Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios
e-ISSN: 3028-4074

Vol. 3 Núm.. 2 | pp. 83-93 | e-110 Artículo de Revisión / Review article

Exposición laboral a plaguicidas: implicaciones y riesgos para la salud de los trabajadores

Occupational Exposure to Pesticides: Implications and Health Risks for Workers

Alexander Neftaly Espinales García

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud Dr. Benjamín Barreto Baca

aneg2892@gmail.com; https://orcid.org/0009-0005-0966-5847

Richard Arana Blas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud Dr. Benjamín Barreto Baca

richard.arana@cies.unan.edu.ni; https://orcid.org/0000-0002-9766-0982

Orlando Delgado Cortez

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud Dr. Benjamín Barreto Baca

delgadocortezorlando@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1463-9468

Recepción: 07 de diciembre de 2025
Aceptado: 06 de abril de 2026
Publicado: 15 de mayo de 2026

¿Cómo citar este artículo?

Espinales García, A. N., Arana Blas, R., & Delgado Cortez, O. (2026). Exposición laboral a plaguicidas: implicaciones y riesgos para la salud de los trabajadores. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios, 3*(2), 83-93. https://doi.org/10.65705/RHOMU.v3i2.110

Copyright: © 2026 Alexander Neftaly Espinales García, Richard Arana Blas, Orlando Delgado Cortez; Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

RESUMEN

Los plaguicidas se utilizan ampliamente en la agricultura para controlar plagas y mejorar la producción. Sin embargo, su uso frecuente y sin control puede generar graves consecuencias para la salud de los trabajadores, incluyendo intoxicaciones, enfermedades crónicas e incluso la muerte. Esta revisión tuvo como objetivo identificar las estrategias preventivas más efectivas frente a la exposición a plaguicidas, así como los principales aparatos y sistemas del cuerpo humano afectados. Para ello, se aplicó la estrategia PICO y los lineamientos PRISMA, garantizando un proceso metodológico riguroso. La búsqueda bibliográfica se realizó en PubMed, Redalyc, Google Académico, Elsevier y Dialnet, incluyendo estudios publicados en los últimos cinco años. De 233 artículos identificados inicialmente, se seleccionaron 17 tras eliminar duplicados y aplicar criterios de inclusión y exclusión. Los resultados evidenciaron que los sistemas más afectados por la exposición a plaguicidas son el hepático, renal, respiratorio y hematológico. Además, los estudios destacan que la capacitación, el uso adecuado de elementos de protección personal y el monitoreo clínico periódico son medidas clave para prevenir daños en la salud. Se concluye que es fundamental fortalecer la regulación, la educación ocupacional y las condiciones seguras en el sector agrícola.

PALABRAS CLAVE: Plaguicidas, Toxicidad, Trabajadores Agrícolas.

ABSTRACT

Pesticides are widely used in agriculture to control pests and improve production. However, their frequent and uncontrolled use can have serious consequences for workers' health, including poisoning, chronic illnesses, and even death. This review aimed to identify the most effective preventive strategies against pesticide exposure, as well as the main organs and systems of the human body affected. To this end, the PICO strategy and the PRISMA guidelines were applied, ensuring a rigorous methodological process. The literature search was conducted in PubMed, Redalyc, Google Scholar, Elsevier, and Dialnet, including studies published in the last five years. Of the 233 articles initially identified, 17 were selected after removing duplicates and applying inclusion and exclusion criteria. The results showed that the systems most affected by pesticide exposure are the hepatic, renal, respiratory, and hematological systems. Furthermore, the studies highlight that training, proper use of personal protective equipment, and regular clinical monitoring are key measures for preventing health problems. It is concluded that strengthening regulation, occupational education, and safe working conditions in the agricultural sector is essential.

KEYWORDS: Pesticides, Toxicity, Agricultural Workers.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son compuestos naturales o sintéticos empleados para prevenir, controlar o eliminar insectos, malezas y otras plagas que afectan la productividad agrícola. Se clasifican según su mecanismo de acción, estructura química, peligrosidad y forma de aplicación; sin embargo, su acción rara vez es exclusiva para una sola especie, por lo que pueden impactar también a organismos no diana, incluidos los seres humanos (Ahmad et al., 2024). En la práctica, esta falta de especificidad, sumada al uso frecuente y a veces insuficientemente regulado, incrementa el riesgo de exposición en poblaciones que trabajan en contextos agrícolas y periagrícolas.

La literatura reciente sostiene que distintos tipos de plaguicidas comparten mecanismos tóxicos convergentes, particularmente la inducción de estrés oxidativo mediado por especies reactivas de oxígeno y nitrógeno. Este proceso se ha vinculado con inflamación, daño celular y activación de rutas de señalización asociadas con apoptosis mitocondrial, lo que contribuye a explicar su relación con diversas enfermedades crónicas, entre ellas cáncer y trastornos cardiovasculares y neurodegenerativos (Sule et al., 2022). En coherencia con ello, revisiones contemporáneas describen que la exposición puede asociarse con efectos a corto y largo plazo, dependiendo de factores como el tipo de compuesto, la duración de la exposición y la susceptibilidad individual (Garud et al., 2024; Shekhar et al., 2024).

En el plano ocupacional, la exposición a plaguicidas representa un riesgo prioritario en salud laboral, especialmente en trabajadores que mezclan, cargan o aplican estos productos, y en quienes participan en actividades de reingreso a cultivos tratados. Además, el riesgo se agrava cuando existen déficits de capacitación, uso inadecuado o inexistente de equipos de protección personal (EPP) y debilidades en la vigilancia e inspección del trabajo, condiciones reportadas con frecuencia en contextos latinoamericanos (de-Assis et al., 2020). Por otra parte, aunque el enfoque de salud ocupacional se centra en la exposición directa en el trabajo, también se reconoce el riesgo de exposición indirecta por contaminación ambiental y la residualidad en alimentos, lo que amplía la relevancia del problema más allá del sector agrícola (Díaz Pérez et al., 2021).

Desde una perspectiva de salud pública, las intoxicaciones por sustancias químicas continúan representando una carga considerable. La Organización Mundial de la Salud ha reportado la magnitud de las intoxicaciones involuntarias y su impacto en mortalidad y pérdida de años de vida saludable (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). Complementariamente, se ha estimado una elevada ocurrencia anual de intoxicación aguda accidental por plaguicidas a nivel global, con miles de muertes asociadas, especialmente en países en desarrollo (Garud et al., 2024). Estas cifras subrayan la necesidad de fortalecer medidas preventivas, especialmente en ocupaciones agrícolas donde la exposición puede ser reiterada y acumulativa.

Aunque existe amplia evidencia sobre los daños potenciales de los plaguicidas, persisten vacíos relevantes para la práctica: (a) la evidencia suele estar fragmentada por órganos o sistemas (hepático, renal, respiratorio, hematológico, entre otros), (b) los estudios difieren en compuestos, escenarios y métricas de exposición, y (c) no siempre se sintetizan de manera integrada las estrategias preventivas con mayor aplicabilidad para entornos con recursos limitados. En consecuencia, se vuelve pertinente consolidar evidencia reciente que permita comprender, de forma organizada, los principales sistemas biológicos afectados en trabajadores expuestos y las medidas preventivas con mayor respaldo.

En este marco, el objetivo de esta revisión es identificar los principales aparatos y sistemas afectados

por la exposición ocupacional prolongada a plaguicidas en trabajadores agrícolas y describir estrategias preventivas reportadas —incluida la capacitación, el uso de EPP y el monitoreo clínico— orientadas a reducir el riesgo de intoxicación y de efectos adversos a mediano y largo plazo (Shekhar et al., 2024).

METODOLOGÍA

Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura sobre exposición ocupacional a plaguicidas y sus implicaciones en la salud de trabajadores del sector agrícola. El proceso de identificación, selección y reporte se condujo siguiendo las recomendaciones de la Declaración PRISMA 2020, con el objetivo de garantizar transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en la síntesis de evidencia (Page et al., 2021). La pregunta de investigación se estructuró mediante el enfoque PICO para delimitar con claridad la población de interés, la exposición y los desenlaces: (P) trabajadores agrícolas con exposición ocupacional a plaguicidas; (I) exposición por mezcla, aplicación o manipulación directa, así como la presencia de medidas preventivas reportadas (p. ej., capacitación, uso de equipo de protección personal y monitoreo clínico); (C) comparación con trabajadores no expuestos, con menor exposición o con diferentes niveles/tiempos de exposición; y (O) alteraciones clínicas o de biomarcadores asociadas a sistemas hepático, renal, respiratorio, hematológico u otros, además de eventos de intoxicación aguda o efectos crónicos reportados (Chocobar Reyes & Barreda Medina, 2025).

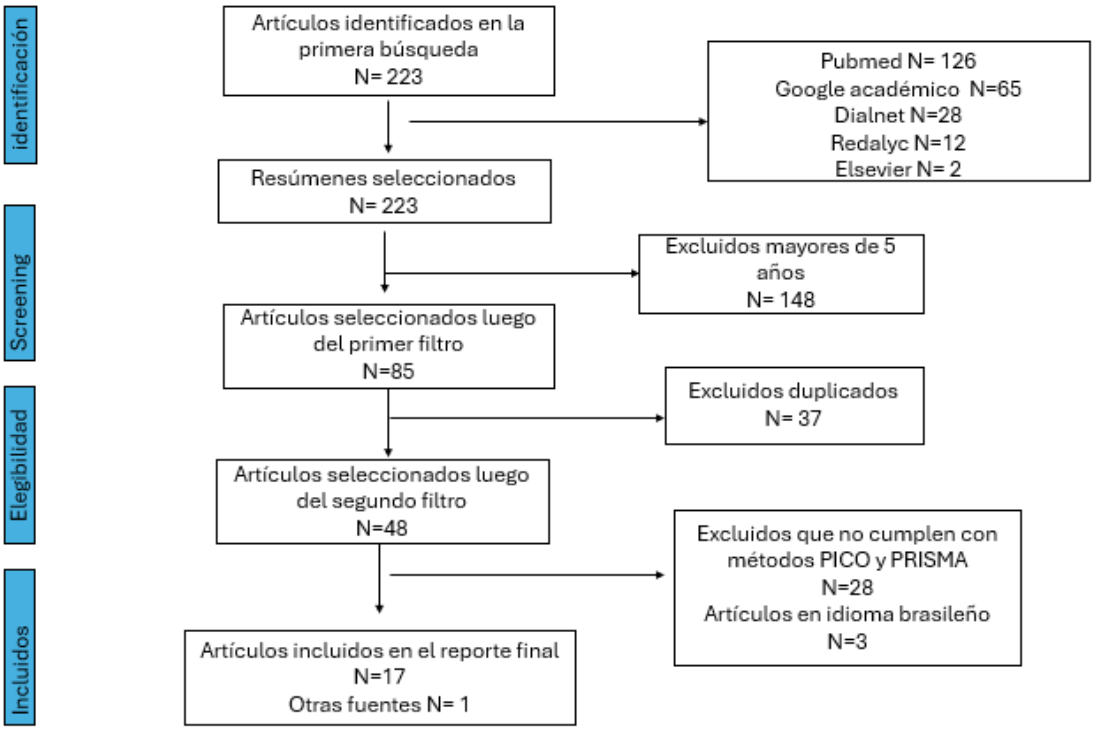
La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos y motores de uso frecuente en ciencias de la salud y literatura regional: PubMed, Google Académico, Dialnet, Redalyc y repositorios/editoriales disponibles en el entorno institucional. Se consideraron artículos en español e inglés publicados durante los últimos cinco años, priorizando evidencia reciente y aplicable a condiciones actuales de exposición y prevención. En coherencia con prácticas de reporte internacionales, en la versión final del manuscrito debe incorporarse la estrategia de búsqueda completa por fuente (términos, operadores booleanos, descriptores MeSH/DeCS, filtros aplicados y fecha exacta de consulta), a fin de permitir la replicación del proceso (Page et al., 2021).

Los criterios de inclusión contemplaron estudios originales y revisiones que abordaran exposición ocupacional a plaguicidas en trabajadores agrícolas y que reportaran desenlaces de salud o indicadores biológicos relacionados con dicha exposición. Se incluyeron publicaciones con objetivo explícito y resultados consistentes con el objetivo propuesto, en idioma español o inglés y dentro del periodo temporal definido. Se excluyeron publicaciones con antigüedad mayor a cinco años, documentos en idiomas distintos al español o inglés, registros duplicados y estudios no relacionados con exposición a plaguicidas en humanos o sin desenlaces de salud pertinentes.

El proceso de selección (ver figura 1) se realizó por etapas conforme a PRISMA: identificación de registros, depuración, cribado y elegibilidad a texto completo. En la búsqueda inicial se identificaron 223 registros. Posteriormente, se excluyeron 148 por antigüedad mayor a cinco años y se eliminaron 37 duplicados, quedando 48 artículos para evaluación de elegibilidad a texto completo. En esta fase se excluyeron 31 informes (28 por no cumplir los criterios de elegibilidad definidos por la pregunta PICO y 3 por estar redactados en portugués), incluyendo finalmente 17 estudios en la síntesis. Adicionalmente, se incorporó 1 registro proveniente de otras fuentes. Para ajustarse estrictamente a PRISMA 2020, en el reporte final se recomienda consignar de manera explícita las razones de exclusión a texto completo y asegurar que el diagrama de flujo utilice la terminología estandarizada (“registros”, “informes”, “texto completo”) (Page et al., 2021).

Figura1

Flujograma de búsqueda



La extracción de información se orientó a recuperar características metodológicas y resultados relevantes para la síntesis: país y contexto, diseño del estudio, tamaño muestral, características de los participantes, tipo de plaguicida o grupo químico cuando fue informado, forma de medición de la exposición, medidas preventivas reportadas (si las hubo), desenlaces evaluados por sistema y resultados principales. Considerando estándares internacionales, la versión final del manuscrito debe explicitar si la selección y extracción se efectuaron por dos revisores de forma independiente y cómo se resolvieron discrepancias, ya que este elemento incrementa la confiabilidad del proceso (Page et al., 2021).

Debido a la heterogeneidad entre diseños, medidas de exposición y desenlaces reportados, la evidencia se integró mediante una síntesis narrativa, agrupando los hallazgos por sistemas orgánicos (hepático, renal, respiratorio, hematológico e inmunológico) y por estrategias preventivas descritas (capacitación, uso de equipo de protección personal y monitoreo clínico/biomédico). Finalmente, para alinearse plenamente con estándares internacionales de revisiones sistemáticas, se recomienda incorporar una evaluación formal de calidad metodológica y riesgo de sesgo con herramientas acordes al tipo de estudio (p. ej., checklists JBI o Newcastle–Ottawa para observacionales), de modo que las conclusiones se ponderen según la solidez de la evidencia disponible (Page et al., 2021).

RESULTADOS

La búsqueda identificó 223 registros en las fuentes consultadas (PubMed = 126, Google Académico = 65, Dialnet = 28, Redalyc = 12 y Elsevier = 2). Tras aplicar el filtro temporal, se excluyeron 148 registros por antigüedad mayor a cinco años y posteriormente se eliminaron 37 duplicados. En total, 48 informes fueron

evaluados a texto completo para determinar elegibilidad. De estos, 31 se excluyeron con razones, principalmente por no ajustarse a los criterios de elegibilidad definidos por la pregunta PICO (n = 28) o por idioma portugués (n = 3). Finalmente, se incluyeron 17 estudios en la síntesis y se incorporó 1 registro adicional identificado en otras fuentes, conforme al flujograma presentado (Figura 1).

En términos generales, los estudios incluidos corresponden mayoritariamente a diseños observacionales con variación en tamaño muestral, forma de medición de la exposición y desenlaces evaluados. La evidencia procede de contextos de América Latina (Perú, Ecuador, Brasil, México y Nicaragua) y Asia occidental (Irán), e incluye comparaciones entre grupos expuestos y no expuestos o, en algunos casos, entre exposición directa (fumigadores) e indirecta (residentes cercanos a zonas agrícolas). Dado que los estudios presentan heterogeneidad metodológica (p. ej., diferentes plaguicidas, intensidades de exposición y métricas clínicas/laboratoriales), la síntesis se presenta de forma narrativa, organizada por sistemas orgánicos y por elementos preventivos reportados.

En relación con los efectos sobre el sistema hepático, se reportan hallazgos compatibles con hepatotoxicidad asociada a exposición a plaguicidas, particularmente organofosforados. En Perú, un estudio epidemiológico informó afectación hepatobiliar y alteraciones en pruebas de función hepática (incluyendo fosfatasa alcalina, transaminasas y bilirrubinas) por encima de rangos aceptados, lo que sugiere compromiso hepático en personas expuestas (Narro Cabezas, 2022). En contraste, en Ecuador se describió que, en un grupo de trabajadores expuestos que refirió uso de equipo de protección personal, los parámetros hematológicos, hepáticos y renales se mantuvieron dentro de rangos establecidos, lo cual sugiere que las prácticas preventivas podrían asociarse con perfiles biomédicos más favorables en poblaciones expuestas (Núñez Quezada et al., 2022).

Respecto al sistema renal, los resultados sugieren deterioro funcional en escenarios de exposición ocupacional e incluso en exposición indirecta. En Irán, un estudio caso-control reportó creatinina sérica significativamente más alta y disminución de la tasa de filtración glomerular tanto en fumigadores como en residentes cercanos a huertos, en comparación con controles, lo que respalda un patrón de afectación renal en grupos expuestos. Asimismo, se describieron asociaciones entre indicadores de exposición acumulativa y años de fumigación con marcadores de daño renal, lo que es consistente con un componente acumulativo del riesgo; adicionalmente, el uso de equipo de protección personal se asoció con valores más favorables de algunos indicadores en fumigadores (Nosratabad et al., 2025).

En el sistema respiratorio, se reportaron síntomas respiratorios y rinitis en trabajadores agrícolas con exposición, aunque no todos los estudios mostraron diferencias claras en pruebas funcionales. En México, se observó presencia de síntomas como tos nocturna y sibilancias asociadas al esfuerzo, además de rinitis actual en una proporción de trabajadores agrícolas con antecedentes de aplicación de plaguicidas (Alcalá et al., 2024). En Irán, un estudio transversal no halló diferencias estadísticamente significativas en parámetros espirométricos entre trabajadores formuladores expuestos y controles administrativos, aunque sí se describió menor promedio de parámetros espirométricos entre fumadores del grupo expuesto, lo que sugiere que el tabaquismo podría modificar o potenciar la afectación respiratoria en presencia de exposición ocupacional (Amin Rashid et al., 2022).

En cuanto a desenlaces hematológicos e inmunológicos, se reportaron resultados heterogéneos según contexto. En Nicaragua, un estudio realizado en Managua identificó casos de metahemoglobinemia en trabajadores evaluados, con prevalencia reportada de 9.8% y asociaciones significativas con exposición a

propanil, no uso de protección, mayor antigüedad laboral y anemia; además, se describió mejoría clínica tras manejo con vitamina C, lo que refuerza la utilidad de la detección clínica y el abordaje oportuno en ambientes ocupacionales (Treminio-Obando et al., 2025). En Brasil, al comparar trabajadores agrícolas expuestos con no agrícolas, se evaluaron autoanticuerpos (anti-CCP y ANA) sin encontrar diferencias concluyentes en niveles promedio, aunque con proporciones discretamente mayores de positividad en el grupo agrícola, lo cual sugiere que la evidencia inmunológica aún es insuficiente para conclusiones firmes y requiere estudios con mejor control de confusión y caracterización de exposición (Santos et al., 2022).

De manera transversal, los estudios revisados señalan que la implementación de medidas preventivas —en particular capacitación, uso adecuado de equipo de protección personal y monitoreo clínico/biomédico periódico— se asocia con menor probabilidad de alteraciones detectables o con mejor control del riesgo en poblaciones expuestas. Sin embargo, en el conjunto de evidencia incluida, la "efectividad" de estas medidas no siempre se evalúa con diseños comparativos robustos; por ello, los resultados deben interpretarse principalmente como asociaciones observacionales y no como pruebas causales definitivas.

DISCUSIÓN

La presente revisión tuvo como objetivo principal identificar las principales estrategias efectivas que se han implementado para la prevención asociadas al uso de plaguicidas y los principales aparatos y sistemas afectados. A partir del análisis de los estudios seleccionados bajo los lineamientos metodológicos PRISMA y PICO, se evidencia una afectación multisistémica asociada principalmente a la exposición ocupacional crónica, con predominio de compromiso hepático, renal, respiratorio, hematológico e inmunológico.

Como una estrategia fundamental, se identifica la capacitación continua de los trabajadores agrícolas ya que mejora el conocimiento sobre el manejo seguro de plaguicidas, la identificación de riesgos y la correcta aplicación de medidas preventivas. Los estudios revisados coinciden en que los trabajadores con mayor nivel de formación presentan menor incidencia de alteraciones sistémicas.

En relación con la función hepática, los hallazgos, muestran elevaciones significativas de enzimas como fosfatasa alcalina, TGO, TGP y bilirrubinas en personas expuestas a organofosforados, lo que confirma el efecto hepatotóxico descrito en la literatura reciente. Este daño parece estar vinculado tanto a exposiciones accidentales como ocupacionales, y su magnitud supera promedios internacionales de incidencia, lo cual sugiere deficiencias en los sistemas de vigilancia y control.

Respecto al sistema renal, se evidenció niveles elevados de creatinina sérica y disminución de la tasa de filtración glomerular en fumigadores y residentes cercanos a zonas agrícolas. Estos resultados refuerzan la hipótesis de un deterioro renal progresivo relacionado con la exposición acumulativa, particularmente cuando el uso de equipo de protección personal (EPP) es inadecuado. La correlación positiva entre años de fumigación e indicadores de daño renal confirma un efecto dosis–respuesta.

En el ámbito respiratorio, se documentaron síntomas como tos nocturna, sibilancias y rinitis en trabajadores agrícolas expuestos. Aunque algunos estudios no encontraron diferencias estadísticamente significativas en parámetros espirométricos, sí se observó mayor afectación en trabajadores fumadores, lo que indica un posible efecto sinérgico entre exposición química y hábitos de riesgo.

Desde el punto de vista hematológico e inmunológico, los estudios en Brasil mostraron prevalencias discretamente mayores de autoanticuerpos en trabajadores agrícolas, aunque sin diferencias concluyentes.

Sin embargo, en Nicaragua, el estudio realizado en Managua evidenció una prevalencia de metahemoglobinemia del 9.8%, asociada significativamente al no uso de protección y a más de tres años de exposición laboral.

Este hallazgo es particularmente relevante para el contexto centroamericano, donde los sistemas de inspección laboral son limitados y la vigilancia epidemiológica aún presenta brechas importantes. De forma consistente, los estudios revisados coinciden en que el uso adecuado de EPP constituye un factor protector determinante. En Ecuador, todos los trabajadores reportaron utilizar protección, lo cual podría explicar que sus parámetros hematológicos y bioquímicos se mantuvieran dentro de rangos normales. En contraste, en Brasil el uso de mascarillas y guantes durante la mezcla de pesticidas fue mínimo, lo que incrementa el riesgo de exposición directa.

Otra estrategia relevante es la implementación de monitoreo clínico y biomédico periódico, incluyendo evaluaciones de función hepática, renal y hematológica. Esta medida permite la detección temprana de alteraciones y la intervención oportuna, evitando la progresión de daños crónicos asociados a la exposición prolongada.

CONCLUSIONES

La evidencia analizada confirma que la exposición prolongada a plaguicidas constituye un problema relevante de salud ocupacional, con afectación predominante de los sistemas hepático, renal, respiratorio y hematológico. Los organofosforados destacan como uno de los grupos químicos más asociados a alteraciones bioquímicas significativas.

Se identificó una relación directa entre años de exposición y deterioro funcional, particularmente a nivel renal y hematológico, lo que demuestra un efecto acumulativo. El uso inadecuado o inexistente de equipo de protección personal incrementa considerablemente el riesgo de intoxicaciones agudas y crónicas.

Los estudios revisados subrayan que la implementación efectiva de medidas preventivas incluyendo capacitación, uso obligatorio de EPP, monitoreo clínico periódico y fortalecimiento de la inspección laboral puede reducir significativamente las alteraciones sistémicas en trabajadores agrícolas.

Es imprescindible promover políticas públicas integrales que articulen vigilancia epidemiológica, regulación del uso de plaguicidas y educación en salud ocupacional, con el fin de minimizar los efectos adversos a mediano y largo plazo y garantizar condiciones laborales seguras en el sector agrícola.

REFERENCIAS

Ahmad, M. F., Ahmad , F. A., Alsayegh, A. A., Zeyaullah, M., AlShahrani, A. M., Muzammil, K., & Saati, A. A. (2024). Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon, 10*, e29128. https://doi.org/10.1016

de-Assis, M. P., Barcella, R. C., Padilha, J. C., Pohl, H. H., & Suzane Beatriz Frantz Krug, S. F. (2020). Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Rev Bras Med Trab, 18*(3), 352-363.

Núñez Quezada, T. C., Villasmil, N. R., Sánchez Prado, R. E., Jaramillo Jaramillo, C. G., & Ramon Japón, G. E. (2022). Biomarcadores de afección hematológica, hepática y renal en trabajadores expuestos a plaguicidas . *Polo del Conocimiento , 7*(7), 827-842. https://doi.org/10.23857

Alcalá, C. S., Armendáriz-Arnez, C., Mora, A., Rodriguez-Zamora, M. G., Bradman, A., Fuhrimann, S., . . . Rosa, M. (2024). Association of pesticide exposure with respiratory health outcomes and rhinitis in avocado farmworkers from Michoacán, Mexico. *Science of Total Environmental , 945*. https://doi.org/10.1016

Amin Rashid, M., Asilian Mahabad, H., Khavanin, A., & Tajik, L. (2022). The association between blood, urine, respiratory, neurobehavioral parameters and occupational exposure to organophosphorus pesticides: a cross-sectional study among formulators. *African Health Sciences, 22*(3), 681-696. https://doi.org/10.4314

Arana Cruz, K. R., Chamorro Segovia, E. A., & Delgado Cortez, O. (2025). Diagnóstico de Salud Ocupacional en trabajadores del Sector Hidrocarburos en Nicaragua. *Scientific Journal: Care & Tech, 3*(2), 69-87. https://doi.org/10.69821

Arias-Carrión, O. (2024). Guía para escribir un artículo científico. *Revista Española de Geriatría y Gerontología, 59*(1). https://doi.org/10.1016

Chocobar Reyes, E. J., & Barreda Medina, R. F. (2025). Estructuras metodológicas PICO y PRISMA 2020 en la elaboración de artículos de revisión sistemática: Lo que todo investigador debe conocer y dominar. *Revista Científica Multidisciplinar, 9*(1), 8525-8543. https://doi.org/10.37811

Díaz Pérez, A. A., Luzuriaga Amado, J. M., Monroy Pesantez, M. F., & Vera Hinojosa, J. A. (2021). Manejo de emergencia en intoxicación por plaguicidas . *RECIMUNDO , 5*(1), 179-186. https://doi.org/ 10.26820

Garud, A., Pawar, S., Patil, M. S., Kale, S. R., & Patil, S. (2024). A Scientific Review of Pesticides: Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact. *Cureus, 16*(8), e67945. https://doi.org/10.7759

Narro Cabezas, G. (2022). Efectos de los plaguicidas organofosforados en la salud hepatológica de las personas y el medio ambiente en Paiján. 2019 . *Revista Ciencia y Tecnología , 18*(3), 89-100. https://doi.org/10.17268

Nosratabad, F., Assadollahi, Z., Saed, A., Jamshidi, M., Amin Lotf, M., Eslam, H., & Salehipour, S. (2025). Exposure to pesticides and renal function in agricultural workers in Rafsanjan, Iran: a case-control study. *Journal of Health, Population and Nutrition, 44*. https://doi.org/10.1186

OMS. (14 de Enero de 2021). *Organización Mundial de la Salud* . Organización Mundial de la Salud : https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240009523

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., . . . Akl, E. A. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología, 75*(9), 790-799. https://doi.org/10.1016

Santos, A. S., Parks, C. G., Senna, M. M., & Meyer, A. (2022). Levels of anti-cyclic citrullinated peptide and antinuclear antibodies in Brazilian agricultural workers exposed to pesticides and fertilizers . *Science of The Total Environment, 10*(838). https://doi.org/101.16

Shekhar, C., Khosya, R., Thakur, K., Mahajan, D., Kumar, R., Kumar, S., & Kumar Sharma, A. (2024). A systematic review of pesticide exposure, associated risks, and long-term human health impacts. *Toxicology Reports, 13*. https://doi.org/10.1016

Sule, R. O., Condon, L., & Gomes, A. V. (2022). A Common Feature of Pesticides: Oxidative Stress—The Role of Oxidative Stress in Pesticide-Induced Toxicity. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022*(1). https://doi.org/10.1155

Treminio-Obando, A. J., Toruño-Valladares, A., & Delgado-Cortez, O. (2025). Metahemoglobinemia adquirida secundaria a exposición a plaguicidas: Rol de la vitamina C. *Revista Chilena de Salud Pública , 29*, e74931. https://doi.org/10.5354

Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Internarional Journal of Enviromental Research and Public Health, 18*(3), 1112. https://doi.org/10.3390

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaramos no tener conflictos de intereses de índole financiero, ni personales u otro tipo que influya en la realización de esta revisión sistemática que es parte de un programa de postgrado, lo cual evidencia la transparencia y alineación con estándares como PRISMA que recomienda su inclusión entes de la bibliografía para publicaciones académicas.

FINANCIAMIENTO

El artículo no tiene financiamiento

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD AUTORAL

Alexander Neftaly Espinales García: conceptualización, revisión sistémica, análisis formal, redacción formal.

Richard Arana Blas: revisión sistémica, análisis formal, redacción formal.

Orlando Delgado Cortez: revisión sistémica, análisis formal, redacción formal formateador del texto.