Revisión sistemática sobre los efectos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores agrícolas de fincas bananeras: una perspectiva global y regional

Autor: YULIANA GUADALUPE REINA GOMEZ
Tutor: KENNY FERNANDO ESCOBAR SEGOVIA
a. Master en Seguridad y Salud Ocupacional
E-mail: yuliana.reina@uees.edu.ec

Fecha: 28 de junio de 2025

Palabras clave:
Agroquímicos
Trabajadores Agrícolas

Resumen:

El uso de agroquímicos en la agricultura ha incrementado la productividad de los cultivos, pero también ha generado preocupaciones significativas respecto a sus efectos sobre la salud de los trabajadores agrícolas. En América Latina, el uso frecuente de pesticidas altamente tóxicos, sumado a la escasa regulación y formación técnica, ha aumentado los riesgos ocupacionales asociados a su aplicación. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores agrícolas a través de una revisión sistemática de estudios científicos recientes, con el fin de identificar los principales riesgos ocupacionales y proponer estrategias preventivas. Se llevó a cabo una revisión sistemática conforme a las directrices PRISMA. La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando descriptores MeSH vinculados a agroquímicos y salud ocupacional. Se seleccionaron 17 estudios originales, cuya calidad metodológica fue evaluada mediante las herramientas del Joanna Briggs Institute (JBI) según el tipo de diseño. La evidencia recopilada mostró efectos adversos en distintos sistemas del organismo: daño genético, alteraciones hepáticas, renales, neurológicas, respiratorias y reproductivas, así como una mayor incidencia de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Se identificó una baja adherencia al uso de equipo de protección personal (EPP), influenciada por factores como edad, nivel educativo y percepción del riesgo. También se documentaron deficiencias en la fiscalización y formación técnica en contextos rurales. La exposición crónica a pesticidas representa una amenaza grave para la salud de los trabajadores agrícolas. Es indispensable implementar políticas públicas enfocadas en la capacitación continua, el uso obligatorio de EPP, la vigilancia epidemiológica y la regulación efectiva del uso de agroquímicos. Asimismo, se

destaca la necesidad de estudios longitudinales que profundicen en los efectos acumulativos a largo plazo.

Keywords:
Agrochemicals
Agricultural Workers

Abstract:
The use of agrochemicals in agriculture has increased crop productivity but has also raised significant concerns regarding their effects on the health of agricultural workers. In Latin America, the frequent use of highly toxic pesticides, combined with limited regulation and technical training, has heightened occupational risks associated with their application. The objective of this study was to analyze the effects of agrochemicals on the health of agricultural workers through a systematic review of recent scientific studies, to identify major occupational hazards and propose preventive strategies. A systematic review was conducted in accordance with PRISMA guidelines. The literature search was carried out in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases, using MeSH descriptors related to agrochemicals and occupational health. Seventeen original studies were selected, and their methodological quality was assessed using the Joanna Briggs Institute (JBI) critical appraisal tools according to study design. The collected evidence showed adverse effects on various body systems, including genetic damage, hepatic, renal, neurological, respiratory, and reproductive alterations, as well as an increased incidence of cancer and cardiovascular diseases. Low adherence to the use of personal protective equipment (PPE) was identified, influenced by factors such as age, education level, and risk perception. Additionally, deficiencies in enforcement and technical training in rural contexts were documented. Chronic exposure to pesticides poses a serious threat to the health of agricultural workers. It is essential to implement public policies focused on continuous training, mandatory use of PPE, epidemiological surveillance, and effective regulation of agrochemical use. Furthermore, there is a pressing need for longitudinal studies that explore the long-term cumulative effects of such exposure.

Introducción

El uso de agroquímicos en la agricultura ha sido una práctica común para aumentar la productividad y controlar plagas, sin embargo, la exposición a estos productos ha generado preocupaciones sobre sus efectos en la salud de los trabajadores agrícolas (Moreira et al., 2021).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha señalado que la exposición a pesticidas constituye uno de los mayores riesgos para los trabajadores del sector agrícola, representando hasta el 14% de todas las lesiones profesionales en algunos países y el 10% de todas las lesiones fatales en el sector agrícola (Orlando, 2022). A pesar de las deficiencias en los sistemas nacionales de información, se estima que los países en desarrollo consumen más del 20% de la producción mundial de agroquímicos, siendo responsables de aproximadamente el 70% de los casos de intoxicación aguda en la población activa (Salamanca, 2020).

En Buenos Aires, Argentina, se analizó cómo los agroquímicos usados en sistemas agrícolas convencionales contaminan suelos, agua y aire, afectando agroecosistemas vecinos. Se evaluó el papel de barreras naturales para disminuir este impacto y proteger la biodiversidad (Sarandón y Marino, 2021). Los síntomas reportados incluyen irritación ocular, problemas respiratorios y afecciones dérmicas, muchos de los cuales están asociados con el uso de agroquímicos prohibidos en Europa, como el clorotalonil, el mancozeb y el clorpirifos. Investigaciones de la Universidad Nacional de Costa Rica han identificado impactos en la salud tiroidea y el desarrollo fetal en mujeres expuestas a estos pesticidas (Saldarriaga, 2024).

La industria bananera ha causado pérdida de biodiversidad y daño ambiental por el uso excesivo de agroquímicos y expansión de cultivos, especialmente en la zona sur de El Oro, Ecuador (Zhiminaicela et al., 2020). Un estudio realizado en Ecuador comparó la exposición a pesticidas y los efectos en la salud de trabajadores en plantaciones bananeras convencionales y ecológicas.

La investigación en Tufiño (Carchi) identificó riesgos por el uso de agroquímicos en agricultores, revelando baja capacitación (solo el 5 %) pese a su uso frecuente. Se propusieron estrategias educativas para mejorar la salud y seguridad en el trabajo agrícola (Nazate et al., 2023).

Existen los agroquímicos organofosforados causan intoxicación al afectar el sistema nervioso. Provocan síntomas como salivación y dificultad respiratoria (Figueiredo et al., 2023). Su tratamiento debe ser inmediato para evitar consecuencias graves (Vasquez, 2020). Como parte de una solución es integración de Big Data e IoT en la producción de banano orgánico optimiza el monitoreo de variables agrícolas, reduciendo el uso de agroquímicos mediante decisiones más precisas y sostenibles para proteger la salud humana y el ambiente (Cevallos et al., 2020).

A pesar de que los agroquímicos continúan siendo herramientas esenciales para sostener la productividad agrícola en América Latina, su uso intensivo y muchas veces inadecuado ha generado un problema complejo con múltiples dimensiones que afectan gravemente la salud humana, el ambiente y la sostenibilidad del sector agrícola (Anderjaska et al., 2020).

Los trabajadores agrícolas, en particular aquellos que laboran en fincas bananeras, están expuestos crónicamente a plaguicidas como organofosforados, carbamatos y fungicidas clorados, muchos de ellos prohibidos en países desarrollados, pero aún utilizados en los cultivos de la región.

Esta exposición se produce frecuentemente sin equipos de protección adecuados ni capacitación técnica, lo que ha derivado en un incremento de casos de intoxicaciones agudas, enfermedades dérmicas, alteraciones hormonales, daños neurológicos y efectos genotóxicos que incluso podrían estar relacionados con un mayor riesgo de cáncer. Además, la informalidad laboral de fincas pequeñas y medianas, la falta de fiscalización efectiva y las deficientes condiciones de salud ocupacional agravan la vulnerabilidad de los trabajadores, especialmente de los trabajadores de empresas, pequeñas donde no se tiene el pulmón económico, para departamento de SSO.

El uso continuo y elevado de agroquímicos en la producción agrícola genera impactos adversos significativos sobre la salud de los trabajadores y la integridad de los ecosistemas agrícolas. La exposición prolongada a estos productos se asocia con daños genotóxicos, neurotóxicos y desequilibrios ambientales, afectando la biodiversidad y la sustentabilidad del sector agrícola (Agrocalidad, 2023). Además, la contaminación del suelo, agua y aire producto de los agroquímicos contribuye a la degradación de los agroecosistemas, comprometiendo la productividad y la calidad de vida en las zonas agrícolas (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021). Es importante conocer cuáles son los agroquímicos prohibidos en los cultivos de Ecuador.

Por tanto, es imprescindible desarrollar estrategias integradas que permitan monitorear y mitigar los efectos negativos de los agroquímicos (Organizacion de Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, 2025). La implementación de prácticas agrícolas responsables, junto con la capacitación adecuada de los trabajadores y el control riguroso de los niveles de agroquímicos, garantizará la protección del medio ambiente y la salud ocupacional, promoviendo un desarrollo agrícola sostenible y resiliente (CODEX ALIMENTARIUS, 2025).

El objetivo de este estudio es analizar los efectos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores agrícolas mediante una revisión sistemática de estudios científicos recientes, con el fin de identificar riesgos ocupacionales asociados y proponer estrategias preventivas que mejoren las condiciones laborales en el sector agrícola.

Revisión de Literatura

Agroquímicos

Son productos químicos usados en la agricultura para controlar todo tipo de plagas y enfermedades con la finalidad de mejorar el rendimiento de las cosechas. Comúnmente hay 9 clasificación de agroquímicos: insecticidas: contra insectos, herbicidas: contra malezas, fungicidas: contra hongos, nematicidas: contra nematodos (gusanos del suelo), acaricidas: contra ácaros, rodenticidas: contra roedores, fertilizantes químicos: para nutrir y mejorar el crecimiento de la planta, reguladores del crecimiento vegetal: para controlar floración, maduración, defoliantes y desecantes: para provocar caída de hojas o secado del cultivo (Froger et al., 2023).

Sin embargo, en Ecuador los más comunes son 5 tipos de agroquímicos de los cuales insecticidas y nematicidas suelen tener un componente químico como el organofosforado que lo que hace es provocar la acumulación de neurotransmisores para lleva a la muerte del insecto, o a los nematodos que se quieren matar, y sin una buena proteón al momento de aplicarlos y sin temperaturas adecuadas, puede ser fatal para las personas que están a sus alrededores. Los organofosforados más comunes son: clorpirifós, malatión, dimetoato, oxamilo (Hippert et al., 2024)

En Ecuador, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) emitió diversas resoluciones para prohibir o restringir el uso de 46 productos agroquímicos debido a su alta toxicidad, persistencia ambiental o riesgos para la salud humana y animal. Estas medidas siempre buscan garantizar la seguridad alimentaria, preservar la salud humana y animal y la protección del medio ambiente (González y Segovia, 2022).

El 4 de agosto del 2023 mediante la Resolución No. 0203, la agencia de control Agrocalidad prohibió el registro de productos que contengan las moléculas de Aldicarb, Azinfos-metilo, Forato y Tributilo de Estaño, debido a sus efectos nocivos para la salud y el ambiente, se publicó un listado de plaguicidas prohibidos en el país, que incluye sustancias como el DDT, endosulfán, monocrotofos, paratión, entre otros, por estar cancelados y prohibidos su uso en varios países (Agrocalidad, 2023)

Agrocalidad se basó en el Convenio de Rotterdam para elaborar y actualizar el listado de productos agroquímicos prohibidos en Ecuador. Este convenio internacional regula el comercio de productos químicos peligrosos a través del mecanismo de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP), que obliga a los países exportadores a notificar y obtener autorización del país importador antes de enviar sustancias listadas. Actualmente, el convenio incluye 55 sustancias químicas, de las cuales 36 son plaguicidas severamente restringidos o prohibidos debido a su alta toxicidad y riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Al adoptar estos lineamientos internacionales, Agrocalidad asegura que la regulación nacional proteja de manera efectiva la salud, la seguridad y el medio ambiente frente al uso y comercio de agroquímicos peligrosos (Secretariat of the Rotterdam Convention, 2023).

Trabajadores agrícolas

Los aplicadores de agroquímicos, que forman parte del segmento de los trabajadores agrícolas, están expuestos a una serie de riesgos ocupacionales significativos para su salud debido al contacto directo con sustancias químicas peligrosas. Esta exposición puede causar efectos agudos como irritación, mareos o náuseas, y efectos crónicos como daños neurológicos, hormonales o cáncer. En Ecuador, donde el uso de agroquímicos es intensivo, especialmente en cultivos como el banano, estos trabajadores son particularmente vulnerables, sobre todo cuando no cuentan con el equipo de protección personal adecuado ni con la debida capacitación sobre los agroquímicos que aplican. Y esto es un alto riesgo tanto para la salud de ellos, así como para la del medio ambiente (Rydz et al., 2021).

Los trabajadores agrícolas que están en constante manipulación de agroquímicos deben estar capacitados para identificar las etiquetas de los productos, ya que estas indican el nivel de toxicidad

mediante un código de colores, así como las recomendaciones específicas de uso. Es esencial que conozcan cómo y cuándo aplicarlos correctamente: el momento más recomendable del día es muy temprano en la mañana o al final de la tarde, cuando las temperaturas son más bajas y se reduce el riesgo de evaporación o intoxicación. También se deben evitar aplicaciones en días con viento o lluvia, ya que pueden dispersar o diluir el producto, afectando su eficacia y seguridad. Además, es importante preparar las mezclas en áreas ventiladas, seguir las dosis indicadas por el fabricante, y utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado para cada producto. Todo esto garantiza una aplicación más segura tanto para el trabajador como para el ambiente (Sulaiman et al., 2020).

Los aplicadores de agroquímicos deben someterse a evaluaciones médicas específicas de forma periódica para garantizar que su salud sea compatible con la exposición a sustancias tóxicas. Entre los exámenes más importantes se encuentran el examen físico general, pruebas hematológicas para detectar alteraciones en la sangre, análisis bioquímicos para evaluar la función hepática y renal, y estudios dermatológicos para identificar posibles afecciones cutáneas causadas por el contacto con químicos. Además, es fundamental la medición de la actividad de colinesterasa plasmática y eritrocitaria, especialmente en quienes manipulan organofosforados y carbamatos, ya que la reducción de estas enzimas indica intoxicación por estos compuestos. Estas evaluaciones permiten detectar precozmente daños a la salud y evitar complicaciones derivadas del trabajo con agroquímicos. (Shentema et al., 2020).

Metodología

Diseño del estudio

Este estudio corresponde a una revisión sistemática**,** realizada siguiendo las pautas de la declaración PRISMA **(***Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher et al., 2009). El protocolo fue diseñado y ejecutado por la autora para asegurar rigor, transparencia y reproducibilidad, del mismo la calidad metodológica fue evaluada utilizando las herramientas de evaluación crítica del Joanna Briggs Institute (JBI), aplicando el checklist correspondiente a cada diseño. Los resultados del análisis JBI se presentan en la Tabla 4 (Aromataris y Munn, 2020).

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se efectuó en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando términos derivados de la pregunta de investigación estructurada según el modelo PICO (Tabla 1).

Se emplearon descriptores controlados MeSH como: *Agrochemicals*, *Pesticidas y fertilizantes*, *Occupational Exposure* y *Occupational Health*. Se incorporaron sinónimos y términos relacionados para ampliar el alcance de la búsqueda, combinados mediante operadores booleanos AND y OR (Tabla 2). La estrategia fue adaptada a la sintaxis específica de cada base de datos.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Artículos originales en inglés o español.
- Estudios enfocados en trabajadores agrícolas expuestos a agroquímicos, incluyendo pesticidas y fertilizantes químicos.
- Investigaciones que evaluaran efectos en la salud ocupacional derivados de la exposición a pesticidas y fertilizantes, tales como enfermedades respiratorias, neurológicas, dérmicas, cáncer y otros trastornos relacionados con su manipulación o aplicación.

Criterios de exclusión

- Artículos de revisión, cartas al editor, puntos de vistas.
- Estudios en idiomas distintos al inglés o español.

Tabla 1
Análisis PICO (Trabajadores agrícolas expuestos a agroquímicos)

Elemento	Descripción
Población	Trabajadores agrícolas expuestos a agroquímicos (pesticidas y fertilizantes
Intervención	Exposición ocupacional a pesticidas y fertilizantes
Comparador	Trabajadores agrícolas con menor o sin exposición a pesticidas y fertilizantes
Outcomes(Resultados)	Efectos en la salud ocupacional: enfermedades respiratorias, neurológicas, dérmicas, cáncer y otros trastornos relacionados.

Tabla 2
Términos de búsqueda (descriptores MeSH y sinónimos)

Termino MESH	Termino Relacionado
Agrochemicals	Agrucultural Chemicals, Crop Protection Chemicals
Pesticidas y Fertilizantes	Herbicides, Insecctcides, Fungicides, Chemical Fertilizers, Soil Nutrients
Occupational Exposure	Farmer Exposure, Agricultural Worker Exposure
Occupational Health	Work-Related Health, Occupational Diseases, Occupational Safety

Selección del Estudio

La selección de los estudios se realizó en tres etapas. En primer lugar, se identificaron un total de 682 referencias mediante búsquedas sistemáticas en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. Se eliminaron 15 registros duplicados, quedando 667 artículos para su evaluación. Posteriormente, descarté 502 estudios tras revisar los títulos y 121 más tras el análisis de resúmenes, por no cumplir con los criterios de inclusión. Además, se excluyeron 27 artículos más por tratarse de revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, puntos de vistas y cartas al auditor. Como resultado

final, se seleccionaron un total de 17 artículos cuantitativos de los cuales 3 fueron caso controles, 4 longitudinal, y 8 transversales.

Evaluación de la calidad metodológica

La evaluación de la calidad metodológica de los 19 estudios seleccionados se basó en una revisión atenta de su contenido, enfocándome principalmente en la coherencia entre los objetivos del estudio, su desarrollo y las conclusiones presentadas. Se consideró la claridad del enfoque, la relevancia para los objetivos de esta revisión y la consistencia general de la información, sin aplicar herramientas específicas de evaluación técnica ni análisis estadísticos detallados.

Tabla 3
Estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos

Database	Ecuación de búsqueda	Fecha de búsqueda	Resultados
Pubmed	("Agrochemicals"[MeSH Terms] OR "Agricultural Chemicals" OR "Crop Protection Chemicals") AND ("Pesticides"[MeSH Terms] OR "Herbicides" OR "Insecticides" OR "Fungicides" OR "Fertilizers"[MeSH Terms] OR "Chemical Fertilizers" OR "Soil Nutrients") AND ("Occupational Exposure"[MeSH Terms] OR "Farmer Exposure" OR "Agricultural Worker Exposure") AND ("Occupational Health"[MeSH Terms] OR "Occupational Diseases" OR "Work-Related Health" OR "Occupational Safety")	2025-06-09	574
Scopus	(TITLE-ABS-KEY("agrochemicals" OR "agricultural chemicals" OR "crop protection chemicals")) AND (TITLE-ABS-KEY("pesticides" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "fertilizers" OR "chemical fertilizers" OR "soil nutrients")) AND (TITLE-ABS-KEY("occupational exposure" OR "farmer exposure" OR "agricultural worker exposure")) AND (TITLE-ABS-KEY("occupational health" OR "occupational diseases" OR "work-related health" OR "occupational safety"))	2025-06-09	106
Web Of Science	TS=("agrochemicals" OR "agricultural chemicals" OR "crop protection chemicals") AND TS=("pesticides" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "fertilizers" OR "chemical fertilizers" OR "soil nutrients") AND TS=("occupational exposure" OR "farmer exposure" OR "agricultural worker exposure") AND TS=("occupational health" OR "occupational diseases" OR "work-related health" OR "occupational safety")	2025-06-09	2
Total			682

Resultados

La búsqueda inicial arrojó un total de 682 referencias. Tras eliminar 15 duplicados, quedaron 667 registros para su evaluación. Posteriormente, se excluyeron 502 artículos por título y 121 por resumen. Además, se eliminaron 25 artículos por tratarse de revisiones sistemáticas. Como resultado, se seleccionó un conjunto final de estudios para su inclusión en esta revisión (Fig. 1)

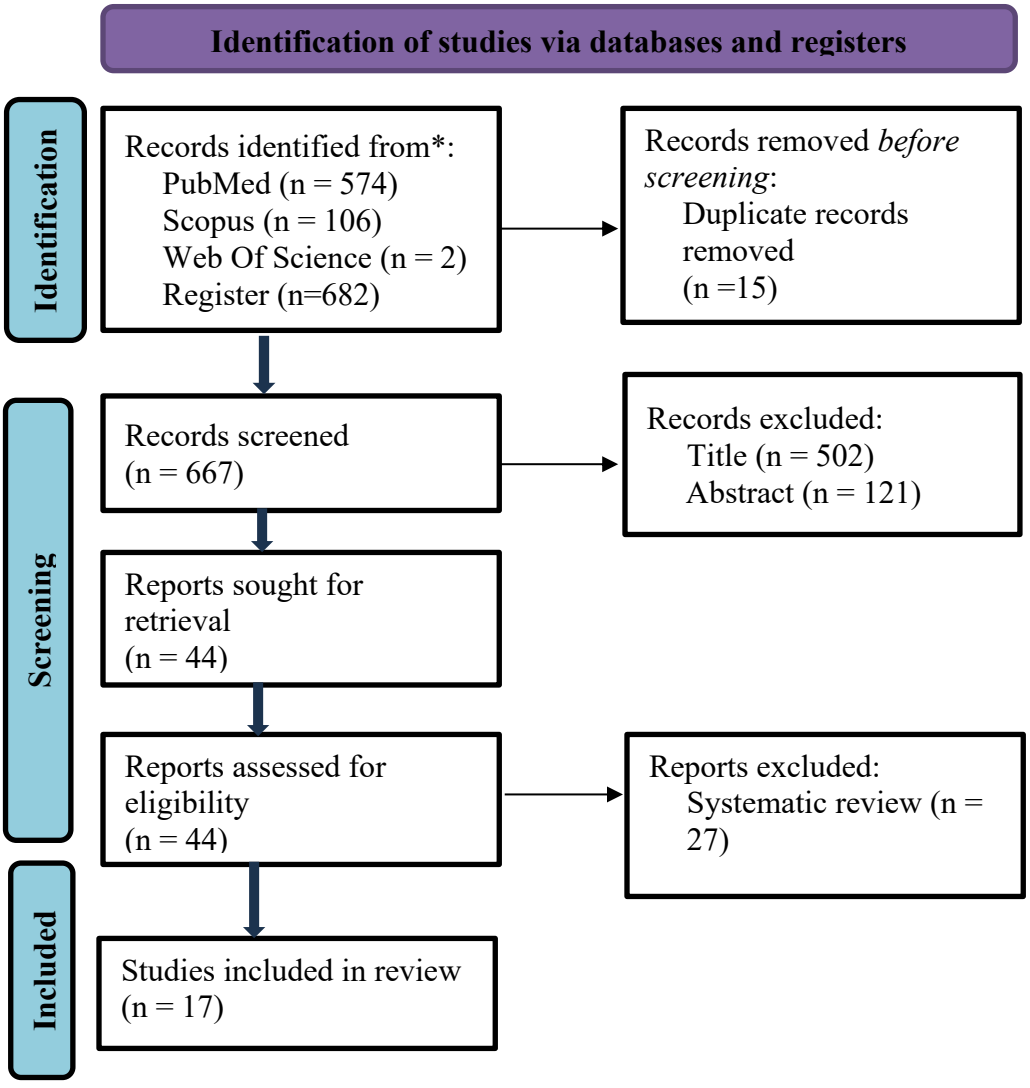

Tabla 4

Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Estudio	País	Objetivo	Tipo de estudio	Participantes	Metodología	Principales hallazgos	JBI
(Damalas y Gholamhossein, 2016)	Norte de Grecia	Evaluar el uso de EPP durante la manipulación de agroquímicos y los factores que afectan su uso entre agricultores de cultivo de algodón.	Cuantitativo transversal descriptivo y analítico.	148 agricultores	Cuestionario diseñado por los investigadores, basado en literatura y experiencia previa, aplicado en entrevistas personales.	En el norte de Grecia, solo el 23.6% de agricultores usaba sistemáticamente EPP, siendo sombreros y botas los más comunes y respiradores, guantes y gafas los menos. El uso del EPP se asoció principalmente a intoxicaciones previas, percepción de riesgo, educación y capacitación, mientras que la edad influía negativamente. Se recomienda implementar estrategias educativas continuas y participativas para mejorar la seguridad en el manejo de pesticidas.	6/8
(Payán et al., 2012)	México	Evaluar los efectos tóxicos agudos y crónicos del uso de pesticidas en la salud de hombres expuestos en Nextipac, Jalisco.	Estudio cuantitativo y transversal comparativo.	46 agricultores	Técnicas de laboratorio y métodos clínicos para evaluar la exposición y efectos de los pesticidas en la salud.	Evidenció que los trabajadores expuestos crónicamente a pesticidas presentaron múltiples afectaciones a la salud: 20 % mostraron signos de intoxicación aguda, 34 % reportaron abortos recurrentes, y 40 % usaban clorpirifós, un organofosforado tóxico. Además, se halló un aumento significativo de fragmentos de ADN circulante en plasma (90.8 ng/mL frente a 49.05 ng/mL	6/8

						en el grupo no expuesto) y mayores niveles de lipoperoxidación (41.85 nmol/mL vs. 31.91 nmol/mL), indicando daño celular por exposición sostenida.	
(Aiassa et al., 2019)	Argentina	Evaluar los efectos genotóxicos y bioquímicos de la exposición ocupacional a pesticidas en trabajadores agrícolas rurales	Cuantitativo Descriptivo-correlacional	52 personas	Entrevistas estructuradas con un cuestionario sobre datos personales, laborales y uso de protección, junto con análisis genotóxicos y bioquímicos en muestras de sangre periférica.	En un grupo de 30 aplicadores de pesticidas en Córdoba (Argentina), se observó un aumento significativo de daño genético en comparación con un grupo control. Los aplicadores presentaron un 95% más aberraciones cromosómicas con espacios (7.27 vs. 3.73), un 128% más sin espacios (4.97 vs. 2.18), y un 79% más micronúcleos (12.4 vs. 6.91). Además, la fragmentación del ADN fue más de 10 veces mayor (3206 vs. 269 unidades). Estos resultados confirman que la exposición ocupacional a pesticidas representa un riesgo genotóxico considerable.	6/8
(Lebov et al., 2016)	Estados Unidos	Evaluar la asociación entre la exposición a 39 pesticidas específicos y la incidencia de enfermedad renal en etapa terminal (ESRD) entre aplicadores de pesticidas con licencia en la cohorte del AHS	Estudio cuantitativo, prospectivo, de cohorte longitudinal	55580 hombres	Cuestionarios autoadministrados sobre uso de pesticidas, datos demográficos y salud, cuyos resultados se vincularon	El estudio encontró que la exposición crónica a pesticidas específicos como alachlor, atrazine, metolachlor, paraquat y permethrin se asoció significativamente con un mayor riesgo de ESRD. Aplicadores que reportaron más de una visita médica por pesticidas tuvieron un 113% más riesgo (HR=2.13), y	10/11

					con el sistema nacional de datos renales de EE. UU. para identificar casos de enfermedad renal terminal (ESRD).	quienes fueron hospitalizados por esta causa, un 205% más (HR=3.05). Aproximadamente el 58% de los casos de ESRD fueron de Carolina del Norte. Estos hallazgos sugieren que la exposición frecuente o severa a pesticidas incrementa el riesgo de daño renal irreversible	
(Hoppin et al., 2017)	Estados Unidos,	Evaluar si el uso actual de pesticidas se asocia con síntomas respiratorios, específicamente sibilancias alérgicas y no alérgicas, en hombres agricultores aplicadores de pesticidas	Estudio cuantitativo, transversal y comparativo	22134 hombres	Entrevistas telefónicas asistidas por computadora entre 2005 y 2010. Los participantes reportaron una sola vez el uso de pesticidas, condiciones médicas y actividades agrícolas.	El estudio encontró que 29 pesticidas se asociaron significativamente con sibilancias, de los cuales 19 (24%) con sibilancias alérgicas y 21 (27%) con no alérgicas; 11 pesticidas se vincularon con ambos tipos. Por ejemplo, el herbicida 2,4-D presentó un OR de 1.46 para sibilancias alérgicas. Estas asociaciones fueron más marcadas en personas con antecedentes alérgicos y se mantuvieron incluso excluyendo asmáticos.	'6/8
(Khizar et al., 2018)	Pakistán	Evaluar los efectos tóxicos de insecticidas y las alteraciones bioquímicas en sangre (como daño en el ADN y actividad enzimática) en individuos	Estudios cuantitativo, transversal y comparativo	81 personas	Cuestionario estructurado sobre prácticas agrícolas, protección y salud, junto	El estudio mostró que el 29,6% de los operadores y el 40,7% de los trabajadores de la industria presentaban residuos de insecticidas en sangre. Se detectó mayor daño en el ADN (comet tail: 16,3–16,8 µm) y elevación significativa de enzimas	7/8

		ocupacionalmente expuestos a pesticidas en comparación con un grupo no expuesto			con muestras de sangre para analizar residuos de insecticidas, daño en el ADN y niveles enzimáticos.	hepáticas ALT y AST en los grupos expuestos. Además, el 69,2% de los expuestos presentaron niveles bajos de colinesterasa sérica. Se concluye que la exposición ocupacional a insecticidas representa un riesgo considerable para la salud genética y hepática, y se recomienda el uso riguroso de protección personal	
(Rodriguez et al., 2019)	Estados Unidos	Evaluar la asociación entre la exposición ocupacional a pesticidas y la incidencia de enfermedades cardiovasculares (enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular).	Estudio longitudinal, cuantitativo y observacional	7557 hombres	Datos ocupacionales auto informados de japoneses americanos y una escala OSHA para estimar exposición y riesgos con regresión de Cox.	El estudio encontró que la alta exposición ocupacional a pesticidas aumentó en un 42% el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares en los primeros 10 años (HR=1.42, IC 95%=1.05–1.92, p=0.021). No se observó asociación significativa con niveles bajos o moderados de exposición ni en seguimientos mayores a 10 años. Estos resultados destacan la importancia del uso de equipo de protección personal en ocupaciones agrícolas.	11/11
(Fortes et al., 2016)	Italia y Brasil	El objetivo fue analizar la asociación entre la exposición ocupacional a pesticidas y el desarrollo de melanoma cutáneo, considerando además la exposición solar	estudio caso-control con enfoque cuantitativo y retrospectivo	800 participantes	Cuestionario estructurado por dermatólogos para recoger datos demográficos, médicos y de	El estudio concluye que el 8,8% de los casos de melanoma estuvieron expuestos a pesticidas frente al 3% de los controles, lo que representa un riesgo 2,6 veces mayor (OR: 2.58; IC 95%: 1.18–5.65). Además, los individuos expuestos tanto a pesticidas como al sol en su	9/10

		como un posible factor sinérgico.			exposición a pesticidas, junto con un examen clínico de la piel.	ocupación presentaron un riesgo 4,7 veces mayor (OR: 4.68; IC 95%: 1.29–17.0). El uso prolongado de pesticidas (≥10 años) se asoció con un aumento del riesgo del 640%. Herbicidas y fungicidas fueron los productos con mayor asociación con melanoma. Se recomienda vigilancia preventiva para trabajadores agrícolas expuestos.	
(Marques et al., 2020)	Brasil.	Investigar la prevalencia de disfunción ventilatoria en trabajadores y las características laborales en la producción de banano en esta región.	Estudio cuantitativo, observacional y de corte transversal y analítico	30 trabajadores	Cuestionario estructurado y espirometría para evaluar salud, exposición a pesticidas y uso de protección.	Se encontró que 26.7% de los trabajadores presentaron alguna disfunción ventilatoria, con predominio de trastornos obstructivos leves y moderados. Además, 100% estuvieron expuestos a pesticidas, y 65% reportaron uso completo de EPP. Los síntomas respiratorios más comunes fueron disnea (58.3%), estornudos (25%) y sibilancias (16.7%). Existe una correlación positiva entre los años de trabajo en banano y la disminución en la función pulmonar.	8/8
(Hu et al., 2015)	China	Evaluar los efectos a corto y largo plazo de la exposición a pesticidas en la salud de los agricultores, utilizando medidas objetivas	estudio cuantitativo, longitudinal, de cohorte, con análisis de datos	246 agricultores	Entrevistas retrospectivas y registros prospectivos, junto con evaluaciones	El estudio evidenció que el 95.4% de los participantes presentaron al menos un valor anormal en hemograma tras la exposición a pesticidas. A largo plazo, hubo un aumento significativo de	9/11

		como análisis de sangre y estudios de conducción nerviosa	repetidos y métodos estadísticos multivariados (OLS, Probit, efectos fijos).		médicas que incluyeron análisis de sangre, pruebas neurológicas y de conducción nerviosa.	alteraciones neurológicas sensoriales (hasta 45.7%) y disfunción hepática (30.1%). A corto plazo, los efectos eran visibles en sangre, hígado y nervios dentro de los primeros 3 días de exposición, pero desaparecían después de 4 días. Solo el 14% usaba protección adecuada, y el 13% reportó intoxicaciones previas	
(De Roos et al., 2024)	Estados Unidos, Canadá, Italia, España, Francia, Alemania, República Checa, Australia y Nueva Zelanda.InterLymph Consortium	El objetivo fue evaluar la relación entre la exposición ocupacional a insecticidas y el riesgo de desarrollar linfoma no Hodgkin (NHL), incluyendo subtipos como linfoma folicular, linfoma de células B grandes, mieloma múltiple, linfoma de células T	estudio cuantitativo, observacional, de tipo caso-control	16.553 personas	El estudio realizó un análisis combinado de 9 casos y controles, usando cuestionarios y evaluaciones para medir exposición a insecticidas, codificando tipos e ingredientes activos.	El estudio encontró que el uso ocupacional general de insecticidas no aumentó el riesgo global de linfoma no Hodgkin (OR=1.01). Sin embargo, el uso de organofosforados como diazinón se asoció con un incremento del 105% en el riesgo (OR=2.05, IC95%: 1.24–3.37) y el insecticida carbaryl mostró un riesgo 134% mayor (OR=2.44, IC95%: 1.13–5.28) para linfomas de células T. No se hallaron asociaciones significativas con piretroides ni organoclorados como DDT.	8/10
(Muñoz et al., 2017)	Chile	El objetivo principal fue evaluar la exposición a pesticidas organofosforados (OP)	estudio cuantitativo, transversal y analítico	207 trabajadores	Cuestionario estructurado presencial sobre salud	"El cuestionario fue desarrollado a partir de un examen sobre la exposición a pesticidas del Instituto de Salud Pública de Chile (ISPCH,	7/8

		y las condiciones de salud de trabajadores agrícolas y no agrícolas en la Región del Maule, con especial atención a los síntomas de intoxicación y factores asociados.			ocupacional y se analizaron los datos con estadística descriptiva y regresión logística.	2004), añadiendo otros ítems para evaluar las características de la exposición y las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas."	
(Rusiecki et al., 2016)	Estados Unidos	El objetivo fue evaluar la asociación entre eventos de alta exposición a pesticidas (HPEE, por sus siglas en inglés) y la metilación del ADN (DNAm) en aplicadores de pesticidas agrícolas, para explorar posibles mecanismos epigenéticos que expliquen efectos adversos para la salud, especialmente en relación con el desarrollo de ciertos tipos de cáncer	estudio cuantitativo, observacional, prospectivo y transversal	596 hombres	Cuestionarios en tres fases del Agricultural Health Study para identificar HPEE y se analizaron muestras de sangre mediante pirosecuencia ción para evaluar la metilación del ADN.	El 24% de los aplicadores reportaron haber tenido un evento de alta exposición a pesticidas (HPEE). Estos eventos se asociaron con un aumento significativo de metilación en el promotor del gen GSTp1 ($p < 0.01$), especialmente en individuos mayores de 59 años o con niveles bajos de folato. También se observó hipometilación en MGMT y en LINE-1 en subgrupos específicos. Estos cambios podrían estar relacionados con un mayor riesgo de cáncer, especialmente de próstata	7/8
(Gouveia et al., 2020)	Brasil	Evaluar la función renal en trabajadores rurales expuestos ocupacionalmente a	estudio cuantitativo, observacional,	208 trabajadores	Se realizó una entrevista inicial y se tomaron	El estudio reveló que 41.2% de los trabajadores presentaron proteinuria y 39.9% tuvieron algún grado de insuficiencia renal. El riesgo de	6/8

		agroquímicos.	epidemiológico y de corte transversal		muestras de sangre y orina para analizar biomarcadores y calcular la tasa de filtración glomerular con la fórmula de Cockcroft-Gault.	alteración de GFR fue 1.59 veces mayor en aquellos con más de 5 años de exposición a pesticidas, especialmente organofosforados. Los mayores de 60 años presentaron un riesgo 17 veces mayor de intoxicación aguda, y una reducción en BChE se asoció con un riesgo 11.36 veces mayor en casos de intoxicación reportada. Estos resultados subrayan el impacto nefrotóxico de los agroquímicos y la necesidad urgente de implementar medidas preventivas para los trabajadores rurales.	
(Hutter et al., 2018)	República Dominicana.	El objetivo fue evaluar los efectos citotóxicos y genotóxicos de la exposición a pesticidas en trabajadores agrícolas masculinos, comparando a quienes trabajan en cultivos convencionales (con pesticidas) con quienes trabajan en cultivos orgánicos (sin pesticidas). También se evaluó la viabilidad del uso del ensayo de micronúcleos en	estudio cuantitativo, caso control, comparativo y de tipo observacional	71 trabajadores	Se aplicaron cuestionarios laborales y se tomaron células bucales para analizar daño genético mediante el ensayo BMCA.	El estudio mostró que los trabajadores expuestos a pesticidas presentaron un aumento del 300% en células con micronúcleos (OR=3.1), y más del 450% en células con picnosis (OR=4.5) comparados con los no expuestos. Solo el 13% usaba mascarillas y 11% guantes. Estos hallazgos sugieren efectos tóxicos a largo plazo y un mayor riesgo de cáncer, destacando la necesidad urgente de medidas de protección y regulación en el uso de pesticidas.	7/10

		células bucales (BMCA) en condiciones de campo difíciles.					
(Suhl et al., 2018)	Estados Unidos	Investigar la relación entre la exposición ocupacional de los padres a pesticidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) y la aparición de fisuras orofaciales no sindrómicas (labio leporino y paladar hendido) en sus hijos	Estudio cuantitativo, transversal, observacional y comparativo	5880 madres y 3752 padres	Estudio caso-control con entrevistas telefónicas a madres sobre ocupaciones parentales y exposición a pesticidas, evaluada por higienistas e matrices de exposición, en embarazos entre 1997 y 2002.	El 35.4% de los casos de labio leporino y el 32.1% de paladar hendido tuvieron madres expuestas ocupacionalmente a pesticidas, frente al 32.3% de controles. En padres, la exposición fue del 9.3% (CL/P) y 12.6% (CP), frente al 10.4% en controles. Se encontró una asociación significativa positiva entre exposición baja paterna a insecticida+herbicida+fungicida y paladar hendido (aOR = 2.6), pero las asociaciones maternas fueron en su mayoría nulas o no significativas. Se recomienda precaución al interpretar los hallazgos	7/8
(Pelclova et al., 2018)	República Checa	Evaluar las consecuencias neurológicas y neurofisiológicas a largo plazo (50 años después) de la exposición ocupacional crónica al 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) en trabajadores de una	Estudio longitudinal retrospectivo con seguimiento clínico y neurológico de tipo observacional, con componente	80	Se realizaron exámenes médicos estandarizados, incluidos análisis de sangre, pruebas neurológicas y neuropsicológicas, junto con	Cincuenta años después de la exposición, los niveles de TCDD en sangre seguían siendo 10 veces mayores que en la población general. Todos los pacientes (100%) mostraron alteraciones neurológicas centrales, el 87.5% presentó polineuropatía confirmada por NCS, el 87.5% tuvo disfunción visual por disocromatopsia y el 62.5% mostró alteraciones en los VEP. El número	9/11

	fábrica química.	cuantitativo.	revisión de datos históricos desde 1996 hasta 2016.	medio de resultados anormales por paciente aumentó significativamente de 3.5 en 2004 a 5.12 en 2016 (p = 0.019), lo que indica un deterioro progresivo neurológico asociado a la exposición prolongada al TCDD.

Discusión.

La exposición crónica a pesticidas en trabajadores agrícolas constituye una preocupación sanitaria global debido a su potencial para generar efectos adversos a nivel celular, sistémico y psicológico. Los estudios revisados ofrecen evidencia robusta sobre la asociación entre el contacto ocupacional con estos compuestos y una variedad de efectos en la salud humana, desde daño genético hasta insuficiencia renal y cáncer.

Varios artículos documentan el impacto genotóxico de la exposición ocupacional: En Argentina, Aiassa et al. (2019) identificaron aumentos significativos en aberraciones cromosómicas (CA), micronúcleos (MN) y daño en el ADN mediante ensayo cometa en aplicadores de pesticidas, indicando daño al material genético por exposición persistente. Estos hallazgos son consistentes con lo observado en México (Payán et al., 2012) donde se encontraron niveles elevados de peroxidación lipídica y fragmentos libres de ADN en plasma en trabajadores agrícolas expuestos, lo cual sugiere estrés oxidativo y daño celular acumulado.

En términos sistémicos, múltiples estudios destacan afectaciones hepáticas, renales y neurológicas. El estudio del Agricultural Health Study (Suhl et al., 2018) halló una relación significativa entre la exposición a pesticidas y la enfermedad renal en etapa terminal (ESRD), particularmente con pesticidas como alacloro, atrazina y metolacloro. Otro estudio en trabajadores tailandeses (Shentema et al., 2020)mostró alteraciones en enzimas hepáticas y parámetros hematológicos, así como síntomas neurológicos relacionados con la exposición. Además, investigaciones concluyen que los hombres con alta exposición ocupacional a pesticidas presentaban mayor riesgo de muerte por enfermedades cardiovasculares y cáncer. (Rodriguez et al., 2019).

En el ámbito respiratorio, un estudio realizado en China (Sarandón y Marino, 2021) reveló una disminución en la función pulmonar de trabajadores agrícolas expuestos a organofosforados, lo que refuerza la hipótesis del daño multisistémico. En cuanto al cáncer, el metaanálisis del InterLymph Consortium mostró que ciertas clases de insecticidas se relacionaban significativamente con el desarrollo de linfoma no Hodgkin (NHL) en trabajadores agrícolas.

Además de los efectos físicos, la exposición también ha sido vinculada con alteraciones reproductivas. El estudio en una comunidad agrícola de Chile detectó efectos negativos en parámetros de fertilidad masculina y estrés oxidativo en esperma, relacionados con pesticidas organofosforados y carbamatos.

En cuanto a la protección y prevención, se destaca la baja adherencia al uso de equipo de protección personal (EPP). En Grecia, identificaron que casi el 50% de los agricultores no usaban adecuadamente EPP; factores como la percepción del riesgo, edad avanzada y formación previa influían significativamente en su uso. Esta problemática también fue observada en Pakistán y Ecuador, donde el conocimiento limitado sobre los riesgos de los pesticidas y la falta de capacitación limitan las prácticas seguras (Sarandón y Marino, 2021)

Cabe señalar que varios estudios de diseño transversal y caso-control cumplen con criterios de calidad metodológica del sistema JBI, al identificar claramente el grupo expuesto, aplicar

biomarcadores validados y establecer controles poblacionales. Sin embargo, la necesidad de estudios longitudinales más robustos y con mayor control de variables de confusión es urgente.

En síntesis, los 17 estudios revisados permiten concluir que la exposición crónica a pesticidas está asociada con una variedad de efectos adversos en la salud de los trabajadores agrícolas, incluyendo daño genético, enfermedades crónicas, disfunción multiorgánica y cáncer. Los bajos niveles de protección personal y la limitada regulación en varios países latinoamericanos agravan esta problemática. Es indispensable fortalecer las estrategias de educación sanitaria, uso obligatorio de EPP, vigilancia epidemiológica y regulación del uso de agroquímicos, así como fomentar estudios prospectivos que permitan cuantificar mejor los riesgos acumulativos a largo plazo.

Conclusión

La evidencia reunida en los 17 estudios revisados confirma que la exposición ocupacional a pesticidas representa una seria amenaza para la salud de los trabajadores agrícolas, afectando múltiples sistemas del organismo e incluso comprometiendo la integridad genética. Se identificaron efectos adversos como daño al ADN, disfunciones hepáticas, renales, respiratorias y reproductivas, así como un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como cáncer y trastornos cardiovasculares. Estas consecuencias no solo se derivan de la toxicidad intrínseca de los compuestos utilizados, sino también de la baja adherencia al uso de equipo de protección personal, la escasa formación técnica y la débil regulación en contextos rurales.

Frente a esta situación, se vuelve imperativa la implementación de políticas públicas orientadas a la capacitación continua de los agricultores, la fiscalización del uso de agroquímicos, y la incorporación de biomarcadores en la vigilancia ocupacional. Además, es necesario fortalecer la investigación longitudinal en la región, con diseños metodológicos rigurosos que permitan establecer relaciones causales y desarrollar estrategias de intervención eficaces. Proteger la salud de quienes sostienen la seguridad alimentaria global debe ser una prioridad ética, científica y social.

Limitaciones y fortalezas del estudio

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra la dependencia exclusiva de fuentes secundarias, lo que impide realizar observaciones empíricas directas sobre la realidad actual de los trabajadores agrícolas. Además, la heterogeneidad de los estudios incluidos —en cuanto a metodologías, poblaciones, criterios de evaluación y contextos geográficos— dificulta la comparación directa de resultados y puede limitar la generalización de los hallazgos. Asimismo, algunos de los artículos revisados presentaban escasa información sobre los niveles de exposición o el uso de medidas de protección, lo que restringe el análisis de ciertos factores de riesgo.

No obstante, el estudio presenta importantes fortalezas, al tratarse de una revisión sistemática, permite integrar y sintetizar evidencia científica proveniente de múltiples investigaciones con diseños cuantitativos transversales, longitudinales y de casos y controles, lo que ofrece una visión amplia y estructurada del impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores agrícolas. Esta diversidad metodológica enriquece el análisis y aporta mayor solidez a las conclusiones, al considerar distintos enfoques, poblaciones y marcos temporales. Además, el trabajo contribuye a

visibilizar una problemática de salud ocupacional que continúa siendo subestimada en muchos entornos agrícolas.

Futuras líneas de investigación

Las investigaciones futuras podrían centrarse en estudios primarios desarrollados en contextos agrícolas específicos, que analicen directamente la exposición a agroquímicos y sus efectos en la salud. También pueden abordarse diseños longitudinales para estudiar impactos crónicos, así como líneas que indaguen en el uso de protección personal, el conocimiento sobre los riesgos y las medidas preventivas implementadas. El uso de metodologías mixtas permitiría una visión más completa al combinar datos cuantitativos con las percepciones de los trabajadores.

Referencias

Cevallos, H., Valencia, J., & Romero, H. (2020). Big Data e internet de las cosas en la producción de banano orgánico. *Revista Scielo*, 9. http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-192.pdf

De Roos , A., Schinasi , L., Miligi, L., Cerhan , J., Bhatti, P., Mannetje , A., . . . Cocco, P. (2024). Occupational insecticide exposure and risk of non-Hodgkin lymphoma: A pooled case-control study from the InterLymph Consortium. *Int J Cancer*, 19. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ijc.33740

Froger, C., Jolivet, C., Caria , G., & Bispo, A. (2023). Residuos de pesticidas en suelos franceses: presencia, riesgos y persistencia. https://doi.org/DOI: 10.1021/acs.est.2c09591

González , M., & Segovia, K. (2022). Reseña: Presencia, distribución y uso actual de plaguicidas en las prácticas agrícolas españolas. https://doi.org/DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157291

Hippert, J., Talibov, M., Morlais, F., Brugioni, M., Perrier, E., Baldi, I., & Lebailly, P. (2024). Identificación de mezclas de pesticidas a las que están expuestos los trabajadores agrícolas y los propietarios de explotaciones agrícolas francesas: resultados del estudio de cohorte Agricultura y Cáncer (AGRICAN). https://doi.org/DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.176607

Hutter, H., Wali , A., Lemmerer , K., Wallner, P., Kundi, M., & Moshammer , H. (2018). Cytotoxic and Genotoxic Effects of Pesticide Exposure in Male Coffee Farmworkers of the Jarabacoa Region, Dominican Republic. *Int J Environ Res Public Health*, 11. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph15081641

Agrocalidad. (2023). https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/18.-CONVENIO-DE-ROTTERDAM-SOBRE-EL-PROCEDIMIENTO-DE-CONSENTIMIENTO.pdf

Aiassa, D., Mañas, F., Gentile, N., Bosch, B., Salinero, M., & Gorla, N. (2019). Evaluation of genetic damage in pesticides applicators from the province of Córdoba, Argentina. *Springer Verlag, 26*(20), 22. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05344-2

Anderjaska, V., Apland, J., Figueiredo, T., De Araujo , M., & Braga, M. (2020). Inhibidores de la acetilcolinesterasa (agentes nerviosos) como armas de destrucción masiva: historia,

mecanismos de acción y contramedidas médicas. *Neurofarmacología*, 45. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2020.108298

Aromataris, E., & Munn, Z. (2020). JBI manual for evidence synthesis. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=JBI%20manual%20for%20evidence%20synthesis&publication_year=2020&author=S.%20Moola&author=Z.%20Munn&author=C.%20Tufanaru&author=E.%20Aromataris&author=K.%20Sears&author=R.%20Sfetcu&author=M.%20Currie&author=R

CODEX ALIMENTARIUS. (2025). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/

Damalas, C., & Gholamhossein, A. (2016). Farmers' use of personal protective equipment during handling of plant protection products: Determinants of implementation. *Elsevier B.V., 571*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.042

Figueiredo, T., Anderjaska, V., Furtado, M., Pidoplichko, V., & Braga, M. (2023). Mechanisms of Organophosphate Toxicity and the Role of Acetylcholinesterase Inhibition. *TOXICS, MDPI*, 15. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/toxics11100866

Fortes, C., Sega, M., Mastroeni, S., Hohmann, C., Miligi, L., Bakos, L., & Bonamigo, R. (2016). Occupational Exposure to Pesticides With Occupational Sun Exposure Increases the Risk for Cutaneous Melanoma. *J Occup Environ Med, 58*(4), 6. https://doi.org/DOI: 10.1097/JOM.0000000000000665

Gouveia, I., Carvalho, L., Soares, D., Melquiades, J., Sales, A., Gibara, A., . . . Santos, A. (2020). Nephrotoxic Effects Caused by Occupational Exposure to Agrochemicals in a Region of Northeastern Brazil: A Cross-Sectional Study. *Environmental Toxicology and Chemistry, 40*(4), 21. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/etc.4962

Hoppin, J., Umbach, D., Long, S., London, S., Henneberger, P., Blair, A., . . . Sandler, D. (2017). Pesticides are Associated with Allergic and Non-Allergic Wheeze among. *Environ Health Perspect*. https://doi.org/DOI:10.1289/EHP315

Hu , R., Huang, X., Huang , J., Yifan , L., Zhang, C., Yin, Y., . . . Cui, F. (2015). Long- and short-term health effects of pesticide exposure: a cohort study from China. *PLoS One*, 13. https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128766

Khizar , K., Muhammad , A., Muhammad, A., Sajjad, A., Muhammad , F., Ahmad , K., . . . Christos, D. (2018). Insecticide toxic effects and blood biochemical alterations in occupationally exposed individuals in Punjab, Pakistan. *ELSEVIER*, 10. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.175

Lebov, J., Lawrence , E., Richardson, D., Hoppin, J., Hogan, S., & Sandler, D. (2016). Pesticide use and risk of end-stage renal disease. *Occup Environ Med*, 11. https://doi.org/doi:10.1136/oemed-2014-102615

Marques , J., Yamauchi , Y., & Baracho, M. (2020). Risk factors associated among respiratory health and banana farming. *Archives of Environmental & Occupational Health, 76*, 8. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1794773

Ministerio del Ambiente y Agua. (2021). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Guia-para-la-gestion-adecuada-de-plaguicidas.pdf

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and. *BMJ, 339*, 8. https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bmj.b2535

Moreira, M., Romero, J., Vera, M., Zambrano, L., & Intriago, I. (2021). Impacto de agroquimicos en la agricultura. 12.

Muñoz, M., Boris , L., Iglesias, I., Levy, K., Pía, M., Achú, E., . . . Villalobos, M. (2017). Exposure to organophosphate (OP) pesticides and health conditions in agricultural and non-agricultural workers from Maule, Chile. *International Journal of Environmental Health Research, 27*, 13. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2016.1268679

Nazate , Z., Chamorro, J., Alonzo, O., & Cisneros, K. (2023). Factores de riesgo por el uso y manejo de agroquímicos en los agricultores de la parroquia Tufiño 2023. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21. Retrieved 3 de Junio de 2025.

Organizacion de Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura. (2025). https://www.fao.org/home/es

Payán, R., Chávez, G., Ascencio, R., Martínez, P., Muñoz-, s., Beltrán, M., . . . Velasco, F. (2012). Effect of chronic pesticide exposure in farm workers of a mexico community. *Archiv. Environ. Occup. Health, 67*, 22. https://doi.org/10.1080/19338244.2011.564230

Pelclova, D., Urban, P., Meckova, Z., Bezdicek, ,. O., Fenclova, Z., Vlckova, S., . . . Zakharov, S. (2018). Neurological and Neurophysiological Findings in Workers with Chronic 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin Intoxication 50 Years After Exposure. *Basic Clin Pharmacol Toxicol, 122*(2), 23. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1484127

Rodriguez, B., Berg, Z., Davis, J., & Masaki, K. (2019). Association Between Occupational Exposure to Pesticides and Cardiovascular Disease Incidence: The Kuakini Honolulu Heart Program. *Journal of the American Heart Association, 8*(19), 9. https://doi.org/https://doi.org/10.1161/JAHA.119.01256

Rusiecki, J., Beane, L., Bonner, M., Alexander, M., Andreotti, G., Barry, K., . . . Baccarelli, A. (2016). High pesticide exposure events and DNA methylation among pesticide applicators in the agricultural health study. *Environmental Mutagenesis and Genomics Society, 58*, 11. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/em.22067

Rydz, E., Larsen, K., & Peters, C. (2021). Estimación de la exposición a tres pesticidas comúnmente utilizados y potencialmente cancerígenos (clorolatonil, 2,4-D y glifosato) entre trabajadores agrícolas en Canadá. 17. https://doi.org/DOI: 10.1093/annweh/wxaa109

Salamanca, G. (2020). Efectos de los agroquimicos en salud publica y medio ambiente. *Universida Militar Nueva Granada*, 22.

Saldarriaga, J. (2024). Mientras la demanda de banano crece, los trabajadores se enfrentan a los efectos nocivos de los pesticidas en Costa Rica. *Pesticidas prohibidos en la UE son usados en la producción de bananas y piñas en Costa Rica.*, pág. 2. Retrieved 2 de junio de 2025, from https://www.infobae.com/america/mundo/2024/09/19/mientras-la-demanda-de-banano-crece-los-trabajadores-se-enfrentan-a-los-efectos-nocivos-de-los-pesticidas-en-costa-rica/

Sarandón, S., & Marino, D. (2021). Analisis del impacto del uso de los agroquimicos en sistemas agricilas convencionales sobre sistemas de bases agroecologicas cercanos y sus consecuencias para la agricultura. *revista electronica de investigacion cientifica . Universidad Nacional de la Plata*, 7. Retrieved 3 de junio de 2025, from https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/11500

Secretariat of the Rotterdam Convention. (2023). *Rotterdam Convention on the prior informed consent procedure for certain hazardous chemicals and pesticides in international trade*. Productos Químicos del Anexo III: https://www.pic.int/ElConvenio/ProductosQu%C3%ADmicos/AnexoIII/tabid/2031

Shentema, M., Kumie, A., Bråtveit, M., Wakgari, D., Vera , A., & Moen, B. (2020). Uso de pesticidas y niveles séricos de acetilcolinesterasa entre trabajadores de cultivos de flores en Etiopía: un estudio transversal. 25. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32033179/

Suhl, J., Romitti, P., Conway, K., Bell, E., Stewart, P., Rocheleau, C., . . . Langlois, P. (2018). Parental occupational pesticide exposure and nonsyndromic orofacial clefts. *J Occup Environ Hyg, 15*, 33. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1484127

Sulaiman, H., Omidvarborna, H., Baawain, M., Amoatey, P., & Mayahi, A. (2020). Exposición ocupacional a pesticidas y efectos asociados para la salud entre trabajadores agrícolas de invernadero. 21. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32333353/

Vasquez, M. (2020). Intoxicación por organofosforados. *Reivista Medica Sinergia, 5*(5), 10. https://doi.org/https://doi.org/10.31434/rms.v5i8.558

Zhiminaicela, J., Quevedo, J., & García, R. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Cientifica Multidisciplinaria*, 7. https://doi.org/https://doi.org/10.62452/96m1x603