes.	Ninguno de los trabajadores agrícolas usaba equipo de protección personal (EPP) estandarizado.	Alteraciones significativas en biomarcadores clínicos como disminución del recuento de células sanguíneas y de la actividad de la colinesterasa.	Estudio de corte transversal.	70

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Irán	Mapear el comportamiento seguro de los agricultores en la eliminación de residuos de soluciones de pulverización, los lugares para lavar los pulverizadores, la eliminación de los enjuagues y el uso de EPP. Proporcionar información fundamental para un uso más seguro de plaguicidas.	Los trabajadores que participaron en cursos de extensión tenían actitudes más positivas y un mejor comportamiento hacia el manejo y fumigación segura. Los agricultores más jóvenes y menos experimentados mostraron actitudes, intenciones y comportamientos más positivos hacia el uso seguro de plaguicidas, siendo flexibles y abiertos al cambio.	La mayoría de los participantes utilizaron pantalones y blusas de manga larga al pulverizar, seguidos de mascarilla, guantes y gorro. La mayoría de los agricultores que no utilizaron EPP señalaron que eran innecesarios o molestos durante la manipulación de plaguicidas.	No brinda información.	Estudio de correlación.	300
2021	Marruecos	Evaluar las actitudes, los conocimientos y las prácticas con respecto al uso de plaguicidas.	El 88 % no tenía capacitación en aplicación de plaguicidas. A pesar de que el 61,6 % de los trabajadores entienden las consecuencias negativas, el 87,1 % no tienen noción de los riesgos por exposición. Se identificaron buenos niveles de prácticas con respecto a cambio de ropa y baño después de aplicación de plaguicidas.	Un alto porcentaje de agricultores no usaron protección dérmica ni respiratoria.	Alteraciones visuales, mareos, cefalea y diaforesis, así como problemas respiratorios.	Estudio de corte transversal.	526
2022	Uganda	Evaluar el recuerdo de los pequeños agricultores sobre el uso de plaguicidas y los determinantes de la exposición durante un período de dos años en el contexto de un país de bajos ingresos.	La actitud de los trabajadores fue muy baja frente al uso de EPP. Se identificó un bajo conocimiento de los efectos de los plaguicidas en la salud.	La mayoría de los agricultores solo usaba EPP básicos para cubrir la parte superior del cuerpo, las piernas y los pies. Los artículos de EPP más comunes fueron botas de goma, pantalones largos y camisas de manga larga. Un pequeño	No brinda información.	Estudio de cohorte.	302

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2022	Uganda	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	porcentaje informó usar protección para los ojos, la boca o las manos.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.
2022	Indonesia	Evaluar los conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) en el manejo de plaguicidas y la prevalencia de patologías dermatológicas relacionados con la exposición a plaguicidas entre los agricultores de hortalizas del distrito de Ngablak, Java Central.	Conocimiento insuficiente sobre la lectura e interpretación de etiquetas y posible exposición a plaguicidas. La percepción frente al riesgo también se percibió como inadecuada.	Baja protección respiratoria, visual y dérmica.	Enfermedad de piel, dermatitis de contacto, cefalea, náuseas y vómito.	Estudio observacional transversal.	105
2022	Honduras	Describir las características de los conocimientos, actitudes y prácticas de uso de plaguicidas por agricultores en una zona rural de Copán Ruinas, Honduras.	Bajo conocimiento en riesgos de manejo, lectura de etiquetas y exposición a plaguicidas.	Uso de sombrero y botas impermeables principalmente.	Náuseas, vómitos, alteraciones oculares, cefalea y molestias respiratorias.	Estudio descriptivo transversal.	81
2023	Bután	Determinar el nivel de exposición a plaguicidas, identificar los factores de riesgo asociados y evaluar el conocimiento, la actitud y la práctica sobre el manejo adecuado y la gestión segura de plaguicidas.	Deficiencia en conocimientos sobre plaguicidas, brecha entre la percepción del riesgo y la aplicación de medidas preventivas, así como prácticas inadecuadas.	No brinda información.	Presentan en su mayoría enfermedades visuales y neurológicas.	Estudio observacional prospectivo.	399
2023	India	Evaluar las alteraciones bioquímicas debidas a la exposición prolongada a plaguicidas en trabajadores agrícolas, relación entre el uso de EPP y el control de la exposición.	Desconocimiento de los trabajadores sobre los productos utilizados. Prácticas deficientes como mezclar plaguicidas sin protección.	Uso de pantalón, botas de caucho, camisa manga larga. Casi la cuarta parte usaba camisa manga corta y sandalias.	Enfermedades dérmicas, visuales y neurológicas, diarrea, cefalea y náuseas.	Estudio de seguimiento de base comunitaria (Longitudinal descriptivo).	180

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Pakistán	Analizar los factores que influyen en las decisiones de los productores de hortalizas sobre el uso de equipos de seguridad al mezclar y pulverizar plaguicidas. Determinar los costos de protección y salud de los agricultores derivados de la exposición a plaguicidas. Establecer qué determina las prácticas de manipulación de plaguicidas de los agricultores.	Se encontró relación entre la educación/formación y el entendimiento de los riesgos asociados, la percepción del riesgo y, por ende, las prácticas seguras. Alrededor del 40 % de los trabajadores aplicaron, por lo menos, una práctica segura.	Bajo uso de EPP, especialmente guantes y gafas.	Visión borrosa, irritación de ojos, irritación de la piel o erupciones, mareos y dolor de cabeza, sudación y salivación, dificultad para respirar y náuseas.	Estudio observacional descriptivo con modelo de regresión logística.	307
2021	Etiopía y Hungría	Evaluar el conocimiento y la actitud de los funcionarios de extensión en relación con los riesgos para la salud de los plaguicidas, las experiencias sobre el uso de estos y los sistemas de gestión en Etiopía y Hungría para formular recomendaciones aplicables.	Los húngaros alcanzaron un 92 % de conocimiento sobre los plaguicidas y sus vías de exposición, mientras que en los etíopes estos valores fueron del 66 % y 58 %, para cada caso analizado. Frente a la actitud y percepción del riesgo, el 57 % de los trabajadores húngaros y el 14 % de los etíopes consideraron eficaz el sistema de gestión de plaguicidas.	El 76 % de los etíopes rara vez usó equipo de protección personal y el 16 % de los húngaros no lo usó.	No brinda información.	Estudio de corte transversal.	326
2021	Nepal	Evaluar los conocimientos, actitudes/percepciones y prácticas (CAP) de los agricultores y su experiencia con los síntomas de intoxicación tras la exposición a plaguicidas, con el fin de generar evidencia	Se encontró relación entre el conocimiento y la percepción, por lo que, a mayor conocimiento, mejores prácticas y menor riesgo de exposición. El 62 % de los trabajadores no tenía información sobre la	No brinda información.	Síntomas agudos como mareos y cefalea, alergias cutáneas y prurito ocular. Otros informaron náuseas/vómitos, visión borrosa, edema y calambres musculares.	Estudio descriptivo transversal.	790

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Nepal	para reducir los daños asociados a su uso.	toxicidad, ni realizó lectura de etiquetas. Se evidenciaron prácticas inseguras, métodos inadecuados de aplicación de plaguicidas.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.
2022	Tailandia	Examinar el conocimiento, la conciencia y las prácticas de los agricultores con respecto al uso de plaguicidas, y la prevalencia de síntomas de salud relacionados con la exposición a dichos agentes químicos entre quienes aplicaron organofosforados (OP) y piretroides (PY).	Buena parte de los trabajadores realizaron la adecuada selección del plaguicida, siguieron las instrucciones de las etiquetas, sabían los efectos adversos y realizaron inspección de equipos. Casi el total sabía que no deben ingerir alimentos mientras se aplica el producto. Sin embargo, se hallaron debilidades en la percepción del riesgo y en el conocimiento de las vías de ingreso de los plaguicidas al organismo.	Adecuados niveles de uso de EPP, la mayoría usó protección. El EPP menos usado fueron las gafas. La mitad de la población del estudio reconoció la importancia de utilizar estos elementos.	Los efectos agudos incluyeron visión borrosa, vómitos, náuseas, mareos, calambres, entumecimiento y debilidad muscular.	Estudio de corte transversal.	71
2022	Nigeria	Medir los conocimientos, la concienciación y las prácticas de seguridad de los agricultores rurales en relación con la aplicación y el almacenamiento de plaguicidas.	La mitad de los agricultores realizó la lectura de la etiqueta o de la hoja de seguridad, pero se evidenciaron prácticas inadecuadas.	No brinda información.	Enfermedades visuales, dérmicas y neurológicas.	Estudio de corte transversal.	285

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2023	Tailandia	Describir los factores de riesgo, la inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE) de los eritrocitos y los síntomas autoinformados, y derivar una asociación entre los factores de influencia y la inhibición de la AChE de los eritrocitos entre los agricultores de Tailandia.	El 76,6 % de los trabajadores leyó las etiquetas previo al uso de plaguicidas. Se identificaron prácticas inadecuadas que aumenta el riesgo de exposición.	Los principales EPP usados fueron mascarilla, camisa de manga larga, pantalones, sombrero y botas. Se evidenció un regular uso de guantes, bajo uso de delantal y gafas de protección.	Alteraciones neurocomportamentales, problemas respiratorios y visuales.	Estudio de corte transversal.	71
2022	India	Evaluar la magnitud, los patrones y los determinantes de la exposición dérmica a plaguicidas entre los agricultores. Evaluar el impacto del uso de EPP en la minimización de la exposición a plaguicidas. Identificar los parámetros que probablemente afecten la intensidad de la exposición. Cuantificar la exposición dérmica potencial y la exposición dérmica real durante el tratamiento con plaguicidas en un escenario de campo real. Evaluar la protección contra plaguicidas.	Los trabajadores no contaban con conocimiento técnico. La actitud y la percepción del riesgo de los trabajadores fue inadecuada, el 67 % realizó prácticas inseguras.	No uso de EPP mientras usaban plaguicidas.	Enfermedades dermatológicas.	Estudio observacional analítico.	217
2021	Narail, Bangladesh	Investigar la eficacia de la distribución de la lista de verificación sobre conductas de protección frente a plaguicidas como medida de intervención para la protección frente a plaguicidas en las zonas rurales de Asia.	Los trabajadores agrícolas carecían de conocimientos adecuados sobre los riesgos laborales y los factores de riesgo relevantes.	No brinda información.	Síntomas neurológicos, incluidos mareos, cefalea y parestesias.	Estudio de intervención de base comunitaria (ensayo comunitario).	100

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Java central, Indonesia	Evaluar las características de la exposición acumulada entre los horticultores javaneses expuestos al clorpirifos en Indonesia mediante un algoritmo validado.	Los trabajadores indicaron un conocimiento inadecuado sobre uso de plaguicidas, los posibles impactos en salud y cómo gestionar la exposición. Frente a la actitud se reportaron malas prácticas sobre hábitos de higiene y tratamiento de derrames.	La proporción de uso de elementos de protección personal (EPP) adecuados fue baja. Ninguno de los sujetos de estudio utilizó respirador, ni overol o ropa de trabajo exterior desechable. Pocos utilizaban delantales, gafas y guantes.	No brinda información.	Estudio de corte transversal.	117
2021	Zambia	Identificar qué mensajes o información sobre plaguicidas tiene mayor impacto en el conocimiento de los agricultores. Brindar información sobre dónde y cuándo los mensajes sobre plaguicidas pueden ser más efectivos.	El 70 % de los trabajadores evidenció debilidades en el conocimiento específico (niveles de toxicidad, conocimientos en etiquetas de sustancias). Solo el 65 % entendió los efectos en salud de los plaguicidas a largo plazo.	El 80 % sabía sobre la necesidad del uso de EPP; sin embargo, no hubo información sobre su uso.	Sin información sobre efectos en salud.	Ensayo controlado aleatorizado.	488
2022	Vietnam	Describir los conocimientos y las prácticas (C&P) relacionados con los plaguicidas. Evaluar los determinantes del conocimiento sobre seguridad de los plaguicidas y estimar su asociación con las prácticas de uso.	El 68,4 % de los trabajadores evidenció un conocimiento aceptable en el uso de plaguicidas debido a su participación en programas gubernamentales. Sin embargo, las prácticas fueron inseguras, con percepción del riesgo baja.	Uso de EPP (tapabocas, guantes, delantal) regular, especialmente protección respiratoria con uso de apenas el 1 %.	No brinda información.	Estudio de corte transversal.	400
2021	Nakhon Sawan, Tailandia	Evaluar el nivel de conocimientos, actitudes y prácticas sobre el uso de plaguicidas entre los agricultores de la provincia e identificar los factores que afectan su uso seguro.	Solo la cuarta parte de los trabajadores tenía un alto nivel de conocimiento, pocos sabían que los plaguicidas pueden causar una enfermedad crónica. La mitad de los	El 63,6 % de los agricultores usaba EPP u otra ropa "protectora". Sin embargo, faltan datos sobre la idoneidad y los tipos de EPP utilizados.	Mareos, cefalea, alergia cutánea, disnea, náuseas/vómitos, síntomas respiratorios y alteraciones visuales.	Estudio de corte transversal.	680

Año	País de ejecución del estudio	Objetivo	Conocimientos, actitudes y prácticas	Uso de elementos de protección personal (EPP)	Impactos en salud	Diseño del estudio	Muestra
2021	Nakhon Sawan, Tailandia	Relacionar los niveles de práctica con la prevalencia de plaguicidas de origen animal. Entregar información útil para la prevención de la exposición y los programas de capacitación sobre el uso seguro de plaguicidas.	trabajadores contaba con percepción del riesgo asociado al uso de estos productos químicos y se reportaron malas prácticas.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.	Información disponible en la página anterior.
2022	Tailandia	Determinar la toxicocinética del glifosato y su metabolito AMPA en la orina entre agricultores tailandeses que han utilizado glifosato de manera regular e intensiva.	Bajo conocimiento y prácticas inadecuadas en el uso de plaguicidas.	Bajo uso de EPP, solo la tercera parte usó guantes.	Enfermedad hepática, enfermedad renal, Alzheimer y Parkinson.	Estudio observacional prospectivo.	59

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describen las categorías identificadas en la literatura científica incluida y que dieron respuesta al objetivo del estudio:

### Conocimientos, actitudes y prácticas

El conocimiento insuficiente sobre el uso de plaguicidas se destacó en varios estudios. En Indonesia, el 93,3 % de los agricultores tenía un conocimiento deficiente y solo el 22,8 % podía leer e interpretar las etiquetas de seguridad (7). En Bután, el 59 % de los agricultores tenía un conocimiento limitado sobre el uso de plaguicidas (9). En Marruecos, el 88 % de los trabajadores no había recibido capacitación en la aplicación de plaguicidas (3). En Zambia, el 70 % de los trabajadores agrícolas mostró debilidades en el conocimiento sobre plaguicidas, especialmente en los niveles de toxicidad y en la interpretación de etiquetas (22).

El impacto de la formación se evidenció en estudios que implementaron programas educativos. En Zambia, la capacitación mejoró el conocimiento, las prácticas seguras y el uso responsable de plaguicidas (22). En Zambia y Nepal, los agricultores con educación secundaria y superior demostraron mejores prácticas, incluida la selección de plaguicidas menos tóxicos (15,22). Además, en Nepal, se encontró que el conocimiento está estrechamente vinculado a las prácticas, un hallazgo coherente con otros estudios en diversos países como Honduras, Tailandia, Irán, entre otros (2,8,16).

Los estudios evidenciaron que en países en desarrollo y de bajos ingresos, no se siguen las prácticas recomendadas para la manipulación segura de plaguicidas (2,3,11,15,23). La falta de conocimiento lleva a la elección predominante

de plaguicidas químicos sobre opciones orgánicas. De hecho, de los 21 artículos incluidos en la revisión, solo tres estudios, desarrollados en Nepal, Marruecos y Vietnam reportaban el uso de plaguicidas orgánicos (3,15,24). La percepción errónea sobre la relación entre el precio y la eficacia del plaguicida también se destaca, creyendo que, a mayor precio y toxicidad, mayor será la eficacia en el control de plagas (22).

Otro estudio en Nakhon, Tailandia, encontró mejores prácticas entre aquellos con mayor experiencia laboral y un alto conocimiento (Odds Ratio (OR) = 5,58; Intervalo de Confianza (IC) 95 % = 2,96 - 9,87). De manera similar, la preocupación y la actitud se relacionaron con las buenas prácticas (OR = 4,99; IC 95 % = 2,82 - 8,85) (25).

En el mismo estudio se identificó que los niveles de práctica también aumentaron significativamente entre los agricultores con altos niveles de conocimiento (OR = 1,76; IC 95 % = 1,03 - 3,02), preocupación (OR = 1,76; IC 95 % = 1,03 - 3,02) y un nivel neutral de actitud (OR

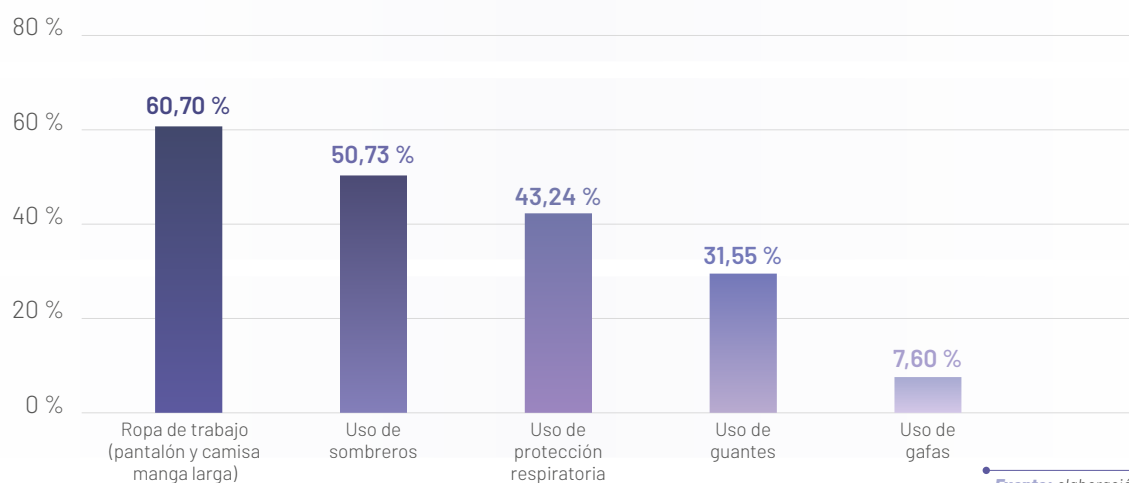
= 1,76; IC 95 % = 1,03 - 3,02), este autor también reportó que al 20,6 % de los agricultores incluidos en el estudio, no les preocupaba el usar una concentración mayor de plaguicidas a la recomendada (25).

### Uso de Elementos de Protección Personal (EPP)

La revisión reveló una baja tendencia en el uso de EPP revelando un uso insuficiente. Las gafas de seguridad fueron el elemento menos utilizado, con un uso promedio de 7,60 %, seguido por guantes (31,55 %) y protección respiratoria (43,24 %) (figura 2). En Tailandia, los agricultores alegaron problemas financieros, disponibilidad limitada, incomodidad y falta de acceso como razones para no utilizar elementos de protección respiratoria (26).

El uso promedio de sombreros en los estudios fue del 50,73 % (2,3,7,8,11,18,21,24), y la ropa de trabajo, que incluye pantalones y camisas de manga larga, delantales y overoles, se utilizó en el 60,70 % de los casos (2,6,7,15,18,24).

**Figura 2.** Elementos de protección personal utilizados por agricultores. Síntesis de artículos seleccionados



Fuente: elaboración propia

### **Impactos en salud**

La exposición a plaguicidas reportada en los estudios mostró lo siguiente: los agricultores con prácticas inseguras de manipulación de plaguicidas tenían dos veces más probabilidades de sufrir intoxicación aguda (OR = 2,2; IC 95 % = 1,4 - 3,3). La mayoría (89,5 %) de los agricultores percibieron estos síntomas como fenómenos normales o habituales al manipular plaguicidas y, por lo tanto, ignoraron las visitas a los centros de salud (15). La exposición ocupacional durante la aplicación de plaguicidas se produce principalmente por inhalación y absorción a través de la piel (16,19).

Entre los artículos revisados, se observó que la sintomatología más común presentada por los agricultores durante la exposición a plaguicidas fue cefalea y mareos, con un 62 % de incidencia, valor promedio reportado en 13 de ellos (n = 13). Estos síntomas fueron seguidos por irritación y prurito oculares, que representaron el 57 % de los casos (n = 12). Además, se registraron síntomas neurológicos en un 43 %, que incluían parestesias (OR = 6,76; IC del 95 % = 1,28 - 35,75), pérdida de memoria a corto plazo (OR = 3,75; IC del 95 % = 1,17 - 12,05) e insomnio (OR = 8,99; IC 95 % = 2,58 - 31,26) (16).

Otros síntomas reportados como los más comunes fueron dificultad para respirar (47,2 %), náuseas/vómitos (46,9 %), diarrea (42,8 %) y sarpullido (42,1 %). La prevalencia estuvo altamente correlacionada con la mala práctica del uso de plaguicidas (OR = 2,17; IC95 %, = 1,08 - 4,35) (25).

### **Discusión**

Los hallazgos de esta revisión destacan la complejidad de los factores que influyen en el manejo de plaguicidas entre los agricultores. Frente al conocimiento, la relación entre la experiencia agrícola, la formación y el nivel educativo se confirma como determinante para las conductas de higiene, el uso

de elementos de protección personal, la percepción del riesgo y el comportamiento seguro (8,14,24). La literatura respalda la idea de que una mayor educación, formación específica y experiencia, así como condiciones familiares favorables, se asocian con prácticas más seguras y una percepción del riesgo mejorada (3), mientras que la falta de conocimiento sobre la toxicidad afecta no solo la salud de los trabajadores, sino también el medio ambiente (22).

Por otra parte, el aumento en la oferta de nuevos plaguicidas contribuye a la brecha de conocimiento, reduciendo el tiempo de aprendizaje a través de la experiencia y limitando la información disponible sobre sustancias recién introducidas al mercado (22). Además, la falta de acceso a información confiable y comprensible, especialmente en idiomas accesibles para los agricultores, agrava la situación (12).

Mientras que la capacitación o entrenamiento implica "formar una persona o un grupo de personas en la aplicación teórica y práctica de una actividad en particular" (27), la obtención de conocimiento es una elección individual que requiere tiempo y esfuerzo (22) y que, al final, redundará en una mejora de la actitud hacia la percepción del riesgo. En este sentido, se considera muy relevante orientar los programas de formación continua adaptados a las necesidades de los agricultores, que aborden deficiencias en formación sobre vías de exposición, uso de elementos de protección personal, formación específica en plaguicidas (interpretación de etiquetas y fichas de datos de seguridad, mezcla de plaguicidas, mecanismos de aplicación, almacenamiento, limpieza de equipos y herramientas, eliminación de residuos, entre otros) y percepción del riesgo (3,15,20,22). Los estudios demuestran que, aunque la experiencia es importante, la formación es esencial (22), no solo desde la perspectiva técnica, sino

desde el conocimiento normativo nacional en el cual se desarrolla la actividad agrícola. Además, se plantea la implementación de estrategias que fortalezcan los procesos formativos y promuevan prácticas más seguras, incluyendo el conocimiento de las regulaciones que fomenten el uso de métodos alternativos de control reduciendo así la dependencia de plaguicidas químicos. Es necesario contar con el respaldo institucional de todas las partes interesadas para asegurar la sostenibilidad de los cambios propuestos, sin olvidar que la transferencia de la información debe ser clara y comprensible, dada la baja escolaridad predominante entre los agricultores, quienes serían, al final, la población receptora (11,22).

El impacto de la formación, entre otras cosas, se refleja en la práctica segura de compras, mezclas y fumigaciones de plaguicidas. La selección adecuada del agente químico para cada cultivo se destaca como crucial, considerando factores como toxicidad, componentes activos y tipos de control de plagas. Por ejemplo, se conoce que la formación en el uso de plaguicidas biológicos mejora la comprensión de los trabajadores en prácticas seguras y medidas de protección personal, reduciendo así su exposición a sustancias nocivas (28,29) lo cual, presumiblemente, es transferible al entrenamiento de los agricultores en otras alternativas de sustitución como las mecánicas o genéticas.

Por su parte, la actitud se consolida como una variable relevante que impacta en el uso seguro de plaguicidas que, a menudo, es pasada por alto en comparación con la formación y experiencia. Las actitudes negativas o una baja percepción del riesgo se traducen en prácticas inseguras, aumentando la probabilidad de accidentes y enfermedades laborales por exposición a plaguicidas. La falta de actitud adecuada hacia el cumplimiento de las instrucciones de uso seguro de plaguicidas y la esca-

sa comprensión de las advertencias en las etiquetas constituyen preocupaciones significativas. En contraste, mantener una actitud positiva hacia la seguridad beneficia el cumplimiento de procedimientos seguros y el uso de equipos de protección personal (2).

Las campañas de concientización también emergen como una herramienta poderosa para informar a los agricultores sobre los riesgos asociados con el uso inadecuado de plaguicidas y destacar alternativas más seguras. Utilizar medios de comunicación accesibles y mensajes claros pueden ser estrategias para llegar eficazmente a la población agrícola, promoviendo la adopción de prácticas más responsables que, según la evidencia, se ven reflejadas en cambios de actitud positiva de autocuidado y cumplimiento de instrucciones de seguridad (30).

Así mismo la gamificación educativa puede ser una herramienta adecuada para aumentar la motivación y el compromiso y, por ende, mejorar la actitud. Esta metodología combina técnicas de lúdica, competencia, cooperación y recompensa (31), siendo utilizada para el desarrollo de actitudes y comportamientos colaborativos y el estudio autónomo (32). Su aplicación en el contexto puede potenciar la adquisición de conceptos, aplicación de prácticas seguras y cumplimiento de instrucciones, tal como se ha demostrado ya en un estudio sobre efectos tóxicos de plaguicidas que usa realidad virtual en un contexto no ocupacional (33) y en otro estudio que usó juego de video interactivo para capacitar en manejo de plagas (34), experiencias que pueden ser transferibles al ámbito laboral agrícola.

Del mismo modo, la formación práctica y la mentoría se destacan como estrategias complementarias. Integrar actividades vivenciales en el campo fortalecerá la aplicación de los conocimientos adquiridos, mientras que los programas de mentoría permitirán que agricultores con experiencia compartan saberes

con otros miembros de la comunidad agrícola, lo cual, en últimas, mejora también la motivación y genera cambios actitudinales en favor del autocuidado y el "heterocuidado" (35). Esto ha sido demostrado por algunos estudios donde, incorporando modelos de base comunitaria, se adoptaron estrategias de promoción de la salud entre los trabajadores y se consolidaron redes de apoyo social (36).

Es claro que la exposición ocupacional a plaguicidas conlleva efectos adversos en la salud de tipo agudo, crónico y algunos irreversibles, muchos de los cuales aún están en estudio (16). Adicionalmente, los subregistros de casos de intoxicación que no son reportados dificultan la identificación de las causas (4). Sin embargo, está bien estudiado que los agricultores con prácticas inseguras tienen un riesgo significativamente mayor de sufrir una intoxicación (15). Las prácticas inapropiadas siguen estando documentadas en diferentes estudios (10,37) y, a su vez, la baja proporción de agricultores que utilizan EPP adecuados revela un área crítica de intervención, especialmente en climas tropicales extremos (26), donde el uso de ropa protectora como la manga larga, pantalón, botas y guantes, pueden ser incómodos.

Finalmente, esta revisión suscita la necesidad urgente de establecer estrategias integrales que aborden la educación, la formación y la actitud de los agricultores en relación con el manejo de plaguicidas. Las intervenciones deben ser culturalmente sensibles, adaptadas al nivel educativo y lingüístico de los agricultores y centradas en promover prácticas seguras (38), el uso adecuado de EPP y la comprensión de las etiquetas de riesgo. La colaboración entre el sector agrícola, los proveedores de plaguicidas, las autoridades sanitarias, ambientales y todas las demás partes interesadas es crucial para garantizar la efectividad de estas intervenciones y proteger la salud de los trabajadores agrícolas y del medio ambiente (35).

Un buen ejemplo de lo anterior se ha visto documentado en la Unión Europea en donde se ha asegurado la inversión para el desarrollo de las zonas agrícolas e impulsado prácticas sostenibles y ecológicas, mejorando la competitividad de los agricultores a través de prácticas justas, respetuosas con el medio ambiente y más eficaces, el intercambio de conocimiento y la difusión de la información (39,40), lo cual hace visible que, mediante la implementación de políticas establecidas a nivel nacional o transnacional, es factible lograr cambios actitudinales en los trabajadores manipuladores de plaguicidas, incremento del conocimiento sobre estas sustancias químicas y control de los efectos en la salud mediante la gestión integral del riesgo.

## Conclusiones

La relación entre el conocimiento y las buenas prácticas en el uso de plaguicidas se manifiesta en diversas formas. Los agricultores con más conocimientos sobre el manejo adecuado de plaguicidas tienden a disminuir la cantidad y frecuencia de aplicación de estos productos químicos, así como emplear prácticas más seguras durante la manipulación y aplicación de plaguicidas, lo que incluye el uso adecuado de elementos de protección personal, la implementación de técnicas más precisas y la gestión adecuada de los residuos químicos.

Además, los agricultores con un entendimiento más profundo de las características de los plaguicidas, su toxicidad, la comprensión de las etiquetas de seguridad y los riesgos asociados, tienden a seleccionar plaguicidas menos tóxicos y más eficaces para sus necesidades específicas. Esto no solo contribuye a la seguridad del agricultor, sino que también puede tener impactos positivos en la preservación del suelo, el agua y el ambiente en general.

Las actitudes positivas de los trabajadores frente a la manipulación y el uso de los plaguicidas son

relevantes con relación al uso seguro de los mismos, sin embargo, hay factores limitantes reportados como problemas financieros, disponibilidad limitada, incomodidad y falta de acceso para el uso de elementos de protección personal.

Los trabajadores que usan plaguicidas tienden a normalizar la sintomatología presentada. Las manifestaciones en salud más frecuentemente reportadas fueron neurológicas (cefalea, parestesias, alteraciones de la memoria y del sueño), visuales (irritación, prurito ocular), respiratorias (disnea), gastrointestinales (náusea, vómito, diarrea) y cutáneas.

## Recomendaciones

Para próximas investigaciones, se sugiere abordar las brechas en Manejo Integrado de Plagas (MIP) mediante la sustitución de sustancias químicas peligrosas por técnicas de control orgánico y manual, métodos culturales —rotación de cultivos, uso de variedades resistentes e intercalado de plantaciones—, control biológico de plagas y biotecnologías. Además, conviene explorar la automatización de procesos agrícolas como alternativa sostenible para reducir los impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente (5).

De igual manera sería deseable cubrir el efecto de los programas específicos (5) que aborden de manera integral las prácticas seguras y el mane-

jo adecuado de plaguicidas. Es necesario contar con estudios que, de modo objetivo, evalúen el efecto de la capacitación de los trabajadores agrícolas en prácticas seguras en uso de plaguicidas y su potencial reducción de los efectos de exposición.

## Limitaciones y/o dificultades en el estudio

La baja cantidad de artículos relacionados con estudios CAP (conocimientos, actitudes y prácticas) limita la generalización de los hallazgos. La heterogeneidad metodológica en los diseños de los estudios y la diversidad en el análisis de resultados restringió, a su vez, la comparación y los contrastes entre los mismos. Se declara como una limitación el sesgo de selección de los idiomas en los estudios incluidos y la no evaluación de la calidad de los artículos, aunque este proceso no es considerado obligatorio en los *scoping review*.

## Declaración de financiamiento

Los autores declaran no haber recibido apoyo económico ni subvenciones de ninguna organización para el desarrollo del artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflictos de interés.

## Referencias bibliográficas

1. Forté CA, Colacino J, Polemi K, Guytingco A, Peraino NJ, Jindaphong S, et al. Pesticide exposure and adverse health effects associated with farmwork in Northern Thailand. *J Occup Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4]; 63(1). <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12222>.
2. Bagheri A, Emami N, Damalas CA. Farmers' behavior towards safe pesticide handling: An analysis with the theory of planned behavior. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4]; 751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141709>
3. Zineb BK, Fagroud M, Karmoudi Y El, Ezrari S, Berni I, De Broe M, et al. Farmers' knowledge, attitudes, and perceptions regarding carcinogenic pesticides in fez meknes region (Morocco). *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph18201087934682625/>
4. Organización Panamericana de la Salud. Situación epidemiológica de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el Istmo Centroamericano, 1992-2000. 2002 [cited 2025 Jun 4]; Available from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/40228>
5. Kaur H, Garg H. Pesticides: environmental impacts and management strategies. In: pesticides - toxic aspects [Internet]. InTech; 2014 [cited 2025 Jun 4]. <https://doi.org/10.5772/57399>.
6. Mueller W, Atuhaire A, Mubeezi R, van den Brenk I, Kromhout H, Basinas I, et al. Evaluation of two-year recall of self-reported pesticide exposure among Ugandan smallholder farmers. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 4];240. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113911>
7. Febriana A. Pesticide management knowledge, attitude and practices in Indonesian vegetable farmers with occupational skin disease in Magelang, Central Java [Internet]. *Journal of Pakistan Association of Dermatologists*. 2022 [cited 2025 Jun 4]; 32(3): 517-525. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/385700722\\_Pesticide\\_management\\_knowledge\\_attitude\\_and\\_practices\\_in\\_Indonesian\\_vegetable\\_farmers\\_with\\_Occupational\\_Skin\\_Disease\\_in\\_Magelang\\_Central\\_Java](https://www.researchgate.net/publication/385700722_Pesticide_management_knowledge_attitude_and_practices_in_Indonesian_vegetable_farmers_with_Occupational_Skin_Disease_in_Magelang_Central_Java)
8. García-Pineda y BVL. Conocimientos, actitudes y prácticas sobre el uso de plaguicidas por agricultores en una zona rural de Copán Ruinas, Honduras, año 2019. 2022; 35(2). <https://doi.org/10.18273/revmed.v35n2-2022010>
9. Monger A, Mahat K, Dorjee, Om N, Mongar P, Dorji T, et al. Assessment of exposure to pesticides and the knowledge, attitude and practice among farmers of western Bhutan. *PLoS One* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 4]; 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286348>
10. Lari S, Yamagani P, Pandiyan A, Vanka J, Naidu M, Senthil Kumar B, et al. The impact of the use of personal-protective-equipment on the minimization of effects of exposure to pesticides among farm-workers in India. *Front Public Health* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 4];11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1075448>

11. Mehmood Y, Arshad M, Mahmood N, Kächele H, Kong R. Occupational hazards, health costs, and pesticide handling practices among vegetable growers in Pakistan. *Environ Res*. 2021 Sep 1;200. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111340>
12. Hughes D, Thongkum W, Tudpor K, Turnbull N, Yukalang N, Sychareun V, et al. Pesticides use and health impacts on farmers in Thailand, Vietnam, and Lao pdr: protocol for a survey of knowledge, behaviours and blood acetyl cholinesterase concentrations. *PLoS One* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258134>.
13. Kangkhetkron T, Juntarawijit C. Factors influencing practice of pesticide use and acute health symptoms among farmers in Nakhon Sawan, Thailand. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph18168803>
14. Tessema RA, Nagy K, Ádám B. Pesticide use, perceived health risks and management in Ethiopia and in Hungary: A comparative analysis. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph181910431>
15. Kafle S, Vaidya A, Pradhan B, Jørs E, Onta S. Factors associated with practice of chemical pesticide use and acute poisoning experienced by farmers in Chitwan district, Nepal. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18084194>
16. Thammachai A, Sapbamrer R, Rohitrattana J, Tongprasert S, Hongsibsong S, Wangsan K. Differences in knowledge, awareness, practice, and health symptoms in farmers who applied organophosphates and pyrethroids on farms. *Front Public Health* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 4];10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.802810>
17. Moda HM, Anang DM, Moses N, Manjo FM, Joshua VI, Christopher N, et al. Pesticide safety awareness among rural farmers in Dadinkowa, Gombe State, Nigeria. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2025 Jun 4];19(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph192113728>
18. Sombatsawat E, Siriwong W, Puangthongthub S. Risk factors, erythrocyte acetylcholinesterase inhibition, and self-reported symptoms of pesticide intoxication among farmers in Thailand: a cross-sectional study. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny / Annals of the National Institute of Hygiene* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 4];74(1):113-20. <https://doi.org/10.32394/rpzh.2023.0249>
19. Ichihara G, Raj Onta S, Olisah C, Jonnalagadda PR. Assessment of dermal exposure to pesticides among farmers using dosimeter and hand washing methods [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 4]. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.957774>
20. Kobashi Y, Haque SE, Nishikawa Y, Morita T, Nagami H, Sakisaka K, et al. The increase in frequency of protective behavior against pesticide poisoning in Narail, Bangladesh through use of an easy paper checklist: an interventional study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179349>

21. Liem JF, Mansyur M, Soemarko DS, Kekalih A, Subekti I, Suyatna FD, et al. Cumulative exposure characteristics of vegetable farmers exposed to chlorpyrifos in Central Java – Indonesia; a cross-sectional study. BMC Public Health [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];21(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11161-5>
22. Goeb J, Lupi F. Showing pesticides' true colors: The effects of a farmer-to-farmer training program on pesticide knowledge. J Environ Manage [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];279. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111821>
23. Forté CA, Colacino J, Polemi K, Guytingco A, Peraino NJ, Jindaphong S, et al. Pesticide exposure and adverse health effects associated with farmwork in Northern Thailand. J Occup Health [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];63(1). <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12222>
24. Galli A, Winkler MS, Doanthu T, Fuhrmann S, Huynh T, Rahn E, et al. Assessment of pesticide safety knowledge and practices in Vietnam: a cross-sectional study of smallholder farmers in the Mekong Delta. J Occup Environ Hyg [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 4]; 19(9):509-23. <https://doi.org/10.1080/15459624.2022.2100403>
25. Kangkhetkron T, Juntarawijit C. Factors influencing practice of pesticide use and acute health symptoms among farmers in Nakhon Sawan, Thailand. Int J Environ Res Public Health. 2021 Aug 2;18(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph18168803>
26. Sapbamrer R, Hongsibsong S, Naksata M, Naksata W. Insecticide filtration efficiency of respiratory protective equipment commonly worn by farmers in Thailand. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 [cited 2025 Jun 4];18(5):1-16. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052624>.
27. Alves B/. O/. DeCS. Concepto capacitación profesional DeCS [Internet]. [cited 2025 Jun 4]. Available from: [https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=51554&filter=ths\\_termall&q=capacitacion](https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=51554&filter=ths_termall&q=capacitacion)
28. Yousaf HM, Bakhsh K, Masood A. Nexus of pesticide exposure, personal preventive measures and farm workers' health safety in cotton production. Human and Ecological Risk Assessment. 2023; 29(5-6):948-65. <https://doi.org/10.1080/10807039.2023.2218940>
29. Domingues MR, Márcia ;, Bernardi R, Yurie E, Ono S, Ono MA. Agrotóxicos: Risco à saúde do trabalhador rural pesticides: risk to rural worker health [Internet]. 2004 [cited 2025 Jun 4]; 25 (1):45-53. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2004v25n1p45>
30. Halbleib ML, Dinsdale B. Farmer-centered pesticide risk reduction education in Senegal: a novel, participatory approach. journal of international agricultural and extension education [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 4]; 30(1):7-20. <https://doi.org/10.4148/2831-5960.1127>
31. Ortíz Ana, Jordán Juan, Agredal Miriam. Gamificación en educación, una panorámica sobre el estado de la cuestión. Educação e Pesquisa [Internet]. 2018 [cited 2024 Jan 25];44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>.

32. Caponetto I, Earp J, Ott M. Gamification and Education: a Literature Review [Internet]. 2014. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/266515512>
33. Boggs K, Madhok M, Ahluwalia T. SMALLgroups Development and design of a pediatric case-based virtual escape room on organophosphate toxicity empty line calibri size 12. 2024. <https://doi.org/10.21980/J8DH1V>
34. Bauer E, Ogg C. Pest private eye: Using an interactive role-playing video game to teach about pests and Integrated Pest Management. J Ext [Internet]. 2011 [cited 2025 Jun 4];49(1). <http://doi.org/10.34068/joe.49.01.15>
35. Galvin K, Krenz J, Harrington M, Palmández P, Fenske RA. Practical solutions for pesticide safety: a farm and research team participatory model. J Agromedicine [Internet]. 2016 [cited 2025 Jun 4];21(1):113-22. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2015.1107519>.
36. Helitzer DL, Hathorn G, Benally J, Ortega C. Culturally relevant model program to prevent and reduce agricultural injuries. Journal of agricultural safety and health [Internet]. 2014 [cited 2025 Jun 4]; 20(3): 175-98. <https://doi.org/10.13031/jash.20.10333>.
37. Kohsuwan K, Intayoung U, Khacha-ananda S, Sapbamrer R, Koonrungsesomboon N, Techatoei S, et al. Urinary glyphosate kinetics after occupational exposure. Int J Hyg Environ Health [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 4];245. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114021>
38. LePrevost CE, Storm JF, Asuaje CR, Cope WG. The pesticides and farmworker health toolkit: an innovative model for developing an evidence-informed program for a low-literacy, latino immigrant audience. J Ext [Internet]. 2014 [cited 2025 Jun 4];52(3). <https://doi.org/10.34068/joe.52.03.12>
39. Unión Europea. Normas y apoyo financiero a los planes estratégicos de la PAC. EUR-Lex [Internet]. 2023 [cited 2024 Feb 3]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/rules-and-financial-support-for-cap-strategic-plans.html?fromSummary=03>
40. Unión Europea. Agricultura: comprender las políticas de la Unión Europea. 2017; Disponible en: [https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/agriculture\\_es](https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/agriculture_es)