

**Implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores: una revisión
de alcance**

**Andrea María Arias Pacheco, Denny Katherine Cáceres Sandoval, Luisa Liliana
Saurith Lerma**

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

Jhosman Alfonso Buitrago Buitrago

Doctorado en Educación

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo

2025

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a todas las personas cuya salud se ha visto afectada por la exposición a pesticidas. Que este esfuerzo contribuya a crear conciencia y mejorar sus condiciones de vida.

Agradecimientos

Queremos agradecer primeramente a Dios, por la fortaleza y guía durante todo el proceso. A nuestras familias, por su apoyo incondicional y comprensión en los momentos difíciles. También expresamos nuestra gratitud a nuestro director de trabajo de grado, por su valiosa orientación, paciencia y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

Contenido

Introducción	12
1. Implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores: una revisión de alcance.....	14
2. Planteamiento del problema	14
2.1 Descripción del problema	14
2.1.1 Formulación del problema	16
2.2 Justificación	16
2.3 Objetivos	18
2.3.1 Objetivo general.....	18
2.3.2 Objetivos específicos	18
3. Marco referencial.....	18
3.1 Antecedentes	18
3.2 Marco teórico	22
3.2.1 Modelo de reacción dosis - respuesta	22
3.3 Marco conceptual.....	23
3.3.1 Generalidades de los pesticidas	23
3.3.2 Clasificación de los pesticidas	23
3.3.3 Gestión del riesgo por plaguicidas en Colombia	25
3.3.4 Mecanismos generales de toxicidad.....	25
3.4 Marco legal y normativo	27
4. Diseño metodológico	29
4.1 Alcance	29

4.2	Ecuación de búsqueda.....	29
4.3	Criterios de selección.....	30
4.4	Fuentes de información.....	30
4.5	Estrategias de análisis de evidencias.....	31
5.	Resultados.....	31
5.1	Principales pesticidas empleados en la floricultura	32
5.2	Clasificación las alteraciones en la salud asociadas al uso de pesticidas en la floricultura	35
5.3	Estrategias reportadas en la bibliografía científica para la mitigación de efectos adversos en salud.....	38
5.3.1	Uso adecuado, obligatorio y correcto del EPP.....	38
5.3.2	Capacitaciones continuas y en salud ocupacional	38
5.3.3	Programas y campañas educativas.....	39
5.3.4	Manejo integrado de plagas y reducción de pesticidas.....	39
5.3.5	Regulación y control institucional	40
5.3.6	Monitoreo biomédico y de salud reproductiva	40
5.3.7	Mejoras ambientales en el lugar de trabajo.....	40
5.3.8	Acceso y promoción del uso de EPP	41
5.3.9	Prácticas agrícolas sostenibles	41
5.3.10	Comunicación de riesgos y concientización	41
6.	Conclusiones.....	42
7.	Recomendaciones	43
8.	Referencias	45

Apéndices.....	53
----------------	----

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Antecedentes encontrados en la literatura sobre el impacto de los pesticidas en la salud.</i>	19
Tabla 2 <i>Clasificación de los pesticidas según su naturaleza química.</i>	24
Tabla 3 <i>Marco legal y normativo en Colombia</i>	28
Tabla 4 <i>Términos de búsqueda</i>	29
Tabla 5 <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	30
Tabla 6. <i>Pesticidas reportados en la bibliografía</i>	34
Tabla 7 <i>Efectos en la salud de los pesticidas según afectación por sistemas</i>	37

Lista de figuras

Figura 1	<i>Efectos de la toxicidad crónica por exposición a pesticidas.....</i>	27
-----------------	---	----

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Artículos relacionados para análisis de resultados.....</i>	53
---	----

Resumen

El estudio analiza las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en la floricultura colombiana mediante una revisión de alcance. Se destaca que los trabajadores están expuestos a sustancias como clorpirifós, diazinón, mancozeb e imidacloprid, las cuales pueden causar efectos neurológicos, respiratorios, dermatológicos y reproductivos. A partir del análisis de 14 estudios, se evidencia que la exposición crónica a estos compuestos genera riesgos significativos para la salud, agravados por condiciones laborales precarias, el uso insuficiente de equipos de protección personal y la falta de capacitación adecuada. El documento identifica los principales pesticidas empleados en la floricultura, clasifica sus efectos sobre la salud y examina estrategias para mitigar los daños. Se destacan medidas como el uso correcto de equipos de protección, capacitaciones continuas, programas educativos, manejo integrado de plagas, regulación institucional y monitoreo biomédico. Sin embargo, la efectividad de estas estrategias depende de factores como la supervisión técnica y la apropiación de una cultura preventiva en el sector. Las conclusiones subrayan la necesidad urgente de fortalecer la seguridad y salud en el trabajo, implementar regulaciones más estrictas y fomentar investigaciones que profundicen en los efectos de la exposición prolongada. Se recomienda reforzar la vigilancia epidemiológica, garantizar el acceso a medidas de protección y actualizar las normativas sobre pesticidas. Este análisis busca visibilizar los riesgos ocupacionales en la floricultura y contribuir al desarrollo de estrategias que protejan la salud de los trabajadores expuestos.

Palabras clave: floricultura, plaguicidas, exposición ocupacional, salud laboral, toxicidad

Abstract

The study examines the health implications of pesticide use in Colombian floriculture through a scoping review. It highlights that workers are exposed to substances such as chlorpyrifos, diazinon, mancozeb, and imidacloprid, which can cause neurological, respiratory, dermatological, and reproductive effects. Based on the analysis of 14 studies, chronic exposure to these compounds poses significant health risks, exacerbated by precarious working conditions, insufficient use of personal protective equipment, and inadequate training. The document identifies the main pesticides used in floriculture, classifies their health effects, and explores strategies to mitigate harm. It emphasizes measures such as the proper use of protective equipment, continuous training, educational programs, integrated pest management, institutional regulation, and biomedical monitoring. However, the effectiveness of these strategies depends on factors such as technical supervision and the adoption of a preventive culture within the industry. The conclusions underscore the urgent need to strengthen occupational health and safety, implement stricter regulations, and encourage further research into the long-term effects of exposure. It is recommended to enhance epidemiological surveillance, ensure access to protective measures, and update pesticide regulations. This analysis aims to shed light on occupational risks in floriculture and contribute to the development of strategies that protect the health of exposed workers.

Keywords: horticulture, insecticides, occupational exposure, occupational health Program, toxicity.

Glosario

Colinesterasa: enzima encargada de degradar neurotransmisores como la acetilcolina. Su inhibición por pesticidas organofosforados o carbamatos puede provocar alteraciones neurológicas graves.

Equipos de Protección Personal (EPP): elementos diseñados para proteger al trabajador frente a riesgos físicos, químicos o biológicos. En contextos de floricultura, incluyen guantes, mascarillas, gafas y trajes impermeables.

Floricultura: rama de la horticultura dedicada al cultivo y comercialización de flores y plantas ornamentales, caracterizada por un uso intensivo de agroquímicos, especialmente pesticidas.

Plaguicidas o pesticidas: sustancias químicas utilizadas para eliminar, repeler o controlar plagas. Se clasifican en insecticidas, fungicidas, herbicidas, entre otros, y pueden generar efectos adversos en la salud humana.

Riesgo químico: probabilidad de que una sustancia química, como un pesticida, cause efectos negativos en la salud debido a su toxicidad y a las condiciones de exposición.

Sistema corporal: conjunto de órganos que cumplen funciones específicas en el organismo. En esta revisión se identificaron afectaciones a los sistemas nervioso, respiratorio, dérmico, reproductivo, digestivo, endocrino, ocular y genético.

Toxicidad sistémica: capacidad de una sustancia para causar daño en múltiples órganos o sistemas del cuerpo tras su absorción, distribución y acumulación en el organismo.

Introducción

La floricultura representa una de las principales actividades agrícolas de exportación en Colombia, con un impacto significativo en el empleo rural y la economía nacional. No obstante, detrás de este crecimiento sostenido, se encuentra una problemática de salud pública poco visibilizada: la exposición constante de los floricultores a pesticidas utilizados para proteger los cultivos de plagas y enfermedades. La necesidad de cumplir con exigentes estándares de calidad ha promovido el uso intensivo de estas sustancias químicas, muchas de las cuales presentan altos niveles de toxicidad y se aplican en contextos laborales donde las medidas de prevención y protección son insuficientes o inadecuadas.

La evidencia científica ha demostrado que el contacto frecuente con pesticidas puede ocasionar una amplia gama de efectos adversos en la salud. Entre ellos se encuentran síntomas agudos como irritación dérmica, cefalea y náuseas, así como efectos crónicos más graves como alteraciones neurológicas, problemas reproductivos, disfunciones endocrinas y daños genéticos. En el caso de los floricultores, estos riesgos se ven agravados por factores estructurales como la informalidad laboral, el bajo acceso a equipos de protección personal y la limitada supervisión técnica, lo que incrementa la vulnerabilidad de esta población trabajadora.

Frente a esta situación, el presente proyecto tiene como objetivo analizar las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores, mediante una revisión de literatura científica publicada entre 2015 y 2025. Se busca identificar los principales compuestos utilizados en el sector, clasificar los efectos sobre la salud según los sistemas corporales afectados, y establecer las estrategias de mitigación propuestas en los estudios revisados. Esta investigación pretende aportar al fortalecimiento de la gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, promoviendo ambientes laborales más seguros y sostenibles.

El contenido del documento se organiza en siete capítulos. En el primer capítulo se expone el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, la justificación y los objetivos del estudio. El segundo capítulo desarrolla el marco referencial, que incluye los antecedentes, fundamentos teóricos y normativos, así como los conceptos clave relacionados con el uso de pesticidas. El tercer capítulo describe el diseño metodológico, basado en una revisión narrativa, y detalla los criterios de búsqueda, selección y análisis de los artículos científicos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados de la revisión, relacionados con los pesticidas más empleados, las alteraciones en la salud y las estrategias de prevención identificadas. El quinto capítulo analiza y discute los hallazgos en relación con la literatura existente y el contexto laboral de los floricultores. El sexto capítulo expone las conclusiones más relevantes, destacando los vacíos en la gestión del riesgo químico y las oportunidades de mejora.

Esta investigación busca visibilizar los riesgos a los que se enfrentan los trabajadores floricultores por la exposición a pesticidas y aportar herramientas que fortalezcan la prevención en el ámbito laboral. A través del análisis de la literatura científica, se espera generar conocimiento útil para la toma de decisiones de empresas, instituciones y profesionales encargados de velar por la seguridad y salud en el trabajo.

1. Implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores: una revisión de alcance

2. Planteamiento del problema

2.1 Descripción del problema

En Colombia la floricultura es un sector clave en la economía del país, debido a su alto nivel de producción con fines de exportación con un aumento del 13% para este año, posicionándose como el segundo exportador de flores en el mundo (Rovensa Next Colombia, 2025). Sin embargo, dado que en su práctica se requiere el uso extensivo de pesticidas, los cuales están asociados con múltiples afecciones en la salud; así mismo, existe una falta de medidas de seguridad adecuadas en este sector, las cuales afectan directamente al trabajador (Jiménez et al., 2016).

El uso de pesticidas en la floricultura es una práctica comúnmente empleada para proteger las flores de plagas y enfermedades, evitando pérdidas económicas y asegurando la competitividad del sector, garantizar la productividad y la calidad de las flores destinadas al comercio (Roldán, 2019).

Cada año, en Colombia se emplean más de 17 millones de kilogramos de productos plaguicidas en distintas actividades agrícolas, siendo la floricultura de las principales (Narváez Valderrama et al., 2012); una cantidad considerable que implica una alta exposición para los floricultores. Lo que genera mayor probabilidad de intoxicación por pesticidas al trabajador agrícola y ha sido reconocida como un importante problema de salud pública entre los agricultores de todo el mundo (World Health Organization, 1990).

Diversas investigaciones han evidenciado que la exposición aguda a pesticidas genera implicaciones a corto plazo que pueden causar síntomas como náuseas, mareos, dolor de cabeza, irritación de la piel y problemas respiratorios. A largo plazo, los efectos de la exposición crónica a pesticidas pueden ser aún más perjudiciales, llegándose a asociar con trastornos endocrinos, daños neurológicos, problemas reproductivos y el aumento del riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer (Caro y Cortés, 2021).

Además de los efectos físicos, los floricultores también enfrentan riesgos psicosociales derivados de las malas condiciones laborales, la falta de seguridad social, y la presión por mantener altos niveles de producción, dentro de los cuales se encuentran los altos niveles de estrés y ansiedad que refieren los trabajadores (Gobierno de España, 2019).

Así mismo, las empresas de este sector deben asumir un compromiso real con la seguridad y la salud en el trabajo, mediante la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales (Delgado, 2020). Cuando un trabajador sufre un accidente o enfermedad laboral, es probable que necesite tiempo para recuperarse y recibir tratamiento médico. Entre más trabajadores se accidenten o enfermen a causa de su labor, se verá más afectada la productividad, lo que repercute directamente en la rentabilidad de la empresa debido a los costos que deben asumir por incapacidades, indemnizaciones, subcontrataciones y otros gastos operativos (Ospina, 2021).

Según la Organización Internacional del Trabajo, los accidentes y las enfermedades laborales no solo afectan la salud de los trabajadores, sino que también generan una carga económica significativa para las empresas, los trabajadores y la sociedad en general. Este costo, que frecuentemente pasa por alto, limita el crecimiento de las empresas de este sector y, en muchos casos, afecta la estabilidad económica (Suarez, 2025).

En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores y cómo se pueden abordar desde la seguridad y salud en el trabajo?

2.1.1 *Formulación del problema*

¿Cuáles son las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores y cómo se pueden abordar desde la seguridad y salud en el trabajo?

2.2 Justificación

La floricultura colombiana ha progresado hasta llegar a ser un elemento esencial para el crecimiento de la economía, la cultura y la innovación en la nación. Actualmente, la floricultura es el principal cultivo de exportación agrícola no tradicional de la nación, por tanto, su crecimiento a nivel global propició la búsqueda de estrategias para controlar las plagas que afectan los cultivos, dando prioridad al uso de sustancias químicas como los pesticidas (Bermúdez, 2024).

A pesar de las múltiples investigaciones que se han realizado sobre los efectos negativos, aún existe un uso inadecuado de estas sustancias, afectando la seguridad de los trabajadores. Es allí donde la Seguridad y Salud en el Trabajo se hace necesaria para indagar sobre las condiciones que se presentan en los diferentes campos de trabajo, como también las consecuencias negativas en la salud de los trabajadores; es por esta razón que las empresas deben estudiar los distintos riesgos que provengan de cada actividad laboral y por ende analizar los efectos que pueden traer (Patiño y Jacome, 2022).

Esta investigación busca reunir todos los estudios realizados de manera empírica que describan las afecciones en la salud para a partir de ellas establecer las estrategias más efectivas y

lograr mitigar las consecuencias negativas dentro de los trabajadores. Así mismo, con esta revisión se busca evidenciar y justificar descubrimientos vinculados con el tema analizado. Con el objetivo de proporcionar datos científicos sobre los efectos adversos en la salud de los floricultores, y a partir de este conocimiento se puedan desarrollar planes, programa o sugerencias que contribuyan a la promoción de la seguridad y salud en el trabajo de esta población.

Por otro lado, este estudio aporta al Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, en donde se busca promover la salud de los trabajadores y prevenir la exposición a peligros laborales.

A su vez, contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ya que en su tercer objetivo, Salud y Bienestar, se plantea dentro de sus metas reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos. Así mismo, este proyecto aporta al propósito del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, el cual busca reducir los riesgos a la salud y al ambiente asociados con el uso de plaguicidas.

Por último, esta investigación representa un aporte valioso para la especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Santo Tomás, ya que analiza los factores que afectan la salud de los trabajadores expuestos a pesticidas y propone estrategias para garantizar condiciones laborales seguras. El análisis de estas estrategias servirá como material de referencia para docentes, estudiantes y profesionales de SST, permitiéndoles profundizar en los efectos del uso de pesticidas en la salud de los floricultores y facilitando la toma de decisiones informadas en contextos similares dentro de su práctica profesional.

2.3 Objetivos

2.3.1 *Objetivo general*

Analizar las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en floricultores, mediante la revisión de la literatura publicada en los últimos 10 años.

2.3.2 *Objetivos específicos*

Determinar los principales pesticidas empleados en la floricultura reportados por la bibliografía.

Clasificar las alteraciones en la salud asociadas al uso de pesticidas en la floricultura, según los sistemas corporales afectados.

Establecer las estrategias reportadas en la bibliografía científica para la mitigación de efectos adversos en salud de los floricultores causados por los pesticidas.

3. Marco referencial

3.1 Antecedentes

El uso de pesticidas ha sido objeto de múltiples estudios debido a sus implicaciones en la Salud humana y el medio ambiente. Diversas investigaciones han documentado los efectos adversos asociados a la exposición a estos compuestos. En la tabla 1, se presentan algunos antecedentes relevantes en los últimos 10 años que han abordado esta problemática desde diferentes enfoques, proporcionando una visión integral sobre el uso de estos compuestos.

Tabla 1 *Antecedentes encontrados en la literatura sobre el impacto de los pesticidas en la salud.*

Año	Título	Autor(es)	Aporte importante
2024	Occupational exposure to pesticides and health symptoms among farmers in Palestine	Iyad Alí	El estudio evidenció una alta prevalencia de problemas de salud entre los agricultores palestinos que usan pesticidas, con más del 59% reportando síntomas asociados. Los más comunes fueron dolores de cabeza, picazón, alergias, mareos, dificultad para respirar, sudoración excesiva, visión borrosa, problemas cutáneos, lagrimeo intenso, depresión, taquicardia y vómitos. Algunos agricultores llegaron a reportar hasta 18 síntomas diferentes. Se identificó que el número de síntomas era mayor entre quienes aplicaban pesticidas con mayor frecuencia y durante más tiempo, así como entre quienes no utilizaban adecuadamente equipos de protección como mascarillas, guantes o gafas. También influyó negativamente el no recibir información técnica adecuada. En contraste, se observó una menor aparición de síntomas entre los agricultores con mayor educación, los que percibían menor toxicidad en los pesticidas, tenían otros trabajos o accedían a fuentes confiables de información (Ali, 2024).
2022	Efecto de los plaguicidas en la salud de los agricultores: una revisión sistemática de la literatura	Miguel Damián Cabrejos Robles, José Iannacone, Luis Miguel Romero Echevarría, Alejandro Rivera-Romero ¹ y René Vignati-Dueñas	El artículo analiza los efectos adversos de los plaguicidas en la salud de los agricultores mediante una revisión sistemática basada en la técnica PRISMA. A partir de 50 estudios seleccionados, se identificaron enfermedades prevalentes como Parkinson, daño motor y neuroconductual, cáncer, daño genético, alteraciones del sueño y daño hematológico, además de síntomas como problemas respiratorios, irritaciones en la piel y náuseas. Se concluye que los plaguicidas generan efectos agudos, crónicos y a largo plazo en la salud (Cabrejos, et al., 2022).

Año	Título	Autor(es)	Aporte importante
2021	Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides	De-Assis MP, Barcella RC, Padilha JC, Pohl HH, Krug SBF.	A través de una revisión de literatura, se identificó que la falta de uso adecuado de equipos de protección y el desconocimiento sobre su correcta utilización aumentan la vulnerabilidad de estos trabajadores. Se evidenció una asociación entre la exposición a pesticidas y diversas afecciones de salud, incluyendo el cáncer. El estudio resalta la importancia de implementar medidas educativas y preventivas, así como la necesidad de la intervención gubernamental para promover alternativas más seguras en el control de plagas (De-Assis et al., 2021).
2021	Evaluación de la exposición a plaguicidas y efectos en la salud en población de Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021	Sanchez Aranzazu, Jesica Marcela	En este estudio, se identificaron siete grupos químicos, destacando el uso de Round up, y se reportó la presencia de compuestos altamente tóxicos como el chlorpyrifos y el methamidophos. En análisis de sangre se detectaron concentraciones elevadas de ciertos plaguicidas tanto en expuestos ocupacionales como ambientales, sin diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$). Sin embargo, los síntomas clínicos fueron más frecuentes en los expuestos laboralmente, destacando afecciones respiratorias y neurológicas. Solo los síntomas renales mostraron una diferencia significativa entre los grupos ($p < 0.05$). En cuanto a las medidas de protección, aunque la mayoría usaba uniforme y guantes, una proporción importante no empleaba tapabocas ni gafas. Además, más del 40% consumía alimentos en el lugar de trabajo, lo que representa un riesgo adicional de exposición (Sanchez Aranzazu, 2022).
2020	Occupational exposure to pesticides and	Patrick Amoatey, Ahmed Al-	Analiza la exposición a pesticidas y sus efectos en la salud de los trabajadores de granjas en invernaderos, destacando la falta de estudios

Año	Título	Autor(es)	Aporte importante
	associated health effects among greenhouse farm workers	Mayahi, Hamid Omidvarborna, Mahad Said Baawain & Hameed Sulaiman	epidemiológicos y clínicos sobre el tema. Se identificaron trastornos reproductivos, síntomas respiratorios, neurológicos e irritaciones en la piel como los efectos más comunes. Se recomienda realizar evaluaciones a largo plazo sobre los efectos en los hijos de estos trabajadores y mejorar la ventilación para reducir los riesgos para la salud (Amoatey et al., 2020).
2020	Synthetic Pesticides and Health in Vulnerable Populations: Agricultural Workers	Cynthia L Curl, Meredith Spivak, Rachel Phinney, Luke Montrose	Esta revisión analizó estudios epidemiológicos sobre la relación entre la exposición ocupacional a pesticidas agrícolas y diversos efectos en la salud. Se identificó que los trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas presentan mayor riesgo de ciertos tipos de cáncer, como próstata, labio, algunos linfomas y leucemia mieloide aguda, aunque el riesgo varía según el tipo de cáncer y el pesticida. También se encontró una asociación entre el uso de pesticidas sintéticos, especialmente organofosforados, y trastornos neurológicos y neuropsiquiátricos. Si bien los estudios sobre función respiratoria son limitados, sugieren un posible daño pulmonar. Además, se reportaron indicios de efectos negativos a nivel genético, estrés oxidativo, alteraciones metabólicas y tiroideas (Curl et al., 2020).
2015	Health Impact of Pesticides on Residents and Horticultural Workers in the Lake Naivasha Region, Kenya	Pamela F. Tsimbiri, Wilkister N. Moturi, Judith Sawe, Phaedra Henley, John R. Bend,	El artículo analiza los riesgos de exposición a plaguicidas en Naivasha, Kenia, un importante centro de agricultura hortícola a gran escala. Un estudio realizado con 801 residentes de zonas con una alta población de trabajadores de floricultura reveló una alta incidencia de síntomas respiratorios, en la piel, articulaciones, huesos y el sistema nervioso, especialmente entre plantadores, desmalezadores y cosechadores, quienes en su mayoría son mujeres (61.6%). Se recomienda capacitar a

Año	Título	Autor(es)	Aporte importante
			estos trabajadores, establecer tiempos de reentrada más largos después de la aplicación de plaguicidas (siguiendo estándares internacionales) y exigir el uso de equipo de protección. Además, se sugiere implementar un manejo integrado de plagas para reducir la dependencia de plaguicidas. Se requiere más investigación para desarrollar biomarcadores confiables que permitan detectar la exposición temprana y evaluar los efectos crónicos en la salud (Tsimbiri et al., 2015).

Nota: La tabla resume estudios previos sobre los efectos de los pesticidas en la salud humana.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Modelo de reacción dosis - respuesta

La teoría de la dosis-respuesta es fundamental para entender los efectos de la toxicidad de los pesticidas en los floricultores. Según esta teoría, el efecto de una sustancia en el organismo depende de la cantidad o dosis a la que se está expuesto. A medida que aumenta la dosis, la respuesta (o el efecto en la salud) generalmente también se incrementa. Este modelo es clave para definir umbrales de exposición considerados seguros y para establecer medidas preventivas en el entorno laboral (Castro, 2013).

En el caso de los floricultores, la exposición acumulativa a dosis bajas de pesticidas puede ser particularmente peligrosa. Dado que estos trabajadores a menudo están expuestos a estos químicos en dosis subletales pero repetidas, el riesgo de efectos adversos puede crecer de manera continua hasta provocar problemas graves de salud a largo plazo (Ramírez y Lacasaña, 2001).

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Generalidades de los pesticidas

El Código Internacional de Conducta para Gestión de Plaguicidas define a los plaguicidas como *“cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, matar o controlar cualquier plaga o regular el crecimiento de las plantas.”* (OMS & FAO, 2015).

Los pesticidas poseen características físicas y químicas diversas. Desde el punto de vista físico, pueden presentarse en estado líquido o sólido: los líquidos se aplican sin diluir, diluidos, en forma de aerosol, concentrado emulsionable o en suspensión concentrada; mientras que los sólidos pueden utilizarse en forma de polvo o gránulos, o disueltos como polvo humectable o gránulos solubles. Químicamente, se diferencian por su modo de inhibición sobre la acetilcolinesterasa; algunos, como los carbamatos, son inhibidores reversibles, mientras que otros, como los organofosforados, producen una inhibición irreversible (Ramírez y Lacasaña, 2001).

La toxicidad se presenta por diferentes vías de exposición a los pesticidas, siendo las más comunes la digestiva, dérmica y respiratoria.

3.3.2 Clasificación de los pesticidas

Estos compuestos pueden clasificarse según su función, estructura química o toxicidad, siendo esta última un criterio fundamental en la orientación terapéutica de los casos de intoxicación. La tabla 2 presenta la clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su naturaleza química, proporcionando una visión detallada de sus características y ejemplos representativos.

Tabla 2 *Clasificación de los pesticidas según su naturaleza química.*

Tipo	Características	Ejemplos
Inorgánicos	Son compuestos fabricados a partir de metales como cobre, plomo y arsénico. Se utilizan principalmente como fungicidas y bactericidas. Aunque han sido ampliamente empleados, muchos de ellos han sido restringidos o prohibidos debido a su persistencia en el ambiente y su toxicidad para los seres humanos y la fauna.	Oxicloruro de cobre, Oxicloruro de zinc
Plaguicidas vegetales	Son sustancias extraídas de diversas partes de vegetales con propiedades insecticidas, fungicidas o repelentes. Suelen ser biodegradables y menos persistentes en el ambiente que los plaguicidas sintéticos, pero su efectividad puede ser menor y depende de su correcta aplicación.	Piretrinas (derivadas del crisantemo), Nicotina (extraída del tabaco), Aceite de neem, Azadiractina
Organosintéticos y sintéticos	Son plaguicidas diseñados y sintetizados en laboratorio. Este grupo incluye una gran variedad de sustancias con diferentes mecanismos de acción, algunas con alta toxicidad y persistencia en el ambiente. Se utilizan ampliamente en la agricultura y el control de plagas urbanas.	Organofosforados (Clorpirifos, Malatión, Diazinón), Carbamatos (Carbofurano, Aldicarb), Organoclorados (DDT, Lindano), Neonicotinoides (Imidacloprid, Tiametoxam), Piretroides (Permetrina, Cipermetrina), Fenilpirazoles (Fipronil), Triazinas (Atrazina), Dinitroanilinas (Trifluralina)
Microorganismos vivos	Son virus, bacterias y hongos utilizados en el control biológico de plagas. Actúan atacando específicamente a ciertos insectos o patógenos sin afectar negativamente a otros organismos. Su uso ha aumentado en la agricultura sostenible debido a su	Trichoderma harzianum, Paecilomyces lilacinus, Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana, Bacillus thuringiensis, Spinosad

Tipo	Características	Ejemplos
	baja toxicidad para el ser humano y el medio ambiente.	

Adaptado de: (Instituto Nacional de Salud, 2010).

3.3.3 Gestión del riesgo por plaguicidas en Colombia

En Colombia, la gestión del riesgo por plaguicidas se fundamenta en la identificación, evaluación y control de la exposición a estos agentes químicos, especialmente aquellos que inhiben la enzima acetilcolinesterasa, como los organofosforados y carbamatos. La evaluación de la exposición requiere la elaboración de un inventario detallado de los plaguicidas utilizados, incluyendo su forma de presentación (polvos, líquidos, gránulos o concentrados emulsionables) y los disolventes empleados. Además, los controles en el medio incluyen la implementación de barreras físicas, ventilación y medidas de confinamiento para minimizar la dispersión de los contaminantes en el ambiente laboral. Finalmente, los controles en el receptor abarcan estrategias administrativas, como la reducción del tiempo de exposición de los trabajadores, programas de capacitación y el uso adecuado de equipos de protección personal (Ministerio de la Protección social, 2007).

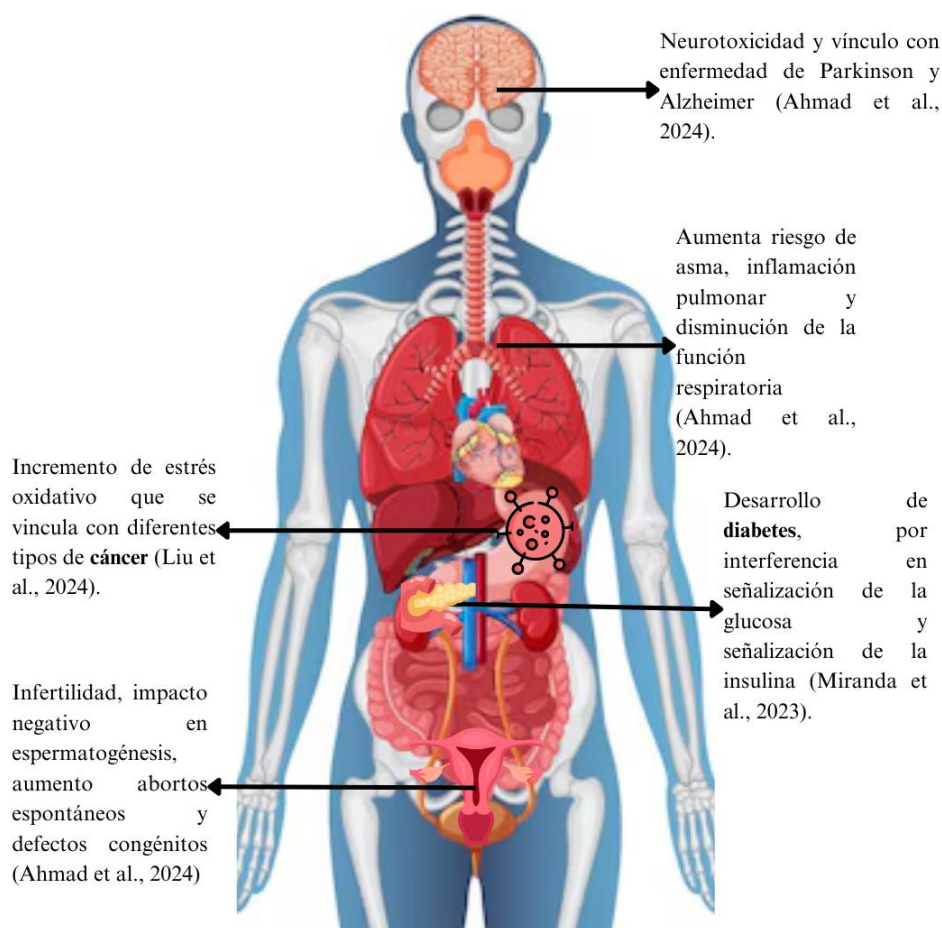
3.3.4 Mecanismos generales de toxicidad

3.3.4.1 Toxicidad aguda. La intoxicación aguda por plaguicidas varía según el tipo de compuesto. Los organofosforados y carbamatos inhiben la enzima acetilcolinesterasa, impidiendo la degradación de la acetilcolina en las sinapsis nerviosas. Esto provoca una sobreestimulación colinérgica que genera síntomas como salivación excesiva, sudoración, contracciones musculares involuntarias y convulsiones. La inhibición

irreversible de la enzima por los organofosforados agrava la toxicidad y puede derivar en cuadros severos (Cervantes et al., 2019).

Por otro lado, los piretroides afectan los canales iónicos de sodio en las membranas neuronales, alterando la despolarización y repolarización celular. Esta interferencia genera hiperactividad neuronal, causando temblores, inquietud y, en casos graves, deterioro motor y alteraciones en el estado de conciencia (Khasigian, 2022).

3.3.4.2 Toxicidad crónica. La toxicidad crónica se refiere a los efectos adversos que resultan de la exposición prolongada a sustancias químicas, como los pesticidas, incluso en dosis bajas. Estos efectos pueden manifestarse después de meses o años e incluyen enfermedades neurológicas, trastornos endocrinos y diversos tipos de cáncer. La Figura 1 ilustra los principales sistemas afectados y los mecanismos por la toxicidad crónica.

Figura 1 Efectos de la toxicidad crónica por exposición a pesticidas.

Adaptado de: (Ahmad et al., 2024; Liu et al., 2024; Miranda et al., 2023).

3.4 Marco legal y normativo

En Colombia, el uso y manejo de plaguicidas está regulado por un conjunto de normativas que buscan garantizar la seguridad en su aplicación, minimizar los riesgos para la salud humana y reducir el impacto ambiental. Estas normativas incluyen leyes, decretos y resoluciones emitidas por diferentes entidades gubernamentales y organismos internacionales. La tabla 3 resume las principales disposiciones legales relacionadas con el tema, especificando su origen y los aportes que ofrecen en la regulación de los plaguicidas en el país.

Tabla 3 *Marco legal y normativo en Colombia*

Ley/norma	Autor	Aporte
Decreto 1843 de 1991	Gobierno de Colombia / Ministerio de Salud	Regula la vigilancia epidemiológica del uso de plaguicidas para proteger la salud pública, la sanidad animal y vegetal, y el medio ambiente (Gobierno de Colombia, 1991).
Ley 55 de 1993	Organización Internacional del Trabajo (OIT) / Congreso de Colombia	Aprueba el Convenio 170 de la OIT, que establece la necesidad de evaluar riesgos del manejo de químicos y desarrollar sistemas de información sobre ellos (Congreso de Colombia y Conferencia Internacional del Trabajo, 1993).
Decreto 1443 de 2004	Gobierno de Colombia	Reglamenta disposiciones anteriores para mitigar los impactos ambientales negativos de los plaguicidas (Gobierno de Colombia, 2004).
Ley 1159 de 2007	Congreso de Colombia	Adopta el Convenio de Róterdam, estableciendo el consentimiento previo para importar ciertos plaguicidas y exigiendo fichas de seguridad detalladas (Congreso de Colombia, 2007).
Resolución 1675 de 2013	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Regula la gestión posconsumo de plaguicidas, definiendo los elementos de los Planes de Devolución de Productos Posconsumo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).
.Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece medidas para la prevención y control de la contaminación ambiental por plaguicidas y regula el manejo de residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Nota: resume las principales normativas relacionadas con el uso y regulación de plaguicidas en Colombia.

4. Diseño metodológico

4.1 Alcance

El presente estudio emplea un diseño metodológico cuantitativo de revisión narrativa, ya que permite explorar, describir y discutir ampliamente las implicaciones para la salud asociadas al uso de pesticidas, integrando información de diversas fuentes y contextos. A diferencia de las revisiones sistemáticas, la revisión narrativa posibilita la inclusión de distintos tipos de evidencia sin requerir una metodología rígida de selección, lo que facilita la comprensión del tema en su complejidad. Además, esta estrategia favorece la identificación de lagunas de conocimiento, el análisis de antecedentes históricos y el desarrollo de perspectivas teóricas que contribuyan al abordaje integral del problema (Zillmer y Díaz-Medina, 2018).

4.2 Ecuación de búsqueda

Para la búsqueda de información, se utilizó una ecuación de búsqueda estructurada mediante operadores booleanos con el fin de optimizar la recuperación de documentos relevantes, la estrategia con los términos empleados se evidencia en la Tabla 4.

Tabla 4 *Términos de búsqueda*

Población	Intervención	Resultado
Trabajadores agrícolas y floricultores (workers,farmers, farm, flower, floriculture)	Exposición a pesticidas (pesticide, pesticides, exposure)	Estrategias Impactos negativos Afecciones en la salud (health, symptoms, health problems)

Nota: Esta tabla presenta los términos clave utilizados en la ecuación de búsqueda.

La ecuación utilizada fue la siguiente para las bases de datos en inglés: (“workers” OR “farmers”) AND (“pesticide use” OR “pesticide exposure” OR “agrochemicals”) AND (“floriculture” OR “ornamental plants” OR “flower farm” OR “flowers”) AND (“symptoms” OR “human health” OR “occupational exposure” OR “health effects” OR “health impacts” OR “health disorders”) y la siguiente cuando se buscaban resultados en español: (“trabajadores” OR “agricultores”) AND (“floricultura” OR “plantas ornamentales” OR “cultivos de flores”) AND (“síntomas” OR “salud humana” OR “exposición ocupacional”)

4.3 Criterios de selección

A continuación, se presentan los criterios establecidos para la selección de los artículos científicos incluidos en esta revisión los cuales se pueden evidenciar en la Tabla 5.

Tabla 5 *Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos de revisión, metaanálisis, investigaciones experimentales, estudios de casos y controles, y cohortes.	Notas al editor, libros u otros tipos de documentos que no sean artículos científicos
Publicaciones que se hayan realizado entre 2015-2025	Artículos que estén etiquetados como open access pero no tengan el texto completo disponible.
Escritos en español o inglés	Artículos que no traten sobre salud en relación con los plaguicidas
Artículos con acceso abierto (open Access).	

Nota: parámetros establecidos para la selección de artículos científicos dentro de la revisión.

4.4 Fuentes de información

Se utilizan para esta revisión diversas bases de datos y repositorios científicos como EBSCO, Scopus, Science Direct, Sage Journals, SciELO, PubMed y Google Scholar,

seleccionadas por su amplia cobertura de literatura académica y su acceso a investigaciones actualizadas y revisadas por pares. Asimismo, se incluyó el repositorio institucional de la Universidad Santo Tomás, con el propósito de integrar estudios locales y trabajos académicos relevantes en el contexto nacional. Esta búsqueda fue observada, analizada y descrita de acuerdo con la interpretación crítica de la investigación.

4.5 Estrategias de análisis de evidencias

Para la revisión de alcance propuesta se realizará un análisis descriptivo de los estudios hallados, organizándolos según la base de datos y el tipo de evidencia. Se empleará una matriz que permita organizar la información según el año, los autores, objetivo y su descripción principal (ver Apéndice A).

5. Resultados

A partir de la aplicación de la ecuación de búsqueda se encontraron 491 artículos en todas las bases de datos. Tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, en concreto el rango de tiempo de publicación y el acceso abierto se evidenciaron 52 artículos, y posteriormente con base en la pertinencia temática, la focalización en trabajadores de floricultura y la presencia explícita de términos vinculados al uso de pesticidas, los efectos en salud o las estrategias de mitigación, se seleccionaron finalmente 14 documentos para el análisis. Este conjunto conformó el cuerpo documental que dio sustento a los resultados, discusión y conclusiones de la presente revisión.

5.1 Principales pesticidas empleados en la floricultura

La revisión ofrece un panorama detallado sobre los principales pesticidas utilizados en la floricultura, una actividad agrícola con alta demanda de insumos químicos debido a los exigentes estándares estéticos y comerciales del mercado internacional. El análisis se centró en estudios que abordan tanto el uso de estos compuestos como su relación directa con efectos en la salud humana, lo que facilitó la identificación de pesticidas prioritarios por su frecuencia de uso y su impacto toxicológico.

Un hallazgo constante fue la presencia generalizada de organofosforados, grupo químico ampliamente utilizado en floricultura por su eficacia como insecticidas sistémicos. Ingredientes activos como clorpirifós, profenofos, diazinón, dimetoato, paratión y malatión fueron citados en múltiples estudios realizados en Etiopía, Tanzania y México (Godínez-Pérez et al., 2024; Mekonen et al., 2023a; Mwabulambo et al., 2018; Shentema et al., 2020). Su uso intensivo se explica por su acción rápida y amplio espectro, aunque su toxicidad para el sistema nervioso humano —por inhibición de la colinesterasa— constituye una amenaza documentada. De hecho, varios estudios reportan niveles séricos bajos de esta enzima en trabajadores floricultores, lo cual confirma exposición crónica incluso en personas no encargadas directamente de la aplicación (Shentema et al., 2020).

En segundo lugar, se identificó una alta prevalencia de piretroides, entre ellos cipermetrina, deltametrina, lambda-cialotrina y permetrina, tanto en floriculturas africanas como latinoamericanas (Godínez-Pérez et al., 2024; Mekonen et al., 2023). Aunque los piretroides son considerados menos persistentes que los organofosforados, su toxicidad dérmica y su efecto sobre el sistema nervioso periférico los convierte en sustancias de riesgo cuando se manipulan sin protección adecuada, especialmente en ambientes cerrados como los invernaderos.

Otro grupo relevante fue el de los carbamatos, como carbofurano, methomyl y aldicarb, identificados en floriculturas de Etiopía, Irán y México (Paezi et al., 2025). Al igual que los organofosforados, los carbamatos son inhibidores de la colinesterasa, pero suelen utilizarse en formulaciones menos volátiles, lo que no reduce su peligrosidad cuando se aplican en condiciones de exposición directa.

También se observó el uso frecuente de neonicotinoides como imidacloprid, acetamiprid y thiamethoxam, sobre todo en cultivos destinados a la exportación europea. Estos compuestos, aunque menos tóxicos para humanos en comparación con los organofosforados, están siendo objeto de creciente preocupación por sus posibles efectos neuroconductuales y su capacidad de bioacumulación (Pereira et al., 2021a).

Los ditiocarbamatos, con mancozeb como representante más destacado, fueron identificados como fungicidas de uso común en flores ornamentales, especialmente rosas (Shentema et al., 2020). Aunque su toxicidad aguda es menor, estudios recientes advierten sobre sus metabolitos potencialmente carcinógenos y sus efectos sobre la fertilidad.

Además, la revisión reveló el uso persistente de plaguicidas altamente peligrosos o prohibidos, incluidos organo-clorados como DDT, endosulfán, heptacloro y dieldrín, hallados en concentraciones mensurables en sangre de trabajadores etíopes (Mekonen et al., 2023). A pesar de estar prohibidos por acuerdos internacionales, estos compuestos continúan circulando en países con controles regulatorios débiles o lagunas normativas.

Menos frecuentes, pero igualmente relevantes, fueron pesticidas como abamectina y emamectina (avermectinas), propiconazol y tebuconazol (triazoles), así como fumigantes del suelo como cloropicrina y 1,3-dicloropropeno, reportados en Japón (Nagami et al., 2017). Estos compuestos son utilizados para preparar suelos y controlar enfermedades en cultivos ornamentales

de alto valor como los crisantemos y las flores de corte, y han sido relacionados con síntomas agudos como dificultad respiratoria, irritación ocular y náuseas.

Los estudios coinciden en que la floricultura se caracteriza por el uso simultáneo de múltiples pesticidas, a menudo sin rotación adecuada y en mezclas que dificultan la evaluación individual de riesgos (Pereira et al., 2021). Esta práctica, sumada a la alta frecuencia de aplicación y a la escasa implementación de medidas preventivas, ha resultado en una lista recurrente de pesticidas prioritarios, cuya presencia se repite en contextos geográficos diversos.

Los estudios revisados permitieron identificar como principales pesticidas utilizados en la floricultura a los organofosforados (clorpirifós, diazinón, profenofos), piretroides (cipermetrina, deltametrina), carbamatos (methomyl, aldicarb), neonicotinoides (imidacloprid, acetamiprid), mancozeb (fungicida ditiocarbamato), y ciertos pesticidas prohibidos como endosulfán y DDT, cuya circulación continúa en países en desarrollo. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la regulación internacional, promover sistemas de trazabilidad en la producción florícola y fomentar la sustitución de ingredientes activos altamente tóxicos por alternativas de menor impacto para la salud humana.

Tabla 6. *Pesticidas reportados en la bibliografía*

Ingrediente activo	Clase química	Uso principal	Referencias clave
Clorpirifós	Organofosforado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023b; Mwabulambo et al., 2018; Shentema et al., 2020)
Profenofos	Organofosforado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023b)
Diazinón	Organofosforado	Insecticida	(Godínez-Pérez et al., 2024; Shentema et al., 2020)
Dimetoato	Organofosforado	Insecticida	(Pereira et al., 2021a)
Malatión	Organofosforado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023b; Mwabulambo et al., 2018)
Paratión	Organofosforado	Insecticida	(Pereira et al., 2021a)

Ingrediente activo	Clase química	Uso principal	Referencias clave
Cipermetrina	Piretroide	Insecticida	(Godínez-Pérez et al., 2024; Mekonen et al., 2023b)
Deltametrina	Piretroide	Insecticida	Godínez-Pérez et al., 2024
Lambda-cialotrina	Piretroide	Insecticida	(Nagami et al., 2017b)
Methomyl	Carbamato	Insecticida	(Shentema et al., 2020)
Aldicarb	Carbamato	Insecticida	(Paezi et al., 2025)
Imidacloprid	Neonicotinoide	Insecticida sistémico	(Pereira et al., 2021a)
Acetamiprid	Neonicotinoide	Insecticida sistémico	(Mwabulambo et al., 2018)
Thiamethoxam	Neonicotinoide	Insecticida sistémico	(Godínez-Pérez et al., 2024; Pereira et al., 2021a)
Mancozeb	Ditiocarbamato	Fungicida	(Shentema et al., 2020)
Endosulfán	Organoclorado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023)
DDT	Organoclorado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023)
Heptacloro	Organoclorado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023)
Dieldrin	Organoclorado	Insecticida	(Mekonen et al., 2023b)
Abamectina	Avermectina	Insecticida	(Nagami et al., 2017b; Pereira et al., 2021a)
Emamectina	Avermectina	Insecticida	(Nagami et al., 2017)
Propiconazol	Triazol	Fungicida	(Pereira et al., 2021)
Cloropicrina	Fumigante halogenado	Fumigante de suelo	(Nagami et al., 2017)
1,3-Dicloropropeno	Fumigante halogenado	Fumigante de suelo	(Nagami et al., 2017)

Nota: listado de los principales pesticidas identificados en la floricultura.

5.2 Clasificación las alteraciones en la salud asociadas al uso de pesticidas en la floricultura

En términos generales, se constató que los trabajadores de floricultura están expuestos de forma directa y prolongada a mezclas de pesticidas, principalmente organofosforados como clorpirifos, diazinón, malatión y paratión, así como a fungicidas como captan y mancozeb, y herbicidas como glifosato. En varios de los estudios, como el desarrollado en Etiopía (Shentema

et al., 2020), se encontraron niveles anormalmente bajos de colinesterasa sérica en trabajadores expuestos, lo que constituye un indicador clínico directo de intoxicación crónica por insecticidas inhibidores de colinesterasa.

Los síntomas más comúnmente reportados fueron respiratorios (Shentema et al., 2022), de carácter neurológico (mareos, temblores, cefalea, fatiga) y dérmico (irritación cutánea, quemaduras, erupciones) (Endalew et al., 2022; Nigatu et al., 2016a). En estudios como el realizado en Japón (Nagami et al., 2017), se observó una asociación clara entre la duración de la jornada laboral en invernaderos de crisantemos y el aumento en la aparición de síntomas subjetivos como visión borrosa, debilidad general y temblores. De forma similar, un estudio realizado en Tanzania (Mwabulambo et al., 2018) reportó que más del 40 % de los trabajadores de floricultura presentaban síntomas respiratorios y cutáneos luego de tareas de aplicación, mezcla o reentrada sin protección.

En cuanto a las alteraciones reproductivas, varios estudios advirtieron efectos sobre la salud ginecológica de trabajadoras en floricultura. Por ejemplo, en la investigación desarrollada en Tanzania (Mwabulambo et al., 2018), se identificaron trastornos menstruales, abortos espontáneos e infertilidad asociados a la exposición a pesticidas como clorpirifos, carbamatos y piretroides. Estas conclusiones coinciden con revisiones toxicológicas más amplias que destacan el potencial disruptor endocrino de muchos de estos compuestos, incluso a dosis consideradas legalmente permitida.

Una característica común en varios de los contextos estudiados fue la falta de implementación de medidas de protección personal. En el estudio desarrollado en México (Mejia et al., 2021), se documentó el uso frecuente de pesticidas peligrosos como captan, dichlorvos y carbofurano, en condiciones laborales precarias, sin capacitación técnica y con uso parcial o nulo

de guantes, mascarillas o gafas. Esta situación incrementa de forma sustancial el riesgo de intoxicaciones agudas y crónicas.

También se identificaron alteraciones endocrinas especialmente relacionados con las hormonas tiroideas (Blanco-Muñoz et al., 2016), además de preocupaciones sobre efectos genotóxicos y riesgo de cáncer (Pereira et al., 2021).

Algunos artículos alertan sobre los posibles efectos acumulativos y crónicos de la exposición a mezclas de pesticidas, hay una clara carencia de seguimiento clínico a largo plazo en la mayoría de los contextos analizados. Salvo contadas excepciones que incluyen biomarcadores (como la inhibición de colinesterasa), los estudios se apoyan mayoritariamente en autoinformes de síntomas, lo que señala la necesidad de estudios longitudinales y enfoques más integrales de vigilancia en salud ocupacional.

Tabla 7 *Efectos en la salud de los pesticidas según afectación por sistemas*

Sistema corporal	Síntomas o alteraciones reportadas	Referencias
Nervioso	Dolores de cabeza, irritabilidad, temblores, debilidad, inhibición de colinesterasa	(Endalew et al., 2022; Nigatu et al., 2016; Villegas Narvaez, 2025)
Reproductivo	Alteraciones hormonales, infertilidad, abortos espontáneos, defectos congénitos	(Shentema et al., 2020; Villegas Narvaez, 2025)
Genético	Daño al ADN, efectos genotóxicos, riesgo de cáncer	(Shentema et al., 2020)
Endocrino	Disrupciones hormonales, hiperplasia tiroidea	(Pereira et al. 2021; Blanco-Muñoz et al., 2016)
Respiratorio	Tos, disnea, secreción nasal, broncoespasmos	(Mwabulambo et al., 2018; Shentema et al., 2022; Villegas Narvaez, 2025)
Dermatológico	Irritación cutánea, erupciones, quemaduras	(Mejia et al., 2021; Villegas Narvaez, 2025)

Multisistémico	Cáncer, alteraciones combinadas del sistema nervioso, reproductivo y genético	(Cabrejos Robles et al., 2022)
----------------	---	--------------------------------

Nota: clasifica los efectos adversos reportados en trabajadores floricultores según los sistemas corporales afectados.

5.3 Estrategias reportadas en la bibliografía científica para la mitigación de efectos adversos en salud

A partir de la revisión se identificaron 40 estrategias únicas orientadas a mitigar los efectos del uso de pesticidas en trabajadores del sector floricultor. A continuación, se presenta un análisis crítico de estas estrategias, agrupadas por afinidad temática, incluyendo referencias específicas de los estudios que las proponen.

5.3.1 *Uso adecuado, obligatorio y correcto del EPP*

El uso del equipo de protección personal (EPP) es una de las estrategias más frecuentemente mencionadas (Curl et al., 2020; de-Assis et al., 2021; Tsimbiri et al., 2015). Aunque la literatura coincide en que el EPP puede reducir significativamente la exposición directa a pesticidas, también se reconocen importantes limitaciones en su uso: falta de acceso, condiciones climáticas adversas, y desconocimiento de su importancia. La obligatoriedad de su uso, sin embargo, debe ir acompañada de controles institucionales, provisión garantizada, y capacitación para su uso correcto. Su eficacia se maximiza cuando se combina con controles ambientales y monitoreo de la exposición.

5.3.2 *Capacitaciones continuas y en salud ocupacional*

La capacitación continua y en salud ocupacional es clave para modificar conductas de riesgo (de-Assis et al., 2021). A diferencia de los entrenamientos aislados, las estrategias formativas sistemáticas permiten reforzar el conocimiento sobre toxicidad, primeros auxilios, y protocolos de uso seguro. No obstante, se ha observado que muchos programas no incluyen mecanismos de evaluación ni seguimiento post-entrenamiento (Afshari et al., 2021), lo cual limita su sostenibilidad en el tiempo y su impacto real.

5.3.3 *Programas y campañas educativas*

Los programas y campañas educativas comunitarias (Cabrejos Robles et al., 2022; De-Assis et al., 2021) abordan la problemática de forma participativa. Estas iniciativas favorecen la apropiación del conocimiento y permiten un cambio de actitud en los trabajadores y sus familias (Endalew et al., 2022b). Sin embargo, su éxito depende de la adaptación a contextos socioculturales y del uso de lenguaje claro y comprensible.

5.3.4 *Manejo integrado de plagas y reducción de pesticidas*

El manejo integrado de plagas (MIP) ha sido ampliamente promovido como una alternativa agroecológica para reducir el uso de pesticidas (Demi & Sicchia, 2021; Tsimbiri et al., 2015) estrategia incluye rotación de cultivos, uso de enemigos naturales y prácticas agronómicas que disminuyen la dependencia de agroquímicos. Su efectividad está respaldada por evidencia, pero su adopción requiere apoyo técnico, capacitación especializada y, en muchos casos, subsidios gubernamentales.

5.3.5 Regulación y control institucional

Las regulaciones sobre pesticidas, incluyendo la restricción o prohibición de sustancias altamente peligrosas (Afshari et al., 2021; Curl et al., 2020) son esenciales para reducir los riesgos ocupacionales. Estas estrategias incluyen mejoras en el etiquetado, normativas de reentrada, y el fortalecimiento de los sistemas de inspección laboral. A pesar de su potencial, enfrentan barreras políticas, resistencia de la industria y escasa fiscalización en contextos rurales.

5.3.6 Monitoreo biomédico y de salud reproductiva

El monitoreo biomédico (Cabrejos Robles et al., 2022) y reproductivo (Amoatey et al., 2020) permite la detección temprana de efectos en la salud, especialmente aquellos que no presentan síntomas visibles de forma inmediata. Las pruebas de colinesterasa, por ejemplo, son indicadores clínicos del impacto de los organofosforados. Sin embargo, su implementación requiere recursos, personal entrenado y vinculación con servicios de salud ocupacional.

5.3.7 Mejoras ambientales en el lugar de trabajo

Las estrategias como la mejora de la ventilación en invernaderos (Amoatey et al., 2020) y el control de tiempos de reentrada (Tsimbiri et al., 2015) tienen un enfoque preventivo ambiental. Reducen la exposición indirecta a pesticidas mediante el rediseño de los espacios de trabajo o mediante la implementación de protocolos temporales. Aunque efectivas, requieren inversiones en infraestructura y capacitación del personal supervisor.

5.3.8 Acceso y promoción del uso de EPP

Estrategias como la provisión gratuita de EPP su promoción activa en el entorno laboral y la mejora del acceso logístico (Afshari et al., 2021; de-Assis et al., 2021) complementan las acciones normativas. Estas estrategias corrigen desigualdades estructurales que impiden a muchos trabajadores acceder al equipo necesario.

5.3.9 Prácticas agrícolas sostenibles

Estrategias como la rotación de cultivos la promoción de prácticas agrícolas sostenibles (Demi & Sicchia, 2021) buscan reducir la presión sobre el uso de pesticidas, mejorando la salud del suelo y la biodiversidad. Estas prácticas están alineadas con enfoques de seguridad alimentaria y resiliencia climática.

5.3.10 Comunicación de riesgos y concientización

Finalmente, estrategias de comunicación del riesgo y campañas de concientización promueven un enfoque de corresponsabilidad en la gestión del riesgo. Cuando se aplican con metodologías participativas, permiten una mejor comprensión del peligro y fomentan una cultura de prevención (Cabrejos Robles et al., 2022)

Estas estrategias, al ser implementadas de forma complementaria, pueden mejorar significativamente las condiciones laborales en la floricultura, siempre que existan condiciones institucionales, financieras y culturales que las sostengan a largo plazo.

6. Conclusiones

Las implicaciones para la salud derivadas del uso de pesticidas en trabajadores del sector floricultor son múltiples y significativas. La revisión de literatura evidenció que la exposición frecuente a estos compuestos, especialmente en contextos laborales con deficiencias en medidas de prevención y control, genera una alta carga de riesgo para la salud humana. Se identificaron efectos tanto agudos como crónicos, incluyendo síntomas neurológicos (cefalea, temblores, visión borrosa), respiratorios (tos, dificultad para respirar), dérmicos (irritaciones, quemaduras) y reproductivos (infertilidad, abortos espontáneos), entre otros. Estas afectaciones están asociadas al uso de pesticidas altamente tóxicos como clorpirifós, carbofurano, mancozeb e imidacloprid, varios de los cuales están restringidos o prohibidos en países con regulaciones más estrictas. La persistencia de estas sustancias en los entornos florícolas colombianos revela una preocupante vulnerabilidad para los trabajadores expuestos.

En cuanto a los objetivos específicos, se logró identificar los pesticidas más utilizados en la floricultura, entre los que destacan los organofosforados, neonicotinoides, piretroides y ditiocarbamatos. Asimismo, se clasificaron las alteraciones en la salud según los sistemas corporales afectados, confirmando una afectación multisistémica y acumulativa. Por último, se recopilaron y analizaron estrategias orientadas a la mitigación de estos efectos adversos, tales como la capacitación continua en salud ocupacional, el uso obligatorio y correcto de equipos de protección personal, la implementación del manejo integrado de plagas y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. No obstante, la efectividad de estas acciones depende de factores estructurales como la formalización laboral, la supervisión institucional y la apropiación de una cultura preventiva por parte de trabajadores y empleadores.

Entre las principales limitaciones, del estudio se encuentra la disponibilidad restringida de literatura empírica específica sobre floricultores en Colombia, lo que obligó a incluir estudios de otros contextos geográficos con condiciones agrícolas similares. Además, gran parte de los estudios revisados se basan en autoinformes de síntomas o en estudios transversales, lo cual limita la posibilidad de establecer relaciones causales firmes entre exposición y efecto. También se evidenció una escasez de investigaciones longitudinales y de seguimiento clínico a largo plazo en poblaciones expuestas.

7. Recomendaciones

Como recomendaciones, se sugiere fortalecer la vigilancia epidemiológica ocupacional en zonas florícolas, fomentar la investigación biomédica con enfoque en exposición a pesticidas, y garantizar el acceso efectivo a medidas de protección personal y formación técnica para los trabajadores del sector. Asimismo, es indispensable avanzar en la actualización normativa y en el cumplimiento de regulaciones internacionales sobre el uso de sustancias peligrosas, promoviendo una producción más segura, ética y sostenible que priorice la salud de quienes sostienen la cadena florícola desde sus cimientos.

Otra limitación identificada es la falta de estudios longitudinales y el uso predominante de autoinformes de síntomas en las investigaciones analizadas. Esta dependencia metodológica limita la capacidad para establecer relaciones causales firmes entre la exposición y los efectos en salud. En este sentido, futuras investigaciones deberían orientarse hacia el desarrollo de estudios de cohorte, vigilancia activa con biomarcadores específicos (como pruebas de colinesterasa, daño genético o alteraciones endocrinas), así como evaluaciones clínicas periódicas que permitan detectar efectos crónicos y acumulativos de manera temprana.

Además, sería pertinente que las futuras investigaciones se enfoquen en evaluar la eficacia real de las estrategias de mitigación implementadas. Por ejemplo, determinar si el uso obligatorio del EPP o los programas de capacitación han reducido la prevalencia de síntomas o enfermedades relacionadas con pesticidas en determinadas regiones florícolas. También se podría investigar el costo-beneficio de implementar prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías limpias frente al modelo actual de producción intensiva basado en agroquímicos.

Finalmente, se recomienda fomentar estudios específicamente en población colombiana. Estos estudios podrían contribuir no solo a mejorar las condiciones laborales, sino también a fortalecer una cultura de prevención, autocuidado y justicia ambiental en el sector floricultor colombiano.

8. Referencias

- Afshari, M., Karimi-Shahanjarini, A., Khoshravesh, S., & Besharati, F. (2021). Effectiveness of interventions to promote pesticide safety and reduce pesticide exposure in agricultural health studies: A systematic review. *PLoS ONE*, 16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245766>
- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Alsayegh, A. A., Zeyaulah, M., AlShahrani, A. M., Muzammil, K., Saati, A. A., Wahab, S., Elbendary, E. Y., Kambal, N., Abdelrahman, M. H., & Hussain, S. (2024). Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. En *Heliyon* (Vol. 10, Número 7). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29128>
- Ali, I. (2024). Occupational exposure to pesticides and health symptoms among farmers in Palestine. *African Health Sciences*, 24(4), 373. <https://doi.org/10.4314/AHS.V24I4.46>
- Amoatey, P., Al-Mayahi, A., Omidvarborna, H., Baawain, M. S., & Sulaiman, H. (2020). Occupational exposure to pesticides and associated health effects among greenhouse farm workers. *Environmental science and pollution research international*, 27(18), 22251–22270. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-08754-9>
- Bermúdez, L. E. (2024, septiembre 2). *Pétalos de Prosperidad: Cómo la Floricultura Está Transformando la Economía Colombiana - ANeIA*. <https://aneia.uniandes.edu.co/petalos-de-prosperidad-como-la-floricultura-esta-transformando-la-economia-colombiana/>
- Blanco-Muñoz, J., Lacasaña, M., López-Flores, I., Rodríguez-Barranco, M., González-Alzaga, B., Bassol, S., Cebrian, M. E., López-Carrillo, L., & Aguilar-Garduño, C. (2016). Association between organochlorine pesticide exposure and thyroid hormones in floriculture workers. *Environmental Research*, 150, 357–363. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2016.05.054>

- Cabrejos Robles, M. D., Iannacone, J., Romero Echevarría, L. M., Rivera Romero, A., y Vignati Dueñas, R. (2022). EFECTO DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD DE LOS AGRICULTORES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA. *BIOTEMPO*, 19(2), 269–280. <https://doi.org/10.31381/BIOTEMPO.V19I2.4909>
- Caro Gamboa, L. J., y Cortés Puentes, P. T. (2021). *Estado del arte de los efectos de plaguicidas de uso agrícola para la salud y el ambiente en Colombia (2007-2019)* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/26486>
- Castro, G. D. (2013). *Dependencia de la dosis en los mecanismos de toxicidad y la evaluación de riesgo en toxicología*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/1345>
- Cervantes, S., Estefanía, I., Valverde, M., Monge, D., y del Pilar, M. (2019). *REVISTA MEDICINA LEGAL DE COSTA RICA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS ORGANOPHOSPHATE POISONING*. 36(1).
- Congreso de Colombia. (2007). *Ley 1159 de 2007*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1159-2007.pdf>
- Congreso de Colombia, & Conferencia Internacional del Trabajo. (1993, junio 2). *Ley 55 de 1993*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37687>
- Curl, C. L., Spivak, M., Phinney, R., & Montrose, L. (2020). Synthetic Pesticides and Health in Vulnerable Populations: Agricultural Workers. *Current environmental health reports*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.1007/S40572-020-00266-5>
- De-Assis, M. P., Barcella, R. C., Padilha, J. C., Pohl, H. H., & Krug, S. B. F. (2021). Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 18(3), 352. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2020-532>

- de-Assis, M. P., Barcella, R. C., Padilha, J. C., Pohl, H. H., & Krug, S. B. F. (2021). Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Revista brasileira de medicina do trabalho : publicacao oficial da Associacao Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT*, 18, 352–363. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2020-532>
- Delgado, L. F. (2020, diciembre 9). *La lógica productivista en el sector de las flores: una pandemia consentida que enferma trabajadoras y comunidades*. <https://ail.ens.org.co/opinion/la-logica-productivista-en-el-sector-de-las-flores-una-pandemia-consentida-que-enferma-trabajadoras-y-comunidades/>
- Demi, S. M., & Sicchia, S. R. (2021). Agrochemicals Use Practices and Health Challenges of Smallholder Farmers in Ghana. <https://doi.org/10.1177/11786302211043033>, 15(1). <https://doi.org/10.1177/11786302211043033>
- Endalew, M., Gebrehiwot, M., & Dessie, A. (2022). Pesticide Use Knowledge, Attitude, Practices and Practices Associated Factors Among Floriculture Workers in Bahirdar City, North West, Ethiopia, 2020. *Environmental Health Insights*, 16. <https://doi.org/10.1177/11786302221076250>
- Gobierno de Colombia. (2004). *Decreto 1443 de 2004*. <https://arlsura.com/index.php/decretos/104-decreto-1443-de-2004>
- Gobierno de España. (2019). *Pautas de trabajo seguras para evitar los riesgos psicosociales en el sector del comercio de flores y plantas*.
- Godínez-Pérez, B. M., Schilman, A., Lagunas-Martínez, A., Escamilla-Núñez, C., Burguete-García, A. I., Aguilar-Garduño, C., Blanco-Muñoz, J., & Lacasaña, M. (2024). Pesticide use patterns and their association with cytokine levels in Mexican flower workers.

- International Archives of Occupational and Environmental Health*, 97(3), 291.
<https://doi.org/10.1007/S00420-023-02043-X>
- Instituto Nacional de Salud. (2010). *Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas*.
https://www.minsalud.gov.co/comunicadosprensa/documents/intoxicacion_por_plaguicidas.pdf
- Jiménez Quintero, C. A., Pantoja Estrada, A. H., & Leonel, H. F. (2016). Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “La Pila”. *Universidad y Salud*, 18(3), 417–431. <https://doi.org/10.22267/RUS.161803.48>
- Khasigian, P. (2022). Piretrinas y Piretroides. En *Envenenamientos e intoxicaciones*.
<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=3227§ionid=272191820>
- Liu, Y., Li, K., Li, C., Feng, Z., Cai, Y., Zhang, Y., Hu, Y., Wei, X., Yao, P., Liu, X., Jia, Y., Lv, W., Zhang, Y., Zhou, Z., Wu, F., Yan, W., Zhang, S., & Du, C. (2024). Pesticides, cancer, and oxidative stress: an application of machine learning to NHANES data. *Environmental Sciences Europe*, 36(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00834-0>
- Mejia, F., Martínez, G., y Castillo Cadena, J. (2021). Descripción de plaguicidas y equipo de protección usados en la floricultura en Santa Ana Iztlahuatzingo, Estado de México. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, ISSN 2395-8723, Vol. 24, No. 1, 2021, págs. 1-8, 24(1), 1–8. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.389>
- Mekonen, S., Belete, B., Melak, F., & Ambelu, A. (2023). Determination of pesticide residues in the serum of flower farm workers: A growing occupational hazards in low income countries. *Toxicology Reports*, 10, 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.02.012>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Resolución 1675 de 2013*.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1675-de-2013.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015, mayo 26). *Decreto 1076 de 2015*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Ministerio de la Protección social. (2007). *Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional*

Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos) (GATISO-PIC) .

Miranda, R. A., Silva, B. S., de Moura, E. G., & Lisboa, P. C. (2023). Pesticides as endocrine

disruptors: programming for obesity and diabetes. *Endocrine*, 79(3), 437–447.

<https://doi.org/10.1007/S12020-022-03229-Y>

Mwabulambo, S. G., Mrema, E. J., Vera Ngowi, A., & Mamuya, S. (2018). Health symptoms

associated with pesticides exposure among flower and onion pesticide applicators in

Arusha region. *Annals of Global Health*, 84, 369–379. <https://doi.org/10.29024/aogh.2303>

Nagami, H., Suenaga, T., & Nakazaki, M. (2017). Pesticide exposure and subjective symptoms of

cut-flower farmers. *Journal of Rural Medicine*, 12, 7–11. <https://doi.org/10.2185/jrm.2922>

Narváez Valderrama, J. F., Palacio Baena, J. A., & Molina Pérez, F. J. (2012). Persistencia de

plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: una revisión de los procesos de degradación

natural. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 27–38.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36278>

Nigatu, A. W., Bråtveit, M., & Moen, B. E. (2016). Self-reported acute pesticide intoxications in

Ethiopia. *BMC Public Health*, 16(1), 575. <https://doi.org/10.1186/S12889-016-3196-5>

OMS, & FAO. (2015). *Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas*.

- Ospina, A. (2021). *Seguridad y salud en el trabajo y la relación con la productividad en las mipymes:* *Pereira.*
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/23510/MD0293.pdf?sequence=1>
- Paezi, M., Gholamnia, R., Bagheri, A., Fantke, P., Dobaradaran, S., Soleimani, F., Gholizadeh, M., & Saeedi, R. (2025). Assessing human toxicity and ecotoxicity impacts of agricultural pesticide use in Iran based on the USEtox model. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.117785>
- Patiño Rodríguez, H. D., y Jacome Isaza, G. (2022). Análisis de las condiciones de seguridad de los trabajadores de la empresa de servicios FASE S.A.S expuesto a riesgo químico por manipulación de plaguitas en el distrito de Barrancabermeja Santander. En *Universidad y Salud* (Vol. 18, Número 3). <https://doi.org/10.22267/RUS.161803.48>
- Pereira, P. C. G., Parente, C. E. T., Carvalho, G. O., Torres, J. P. M., Meire, R. O., Dorneles, P. R., & Malm, O. (2021). A review on pesticides in flower production: A push to reduce human exposure and environmental contamination. En *Environmental Pollution* (Vol. 289). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117817>
- Ramírez, J. A., y Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. En *Arch Prev Riesgos Labor* (Vol. 4, Número 2).
- Roldán Zapata, M. A. (2019). *Estudio de presencia de plaguicidas usados en floricultivos en la microcuenca de Aguas Claras del municipio de El Carmen de Viboral* [Universidad de Antioquia]. <http://hdl.handle.net/10495/13205>

- Rovensa Next Colombia. (2025, febrero 26). *Colombia, potencia mundial en floricultura: crecimiento, sostenibilidad e innovación*. <https://www.rovensanext-latam.com/es-co/noticias/floricultura-colombiana/>
- Sanchez Aranzazu, J. M. (2022). *Evaluación de la exposición a plaguicidas y efectos en la salud en población de Montelíbano (Córdoba), Colombia, 2021* [Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/items/25c266bc-6410-40c7-af33-0c7a1e84c12e>
- Shentema, M. G., Bråtveit, M., Kumie, A., Deressa, W., & Moen, B. E. (2022). Respiratory Health among Pesticide Sprayers at Flower Farms in Ethiopia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7427. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19127427>
- Shentema, M. G., Kumie, A., Bråtveit, M., Deressa, W., Ngowi, A. V., & Moen, B. E. (2020). Pesticide use and serum acetylcholinesterase levels among flower farm workers in Ethiopia—a cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030964>
- Suarez, P. (2025, marzo 18). *Seguridad laboral en Colombia prevención y productividad – Revista Recursos Humanos*. <https://revistarecursoshumanos.com/2025/03/18/seguridad-laboral-en-colombia-prevencion-y-productividad/>
- Tsimbiri, P. F., Moturi, W. N., Sawe, J., Henley, P., Bend, J. R., Tsimbiri, P. F., Moturi, W. N., Sawe, J., Henley, P., & Bend, J. R. (2015). Health Impact of Pesticides on Residents and Horticultural Workers in the Lake Naivasha Region, Kenya. *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, 3(2), 24–34. <https://doi.org/10.4236/ODEM.2015.32004>

Villegas Narvaez, L. M. (2025). Occupational Safety and Health in Floriculture: Analysis of Pesticide Effects. *SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations*, 3, 407.

<https://doi.org/10.56294/piii2025407>

World Health Organization. (1990). *Public health impact of pesticides used in agriculture*.

<https://iris.paho.org/handle/10665.2/44667>

Zillmer, J. G. V., y Díaz-Medina, B. A. (2018). Revisión Narrativa: elementos que la constituyen y sus potencialidades. *Journal of Nursing and Health*, 8(1).

<https://doi.org/10.15210/JONAH.V8I1.13654>

Apéndices

Apéndice A. Artículos relacionados para análisis de resultados

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
(Blanco-Muñoz et al., 2016)	Association between organochlorine pesticide exposure and thyroid hormones in floriculture workers	Evaluar la relación entre los niveles séricos del metabolito p,p'-DDE (derivado del DDT) y las hormonas tiroideas en trabajadores de la floricultura expuestos ocupacionalmente a pesticidas.	A través de cuestionarios, análisis de sangre y orina, y modelos estadísticos ajustados, se identificaron asociaciones entre niveles elevados de p,p'-DDE y un aumento en la hormona T3 total, así como una posible reducción no significativa en los niveles de TSH. Los hallazgos respaldan la hipótesis de que este compuesto puede actuar como un disruptor endocrino, afectando la función tiroidea en humanos expuestos de forma crónica.
(Cabrejos Robles et al., 2022)	Efecto de los plaguicidas en la salud de los agricultores: una revisión sistemática de la literatura.	Analizar de forma sistemática las evidencias disponibles sobre los principales daños causados por los plaguicidas en la salud de los agricultores	Los hallazgos indican que los plaguicidas están asociados con enfermedades como Parkinson, alteraciones neuroconductuales, cáncer, daño genético, trastornos del sueño, y afecciones hematológicas, además de síntomas como irritación cutánea, cefalea, problemas respiratorios y náuseas. Los resultados evidencian que la exposición a estos compuestos químicos puede generar impactos negativos tanto inmediatos como a largo plazo en la salud.

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
			Asimismo, se destaca la importancia de identificar factores de riesgo que permitan diseñar estrategias preventivas más eficaces y adaptadas a los contextos agrícolas.
(Endalew et al., 2022)	Pesticide Use Knowledge, Attitude, Practices and Practices Associated Factors Among Floriculture Workers in Bahirdar City, North West, Ethiopia, 2020	Evaluar el conocimiento, las actitudes, las prácticas y los factores asociados con la exposición a pesticidas entre los trabajadores de la floricultura en la ciudad de Bahirdar, Etiopía.	Se encontró que la mayoría desconocía los nombres específicos de los pesticidas que manipulaban, aunque reconocían algunos problemas de salud relacionados. Los factores como el conocimiento del impacto ambiental, la conciencia sobre problemas de salud, la disposición a usar y adquirir equipo de protección personal (EPP), así como la disponibilidad del mismo, se asociaron significativamente con mejores prácticas de manejo. La investigación concluye que los trabajadores exhiben prácticas deficientes y recomienda la implementación continua de programas de capacitación para mejorar la seguridad y reducir riesgos por exposición a pesticidas.
(Godínez-Pérez et al., 2024)	Pesticide use patterns and their association with	Evaluar la asociación entre la exposición a diferentes patrones de	Se midieron niveles séricos de IL-4, IL-5, IL-6, IL-8, IL-10, TNF-α e IFN-γ

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
	cytokine levels in Mexican flower workers	uso de pesticidas y el perfil de citocinas en trabajadores de la floricultura en los estados de México y Morelos, México.	mediante técnicas de análisis multiplex y ELISA. Los patrones de uso de pesticidas se identificaron a través de un análisis de componentes principales. Los resultados mostraron que ciertos patrones, que combinaban insecticidas y fungicidas, se asociaron con un aumento en las citocinas proinflamatorias, especialmente IL-6 e IFN-γ. Estos hallazgos sugieren posibles propiedades inmunotóxicas de los pesticidas, aunque se requieren estudios epidemiológicos más amplios para establecer una relación causal.
(Mekonen et al., 2023)	Determination of pesticide residues in the serum of flower farm workers: A growing occupational hazards in low income countries	Investigar el nivel de pesticidas en el suero sanguíneo de trabajadores de floricultura en Etiopía como indicador de exposición ocupacional.	Se detectaron niveles significativamente más altos de pesticidas organoclorados y piretroides en los trabajadores en comparación con un grupo control, lo que confirma una mayor exposición laboral y resalta la necesidad de una regulación más estricta para proteger su salud.
(Mejia et al., 2021)	Descripción de plaguicidas y equipo de protección usados en la floricultura en	Describir los hábitos higiénicos, el tipo de pesticidas y el equipo de protección personal utilizado por	Se identificaron pesticidas como Captan, Dichlorvos y Carbofurán, con bajo uso de equipo de protección y deficientes hábitos

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
	Santa Ana Iztlahuatzingo, Estado de México	floricultores en Santa Ana Iztlahuatzingo, Tenancingo, Estado de México.	higiénicos. El 28% no usa ningún EPP, y solo el 10% se baña diariamente. Los floricultores desconocen las normativas oficiales, lo que evidencia la necesidad de mayor supervisión y capacitación por parte de las autoridades.
(Mwabulambo et al., 2018)	Health symptoms associated with pesticides exposure among flower and onion pesticide applicators in Arusha region	Evaluar los síntomas neurológicos asociados con la exposición a pesticidas en aplicadores de flores y cebollas en la región de Arusha, Tanzania.	Se recopilieron datos sociodemográficos, síntomas neurológicos y niveles de colinesterasa. El 95% de los trabajadores usaba organofosforados. Los síntomas más frecuentes fueron debilidad corporal (57.1%), sudoración, cefalea y depresión. El 27% presentó niveles de colinesterasa por debajo del límite. Los hallazgos sugieren un riesgo elevado de afectaciones neurológicas y justifican estudios adicionales para confirmar la relación causal.
(Nagami et al., 2017)	Pesticide exposure and subjective symptoms of cut-flower farmers	Evaluar la exposición a pesticidas y los síntomas subjetivos asociados en agricultores de flores de corte, así como identificar medidas preventivas eficaces.	El estudio analizó a trabajadores de invernaderos de crisantemos en Japón, encontrando que tanto aplicadores como no aplicadores estaban expuestos a pesticidas, evidenciado por metabolitos en orina. Se identificaron síntomas como dificultad

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
			respiratoria, tos y ojos llorosos, principalmente relacionados con fumigantes como cloropicrina y 1,3-dicloropropeno. El uso de mascarillas y gafas protectoras demostró reducir estos efectos.
(Nigatu et al., 2016)	Self-reported acute pesticide intoxications in Ethiopia	Investigar la prevalencia de intoxicaciones agudas por pesticidas (API) según la proximidad residencial a una finca florícola y determinar si estas intoxicaciones están relacionadas con el empleo en dichas fincas.	Se evaluó la presencia de síntomas de intoxicación aguda por pesticidas en relación con la cercanía a una finca de flores en Etiopía. El 26% reportó síntomas, siendo significativamente mayor entre quienes vivían a menos de 5 km (42%) y, especialmente, entre los que también trabajaban en la finca (56%). Estos resultados sugieren que tanto la residencia cercana como el empleo en la finca aumentan el riesgo de intoxicación, lo que destaca la necesidad de medidas de protección más estrictas.
(Paezi et al., 2025)	Assessing human toxicity and ecotoxicity impacts of agricultural pesticide use in Iran based on the USEtox model	Estimar los impactos en la salud humana y la ecotoxicidad del uso de pesticidas agrícolas en Irán durante el año 2022.	Evaluó el impacto del uso de 17,188 toneladas de pesticidas agrícolas en Irán, utilizando el modelo USEtox. Se estimaron 25,140 años de vida ajustados por discapacidad (DALYs) y un impacto ecotoxicológico de

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
			3.35 × 10¹² PDF m³·día. Seis pesticidas, encabezados por el clorpirifós, y ocho cultivos fueron responsables de más del 79% del daño total. Las provincias más afectadas fueron Teherán y Fars. Se recomienda implementar planes de acción nacionales y regionales para un uso más sostenible de pesticidas.
(Pereira et al., 2021a)	A review on pesticides in flower production: A push to reduce human exposure and environmental contamination	Analizar los posibles efectos adversos para la salud humana y el ambiente del uso de pesticidas en la floricultura, y evaluar las regulaciones sobre estos productos en países productores e importadores de flores.	Se reportan efectos en la salud como alteraciones neuroconductuales, reproductivas y genéticas, así como impactos ambientales por contaminación del agua, aire y suelo. La ausencia de límites máximos de residuos (LMR) en flores ornamentales facilita la circulación internacional de productos contaminados. Establecer LMR podría contribuir a reducir el uso excesivo de pesticidas en los países productores.
(Shentema et al., 2022)	Respiratory Health among Pesticide Sprayers at Flower Farms in Ethiopia	Comparar síntomas respiratorios e índices de función pulmonar entre aplicadores de pesticidas y trabajadores no expuestos en	Se evaluó a 285 trabajadores (152 aplicadores y 133 no aplicadores) en 15 fincas florícolas. No se encontraron diferencias significativas en síntomas respiratorios, salvo mayor opresión en el pecho en los

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
		plantaciones florícolas de Etiopía.	no aplicadores. Los aplicadores mostraron mayores valores de FVC y FEV1, posiblemente por el uso de equipos de protección y el "efecto del trabajador sano". Los resultados deben interpretarse con precaución.
(Shentema et al., 2020)	Pesticide use and serum acetylcholinesterase levels among flower farm workers in Ethiopia—a cross-sectional study	Evaluar el uso de pesticidas en fincas florícolas seleccionadas de Etiopía, utilizando los niveles de colinesterasa sérica en los trabajadores como marcador de exposición a pesticidas.	Se identificaron 154 nombres comerciales de pesticidas, de los cuales el 27% fueron clasificados como moderadamente peligrosos por la OMS y el 9% eran organofosforados. Se encontraron niveles anormales de colinesterasa sérica (por encima de 140 unidades Michel) en el 16,5% de los participantes, lo que sugiere posible intoxicación por pesticidas. No hubo diferencias significativas entre los grupos laborales. El estudio destaca la necesidad de un monitoreo rutinario de todos los trabajadores expuestos a pesticidas, no solo de los aplicadores.
(Villegas Narvaez, 2025)	Occupational Safety and Health in Floriculture: Analysis of Pesticide Effects	Revisar los riesgos para la salud ocupacional en el sector florícola de Ecuador, centrándose	Documenta problemas neurológicos, respiratorios y dermatológicos. Identifica como causas principales la falta de protección, malas

Autor y año	Título	Objetivo	Descripción principal
		en la exposición a pesticidas y sus efectos adversos en los trabajadores.	condiciones laborales y exposición prolongada a químicos tóxicos. Propone mejoras mediante capacitación, uso de EPP y prácticas agrícolas sostenibles. Concluye que se necesitan regulaciones más estrictas y mayor investigación para proteger la salud de los trabajadores.