

**Impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite:
revisión de alcance**

Carlos Andrés Chiriví Carreño

Trabajo de grado para optar el título de especialista en seguridad y salud en el trabajo

Directora

Claudia Patricia Ardila Jaimes

Magister en calidad y prevención de riesgos laborales

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de ingenierías y arquitectura

Especialización en seguridad y salud en el trabajo

2025

Dedicatoria

En primera instancia a Dios por hacer de su voluntad la mía. Y a mis padres por todo su esfuerzo y ejemplo.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por su dedicación, apoyo incondicional y amor inconmensurable. A la universidad Santo Tomás, por ofrecer un espacio profesional que fomenta la excelencia, a través de un equipo humano altamente calificado; a mi directora de trabajo de grado, Claudia Patricia Ardila Jaimes, por su valiosa orientación y amable disposición. Por último, al gremio palmicultor por las oportunidades brindadas en mi experiencia profesional y la inspiración para desarrollar la propuesta en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite: revisión de alcance	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación.....	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
2. Estructura temática	17
3. Marco referencial.....	17
3.1 Antecedentes	17
3.1.1 Antecedentes internacionales	19
3.1.2 Antecedentes latinoamericanos	20
3.2 Marco teórico	21
3.2.1 Factores de riesgo	24
3.2.2 Teoría de la toxicocinética.....	24
3.2.3. Teoría de la toxicodinámica	25
3.3 Marco conceptual	26
3.3.1 Siembra de palma de aceite	26
3.3.2 Mantenimiento de cultivo de palma de aceite	27

3.3.3. Cosecha en cultivo de palma de aceite	28
3.3.4 Agroquímicos	28
3.3.5 Clasificación de los agroquímicos	29
3.3.6 Peligro químico	30
3.3.7 Riesgo químico	30
3.3.8 Efecto tóxico.....	30
3.3.9 Dosis letal media (DL ₅₀).....	30
3.3.10 TLV	31
3.3.11 Recomendaciones para el uso de TLV en la palmicultura	31
3.4 Marco legal.....	32
4. Diseño metodológico	34
4.1 Alcance y limitaciones.	34
4.2 Ecuaciones de búsqueda.....	34
4.3 Criterios de elegibilidad	37
4.4. Fuentes de información	37
4.5. Estrategias de análisis.....	38
5. Desarrollo.....	38
5.1 Resultados de búsqueda	38
5.2 Discusión.....	43
5.3 Recomendaciones para prevenir los impactos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite.....	45
Referencias.....	50

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Clasificación toxicológica de agroquímicos según la OMS</i>	22
Tabla 2. <i>Agroquímicos más usados en plantaciones de palma de aceite</i>	23
Tabla 3. <i>Términos de búsqueda en las bases de datos</i>	35
Tabla 4. <i>Ecuaciones de búsqueda</i>	35
Tabla 5. <i>Relación de artículos seleccionados a nivel internacional</i>	40
Tabla 6. <i>Relación de artículo seleccionado a nivel nacional</i>	42
Tabla 7. <i>Recomendaciones para prevenir impactos de los agroquímicos en los trabajadores de palma de aceite</i>	46

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. <i>Resultados de la búsqueda</i>	39
---	----

Resumen

El presente estudio explora el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite. Se realizó una búsqueda de literatura científica publicada entre 2020 a 2024 en bases de datos como Pubmed, Scopus, Sciencedirect y Google académico, utilizando 45 ecuaciones de búsqueda construidas bajo la metodología PIO (Población, Intervención y Resultados – Outcome) con términos en español e inglés. Se hallaron 22.341 reportes de los cuales 47 entraron en la revisión, por cumplir con los criterios de elegibilidad (fecha de publicación, texto completo, población objetiva). El enfoque cualitativo en el cribado facilitó la identificación de brechas en la regulación de los agroquímicos y la escasez en monitoreos como factores comunes. Asimismo, se estableció una relación entre las enfermedades dermatológicas y respiratorias como consecuencia de la exposición a estas sustancias químicas. El énfasis en las recomendaciones se fundamenta en la promoción de buenas prácticas de seguridad, la adopción de agroquímicos menos tóxicos y el monitoreo periódico de la salud de los trabajadores; la aplicación de estas medidas contribuye a la sostenibilidad del gremio y el bienestar de sus trabajadores.

Palabras Clave: Agroquímicos, salud, trabajadores, palma de aceite, enfermedades

Abstract

The present study explores the impact of agrochemicals on the health of oil palm workers. A search of scientific literature published between 2020 and 2024 was conducted in databases such as Pubmed, Scopus, Sciencedirect and Google academic, using 45 search equations constructed under the PIO methodology (Population, Intervention and Outcome - Outcome) with terms in Spanish and English. A total of 22.341 reports were found, of which 47 were included in the review because they met the eligibility criteria (date of publication, full text, target population). The qualitative approach in the screening facilitated the identification of gaps in the regulation of agrochemicals and the scarcity of monitoring as common factors. A relationship was also established between dermatological and respiratory diseases as a consequence of exposure to these chemicals. The emphasis in the recommendations is based on the promotion of good safety practices, the adoption of less toxic agrochemicals and the periodic monitoring of workers' health; the application of these measures contributes to the sustainability of the industry and the wellbeing of its workers.

Keywords: Agrochemicals, health, workers, oil palm, illnesses

Glosario

Agroquímico: insumos que previenen, repelen o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos agrícolas.

Colinesterasa: enzima crucial para la transmisión nerviosa en las uniones neuromusculares (placas motoras). La colinesterasa hidroliza la acetilcolina en ácido acético y colina, lo que pone fin a la transmisión nerviosa colinesterasa a lo largo de la sinapsis de las uniones neuromusculares.

Dosis letal (DL50): aquella dosis que origina la muerte del 50% de los animales.

Glifosato: herbicida sistémico que, al aplicarlo al follaje de la planta, se absorbe a través de los tejidos para matar a las plantas de hoja ancha, malezas y gramíneas.

Intoxicación: lesión o la muerte que se produce por tragar, inhalar, tocar o inyectarse distintos medicamentos, sustancias químicas, venenos o gases.

Manejo Integral de Plagas y Enfermedades (MIPE): consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas.

Paraquat: Es un herbicida foliar no selectivo y post-emergente que actúa por contacto con las hojas y las partes verdes jóvenes de las malezas.

Pesticida: sustancias para destruir plagas que ayudan a proteger las plantas contra mohos, hongos, roedores, malezas nocivas e insectos.

Plaguicida: son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas

Introducción

En las agroindustrias, el gremio palmero es fundamental para el sostenimiento y elaboración de múltiples productos que impulsan la economía a nivel mundial, por este motivo, el crecimiento en sus cultivos es exponencial y, con ello, también el incremento en los productos para contrarrestar las plagas y enfermedades que afectan la palma de aceite africana. Debido a esta tendencia, la adquisición y uso de agroquímicos han incrementado sin mayor regulación, reflejando un manejo inadecuado de estas sustancias con el potencial de causar impactos negativos en la salud de los trabajadores.

Por lo anterior, se realiza el enfoque de este estudio en la exploración de la literatura publicada entre 2020 y 2024, analizando los impactos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores en plantaciones de palma de aceite. La síntesis de la revisión evidencia una correlación entre las enfermedades dermatológicas, respiratorias e intoxicaciones con el mal manejo y la exposición a estas sustancias. La finalidad del estudio es promover la sostenibilidad del sector mediante la mejora de las condiciones laborales, enfocándose en las buenas prácticas de seguridad, los monitoreos periódicos de salud y la adopción de agroquímicos de menor categoría toxicológica.

La evidencia obtenida de los artículos utilizados es clave para el fortalecimiento de las investigaciones y regulaciones en el campo de la seguridad y salud en el trabajo del sector palmicultor, brindando una base actualizada que explora las debilidades en el sector y las recomendaciones en pro de mejora de los ambientes laborales, desde la gestión de los riegos hasta el bienestar de los colaboradores.

1. Impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite: revisión de alcance

1.1 Planteamiento del problema

Establecer protocolos y nuevas medidas empresariales para cumplir con los requerimientos o desafíos cotidianos resulta complejo para muchos trabajadores, por lo que se hace necesario adoptar herramientas que aborden las barreras de aceptación relacionadas con la disposición mental (Duque et al, 2013). La visión sobre atender el eje social como principal elemento de valor está siendo cada vez más relevante, y este enfoque no es ajeno al sector palmero, donde existen múltiples oportunidades de mejora y la necesidad de avanzar hacia un cambio estructural de algunas políticas de desarrollo agrícola (Gómez del Campo, 2017, p.287).

Las plantaciones de palma de aceite en Colombia ocupan el cuarto lugar como productores de aceite de palma en el mundo, abarcando más de 160 municipios de 21 departamentos; aproximadamente 4500 palmicultores de pequeña escala representan la mayor inclusión social y económica en el agro colombiano (Sispa, 2018). La zona oriental actualmente, lidera en producción, siendo mayor a 724.014 toneladas, la cual es referente en el país durante los últimos años (Ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia, 2018). Sin embargo, estos resultados no se relacionan con las condiciones laborales de los trabajadores, quienes presentan falencias desde la administración de los propietarios respecto a los elementos básicos de un sistema de seguridad en el trabajo, siendo estos asociados a dotación, políticas, prestaciones sociales, entre otros (Navarro, 2008).

Considerando este panorama, la falta de adopción de buenas prácticas de seguridad y salud en el trabajo trae consigo problemas que afectan a la organización, desde sanciones impuestas por el Ministerio de Trabajo por incumplimiento de los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (de ahora en adelante SST), así como el alto riesgo de costear las consecuencias de una enfermedad o accidente laboral (Ministerio del trabajo, 2019). Una de las principales falencias en el mantenimiento de esta oleaginosa, es la preparación y uso adecuado de los pesticidas o agroquímicos que se aplican para su sanidad vegetal, siendo este el componente más importante y costoso de la operación (Sundram, 2022), lo que a su vez repercute en la orientación necesaria para su uso y manejo seguro, debido a las diferentes categorías toxicológicas que se presentan en el mercado.

En Colombia, el uso de los agroquímicos en el sector agrícola ha aumentado desde 1962, cuando se inició con las aplicaciones de solventes y coadyuvantes, ingredientes activos que no representaban mayor riesgo para la salud. Sin embargo, dos años después, aparecen fungicidas con sustancias como Mancozeb y Cimoxanil, los cuales se mantienen vigentes en el mercado actual (Semillas, s. f.). El impacto del uso los pesticidas se hizo notorio en el 2013, cuando los resultados de censos agropecuarios a nivel nacional indicaron que más del 70% de las unidades productivas del país utilizaban sustancias de síntesis química para la fertilización, y un 57,8% empleaba productos químicos, tales como Mancozeb, Glifosato y Clorpirifos para la sanidad vegetal, siendo estos perjudiciales para la salud humana y la biodiversidad; la cifra seguirá en aumento debido a la creciente emisión de licencias comerciales para estos productos, logrando duplicar el número de aprobaciones desde 1974 al 2003. Cabe destacar que en Colombia se permiten cerca de 77

ingredientes activos que están restringidos en otros países, y, aun así, la demanda en el territorio nacional supera los 1,5 millones de toneladas métricas de agroquímicos (Vera, 2018).

De acuerdo a un informe realizado por el Instituto nacional de salud en el año 2020, señala que las intoxicaciones por diversos medios son un tema de relevancia en Colombia dada las implicaciones en la salud, por lo tanto, el Ministerio de salud y protección social han estado monitoreando las intoxicaciones por medio de documentos y planes desde el 2003. Estos reportes se han incrementado en la última década, siendo la intoxicación por medicamentos, sustancias psicoactivas y plaguicidas las más notificadas, representado un 81,8% del total de los casos, con una mayor incidencia en los principales departamentos (Antioquia, Valle del cauca y la capital colombiana). La mayoría de estas intoxicaciones se dieron en los hogares y vías públicas, relacionando gran parte de los casos con accidentes. Las vías de exposición predominantes fueron la oral, seguido por la respiratoria, debido a los efectos de la inhalación de agroquímicos (Martínez Torres et al, 2020).

Por ello, la presente investigación pretende explorar el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite mediante una revisión compilatoria de estudios y documentos relacionados con la temática publicados desde 2020 a 2024, asociando recomendaciones que permitan prevenir estos efectos para el bienestar de los colaboradores.

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite, reportado en la literatura científica publicada desde 2020 a 2024?

1.2 Justificación

La industria palmera en Colombia lidera en Latinoamérica por su alta producción de aceite de palma, ocupando además el cuarto lugar a nivel mundial, lo que aborda un gran porcentaje de la demanda de aceites vegetales a nivel nacional y, representando el 7% del PIB según datos proporcionados por la Federación de palmeros de Colombia (Cooman, 2023). Año tras año, esta agroindustria se expanda y se fortalece, tanto en volumen de producción como el número de personal requerido para su cuidado, siendo más de 200.000 trabajadores empleados directos e indirectos (Agronegocios, 2022), posicionándose fuertemente en zonas trópicas, sin embargo, los palmicultores advierten la necesidad de encontrar garantías y estrategias que minimicen los riesgos a los que se exponen constantemente los trabajadores en el campo por los plaguicidas y fertilizantes de síntesis química. Desde este contexto, el eje social se refleja como un factor crítico, ya que el gremio enfrenta retos para adoptar un sistema de seguridad y salud en el trabajo que cumpla con lo básico en la seguridad ocupacional, siendo esta falencia más notoria en las pequeñas y medianas empresas, las cuales predomina el desconocimiento a las consecuencias de las malas prácticas con los agroquímicos.

Actualmente, son pocos los estudios que analizan la problemática en el sector debido a la poca evidencia disponible, lo que conlleva a mantener un entorno inseguro e incierto para la agroindustria, donde al carecer de fundamentos sólidos en materia de seguridad y salud en el trabajo, las medidas y decisiones para las futuras regulaciones y políticas del agro en Colombia no considerarán aspectos importantes para mejorar las condiciones laborales, lo que afectaría la vulnerabilidad de los trabajadores frente a las sustancias químicas, aumentando las enfermedades ocupacionales, afectando la sostenibilidad de la agroindustria y con ello la seguridad alimentaria.

El propósito de la presente investigación tiene relevancia para múltiples actores del sector palmero, tanto el empleador como el empleado, ya que permitirá reconocer en un documento resumido los impactos de los agroquímicos en la salud de los palmicultores, donde por medio de recomendaciones, se podrán facilitar medidas de prevención para atender las dificultades que enfrenta este sector agroindustrial. Además, el especialista de seguridad y salud en el trabajo encontrará en este estudio una fuente de consulta que le facilitará soluciones prácticas para implementar en la intervención de los riesgos químicos en la industria agrícola.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Explorar el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite a partir de la evidencia publicada de 2020 a 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

Indagar sobre el impacto de los agroquímicos en la salud física de los trabajadores de palma de aceite, reportados en la literatura científica.

Identificar los principales efectos de los agroquímicos en la dimensión psicosocial de los trabajadores de palma de aceite, reportados en la literatura científica.

Establecer recomendaciones para prevenir el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite.

2. Estructura temática

El presente estudio seguirá una estructura temática enfocada en aspectos claves como: estudiar el riesgo químico relacionado al uso de agroquímicos en plantaciones de palma de aceite, los procesos productivos de la palma de aceite, el ciclo toxicológico de los agroquímicos y los impactos a la salud física, mental y ambiental derivados del uso y manejo de estas sustancias, por medio de búsquedas de la literatura existente. La información se abordará desde la perspectiva de los principales países productores, siendo estos los del sudeste asiático, y se extenderá al entorno colombiano, considerando el marco normativo de seguridad y salud en el trabajo como base para el desarrollo de la investigación.

3. Marco referencial

3.1 Antecedentes

Desde los inicios de la agricultura, los cultivos se han visto influenciados por el uso de los plaguicidas, estos siendo cada vez más intensivos dada las características de control de plagas y enfermedades que se compensan en el aumento de la productividad; el término semejante a estos productos para el control de hongos, bacterias, virus, entre otros, se conoce como agroquímico por las características de sus sustancias artificiales aplicadas al campo (Punia et al, 2023).

De esta forma, los estudios sobre el desarrollo de las plantaciones de palma de aceite se hacen más relevantes para identificar esos desempeños, tal como se presenta en la revisión sistemática de la seguridad y salud en el trabajo en la industria palmera, del que se explican puntos clave en cuanto a propiedad, ubicación, recursos naturales, potencial de producción y

consideraciones de índole operativa. Con estos elementos puestos en una matriz de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (DOFA), se puede interpretar que las estrategias de inversión dependen de la ubicación del predio, su infraestructura y con ello, la edad del cultivo; elementos que potenciarán la rentabilidad a un largo plazo, no obstante, las certificaciones de sostenibilidad y la diversificación del mercado son parte fundamental para reducir los riesgos y mejorar en las áreas que se deben intervenir para su mejora (Myzabella et ál, 2019).

La tendencia de reducir los agroquímicos ha aumentado gracias a la introducción de regulaciones y convenios que fomentan la adopción de buenas prácticas agrícolas con productos biológicos. África, es ejemplo de la disminución de estos productos químicos, sin embargo, las prácticas por el manejo de los pesticidas son deficientes, lo que genera implicaciones en la salud de los trabajadores. Para corroborar qué precauciones se debían aplicar frente a esta problemática, se realizó un estudio con una metodología basada en un muestreo aleatorio a 136 personas por medio de encuestas, donde finalmente se filtraron y escogieron a 105 participantes que dieron resultados cuantitativos para ser analizados en diferentes sistemas, estos datos concluyeron los principales factores sobre el uso de los agroquímicos y sus desafíos en el mal manejo, siendo la escasez y poca preparación del personal uno de los principales problemas para la comunidad, hecho que denota preocupación por la contaminación y riesgos a la salud (Demi y Sicchia, 2021).

En la última década, los productores de estas sustancias químicas para el manejo fitosanitario de los cultivos han ido mejorando en su preparación, adoptando mejores tecnologías que les permitan tener compuestos químicos de menor categoría toxicológica y su regulación en el mercado ha sido marcada para algunas de las casas comerciales certificadas. Sin embargo, se evidencian vacíos en la normativa, donde estos controles no son tenidos en cuenta por diferentes

aspectos técnicos y demográficos que impactan en las dimensiones sociales de la gobernanza (Devi et ál., 2022).

Colombia, como país potencia de producción de aceite de palma, también presenta flagelos en el control y buen uso de agroquímicos, principalmente porque los palmicultores que en su mayoría son de pequeña escala (menos de 50 hectáreas), presentan limitaciones para su producción, enfocando sus esfuerzos en la logística de entrega del fruto, estado de las vías, entre otros, los cuales a su vez los impactos socio ambientales no tienen peso dentro de sus labores. Asimismo, los productores de agroquímicos presentan más de 1000 ingredientes activos con el que se formulan más de 30000 presentaciones para diferentes usos. Teniendo en cuenta estos precedentes, la falta de control de regulación nacional y las problemáticas de los productores descuidan la salud de los trabajadores que manipulan estas sustancias en sus diferentes labores, generando efectos adversos a diferentes plazos (Rodríguez et ál., 2014).

3.1.1 Antecedentes internacionales

El estudio que presenta Myzabella, et ál (2019) sobre los peligros ocupacionales que se exponen los trabajadores de palma de aceite en países potencia de esta oleaginosa como Malasia, Indonesia, Ghana, Papúa Nueva Guinea, Camerún y Costa Rica como modelo americano, destaca un importante registro en su metodología constando de 941 publicaciones para la revisión sistemática, reduciéndose a 25 por los criterios establecidos. En este se relacionan los diferentes riesgos a la exposición de plaguicidas de alta categoría toxicológica como el Paraquat, que puede ocasionar dificultades respiratorias y enfermedades cutáneas debido a su constante contacto. Los autores incluyeron estudios con trabajadores de cultivos de palma de aceite, con un rango de 12 a

más de 842 participantes; con la información recolectada se concluyó que los operarios de campo afrontan varios riesgos que afectan su salud, necesitando una intervención para la mejora de sus condiciones laborales. La carencia de información y la falta de intervenciones efectivas por las pocas investigaciones son factores influyentes en estos resultados.

3.1.2 Antecedentes latinoamericanos

Una revisión sistemática realizada en América Latina y el Caribe (ALC) por Zuñiga et ál (2022), bajo el enfoque de la identificación de vacíos y necesidades en el campo de estudio respecto a los efectos en la salud por la exposición de agroquímicos en las poblaciones de la región de ALC, resalta que tras una revisión de 233 estudios epidemiológicos de los años 2007 al 2021, Brasil con un 37% y México con un 20% fueron los países más contribuyentes en las publicaciones. La muestra para el caso estuvo abordada en un 45% por trabajadores de la agroindustria y un 21% en niños, esto llevado a cabo por un tipo de investigación observacional, analizando los datos de cada variable en la muestra, donde sobresalió el estudio sobre los organofosforados como el pesticida más estudiado con un 26%, seguido de los carbamatos, lo que arrojó que la genotoxicidad y los trastornos neuroconductuales fueran los efectos de salud más frecuentes (24% y 21%, respectivamente). Este estudio revela que estas sustancias químicas se relacionan con daños genéticos y neuroconductuales en las principales poblaciones de los cultivos, agricultores y sus hijos, niños particularmente. Además, la falta de metodologías para una investigación exhaustiva limita al aseguramiento de las conclusiones, por ende, los vacíos en estos estudios yacen de la necesidad y la escasa intervención de los sistemas de vigilancia de la salud,

lo que fundamenta la importancia de integrar las iniciativas de la investigación y la rigurosidad de los estudios epidemiológicos.

3.2 Marco teórico

Los agroquímicos hasta la fecha permanecen en las prácticas de los trabajadores de palma de aceite, sin las precauciones que estos requieren y afectando la sostenibilidad del gremio, principalmente en los pequeños y medianos palmicultores. Los efectos de estas sustancias sobre el organismo del ser humano al no presentarse de manera inmediata, no presenta ninguna advertencia, sin embargo, como lo describe Caisso (2023), en su estudio de exposición de docentes rurales a agroquímicos en veredas de Argentina, se pueden identificar alteraciones en el organismo que pasan desapercibidas ante la falta de exámenes, lo que concluye la necesidad de visibilizar las condiciones en las que se exponen los seres humanos con las diferentes moléculas que se utilizan en los agroquímicos, y profundizar con estudios que permitan sustentar los impactos a la salud.

Para el gremio palmero, los pequeños productores deben ser acompañados para cerrar estas brechas, de tal forma que sus prácticas sean seguras, más productivas y finalmente, sostenibles; estos motivos surgen a la medida de estándares internacionales que permiten mantener los cultivos nacionales con indicadores que incentivan económicamente, mediante bonificación o mejora de la imagen corporativa, tal como lo hace la mesa redonda de aceite de palma sostenible en sus principios sociales y ambientales (Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), 2023).

La composición de los agroquímicos proporciona las características del producto, suficientes para controlar, mitigar o erradicar las plagas presentes en los cultivos. La presentación juega un papel importante, siendo algunos de menor o mayor concentración, adyuvantes,

colorantes o de más materias que modifican la eficiencia y propiedades de la sustancia química, según las necesidades de las plantaciones y disponibilidad de recursos (Malagón et ál, 2010). Abordando los términos de sus concentraciones y aditivos, los agroquímicos se clasifican según su nivel toxicológico que, para la Organización Mundial de la Salud (OMS), están distribuidos en cuatro clases, que son:

Tabla 1. *Clasificación toxicológica de agroquímicos según la OMS*

Clasificación de la OMS según los riesgos		Formulación líquida DL ₅₀ aguda		Formulación sólida DL ₅₀ aguda	
		Oral	Dermal	Oral	Dermal
Clase Ia: productos sumamente peligrosos		<20	<40	<5	<10
Clase Ib: productos muy peligrosos		20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 100
Clase II: productos moderadamente peligrosos		200 a 2000	400 a 4000	50 a 500	100 a 1000
Clase III: productos poco peligrosos		2000 a 3000	> a 4000	500 a 2000	> a 1000
Clase IV: productos que normalmente no ofrecen peligro		> a 3000	-	> a 2000	-

Nota: Esta tabla demuestra la relación de la clasificación toxicológica con respecto a la formulación líquida o sólida.

a DL₅₀: Dosis letal media

Adaptado de (Chemical Safety and Health Unit, 2020)

En el ámbito del manejo integral de plagas y enfermedades de las plantaciones de palma de aceite, se usan múltiples productos para diversas labores, tales como:

- Control de malezas
- Limpieza de drenajes
- Plateos (limpieza de platos – base circundante de crecimiento en palma)
- Control de plagas
- Erradicación (palmas infectadas o enfermas)

De acuerdo con las labores, se presentan a continuación los productos más usados por los palmicultores:

Tabla 2. *Agroquímicos más usados en plantaciones de palma de aceite*

Producto	Uso
Malathion	Insecticida organofosforado
Carrier	Coadyuvante no iónico, usado para proteger
Ridomil	Fungicida sistémico
Roundup	Herbicida a base de glifosato
Metsulfurom metil	Herbicida sistémico
Lorsban	Insecticida amplio espectro
Rodamina	Colorante agrícola
Tomahawk	Herbicida agrícola
Fipronil	Insecticida de amplio espectro
Mesamate	Herbicida selectivo de gramíneas
Paraquat	Herbicida
Imidacloprid	Insecticida
Kasugamicina	Fungicida sistémico
Mancozeb	Fungicida
Carbendazim	Fungicida

Nota: La tabla presenta varios productos con usos semejantes, sin embargo, cada uno de estos tiene diferentes efectos sobre el objetivo (control, prevención, erradicación, entre otros).

Adaptado de Reyes L, et al (2017).

Según los ingredientes activos de las sustancias de síntesis química, cada producto debe considerarse de acuerdo a los diferentes factores de riesgo y teorías, los cuales son:

3.2.1 Factores de riesgo

La manipulación de agroquímicos comprende múltiples riesgos que van desde el contacto directo, la exposición prolongada, el desconocimiento del producto y etiquetas, el mal uso de elementos de protección personal, hasta su manipulación con prácticas inseguras, limpieza de equipos, carencia en medidas de seguridad y ausencia de protocolos para derrames u otras contingencias asociadas (Ministerio de trabajo, 2015).

3.2.2 Teoría de la toxicocinética

Análisis de procesos y factores relacionados con el ingreso de una sustancia contaminante al organismo hasta su eliminación, siendo objeto de estudio lo relacionado a la capacidad de absorción, distribución, metabolismo y supresión. Para validar estos datos, se utiliza un modelo matemático que relaciona características propias de las sustancias, como otras variables y condiciones las cuales determinan el impacto al organismo. Dentro de los procesos, se puede destacar en cada uno que:

Absorción: Acceso al organismo a través del sistema circulatorio, siendo la vía inhalatoria la más frecuente, seguido de la digestiva y la dérmica.

Distribución. Se desplaza según el riego sanguíneo y es atravesado entre las paredes de las células.

Depósito: El contaminante en el organismo se acumula en los tejidos y este es liberado gradualmente, siendo clasificados: parcialmente acumulativos (eliminación lenta), acumulativo (baja eliminación) y no acumulativos (alta eliminación), todo de acuerdo a los metabolitos.

Metabolismo: Referencia la transformación de los tóxicos en el organismo los cuales generalmente se debilitan y eliminan, sin embargo, pueden reaccionar y potenciarse según sus condiciones de metabolización.

Eliminación: Ruta final del proceso en el cual gran parte de los compuestos se eliminan por la orina, seguido de la vía respiratoria para los volátiles, destacando que pueden ser eliminados por varias vías.

3.2.3. Teoría de la toxicodinámica

Fase de estudio entre un sistema biológico y su interacción con el contaminante o sustancia, en el cual aplican valores relacionados a las propiedades químicas del tóxico como la estructura celular para el grado de toxicidad, a su vez, aborda las consecuencias en el funcionamiento celular, sus procesos y demás lesiones que terminan afectando la integridad estructural. Las acciones se pueden dividir en dos grupos:

Afectación a la estructura celular: Siendo estos impactos graves e irreversibles en las células.

Afectación a la función celular: Puede alterar el funcionamiento de un órgano, con la diferencia de que son casos reversibles; son determinados por la reacción específica con receptores, desarrollo de metabolitos tóxicos en la sección afectada, aunque, estas pueden variar al impactar a múltiples órganos.

El organismo puede tener tres tipos de acción con un contaminante: eliminación sin afectación, acumulación con efectos tóxicos de acuerdo a la concentración y demás propiedades de la sustancia, así como el efecto nocivo por metabolización. Estos son los casos más comunes, aunque no los únicos, ya que el estudio de la toxodinámica permite observar estos comportamientos de acuerdo a la relación dosis-efecto (Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo, 2024).

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Siembra de palma de aceite

La palma de aceite africana se considera la especie oleaginosa de mayor producción, lo que requiere disponer de un buen material de siembra y un terreno con el manejo técnico acorde a sus necesidades. Si no se atiende adecuadamente uno de estos factores, el proyecto no tendrá buen rendimiento y tiende a fracasar. Los expertos en buenas prácticas para el cultivo de palma de aceite sugieren tres etapas claves para el manejo del terreno: estudio documental, análisis de suelos y evaluación de factibilidad. Una vez superada la etapa preliminar de la siembra, la administración de los insumos para el cuidado de los primeros años es fundamental para el buen desarrollo; el producto principal para este mantenimiento es el fertilizante, el cual tiende a ser una mezcla de origen orgánico y sintético. Los gastos son mayores al inicio de la siembra, esto teniendo en cuenta que las cosechas comienzan a partir del tercer año (Paramananthan y param agricultural soil surveys, 2004).

3.3.2 Mantenimiento de cultivo de palma de aceite

Las plantaciones de palma de aceite requieren de diversas labores según la edad del cultivo, siendo estas clasificadas en jóvenes, o adultas cuando ya superan sus 10 años en el predio. Las necesidades inician desde el control de malezas, la cual es prioritaria para evitar la competencia por nutrientes esenciales del suelo. Esta actividad frecuentemente hace uso de herbicidas por la eficacia del producto, especialmente en los procesos de plateos, donde se busca mantener un círculo limpio en el radio del crecimiento de la palma.

La fertilización, por su parte, continua en las mismas proporciones, a diferencia de una palma adulta que requerirá mayores concentraciones de moléculas químicas compatibles para su desarrollo.

El control fitosanitario requiere de una buena asistencia técnica que establezca un Manejo Integral de Plagas y Enfermedades, también llamado “MIPE”, el cual atenderá la raíz de los principales problemas en la palma como la hormiga arriera, cucarrones, ratones y demás vectores como el ‘picudo’ (*Rinchophorus*), que afectan a la salud del cultivo a causa de las enfermedades que transmiten. A medida que la palma crece, esta se ve más propensa a los ataques si no se realiza un control adecuado, por este motivo, las buenas prácticas agrícolas desempeñan un papel fundamental en la plantación, debido a la mitigación de estos impactos; el apoyo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y las demás entidades del sector palmero, está enfocado en el control y vigilancia de estos cultivos, estudiando alternativas y promoviendo estrategias sostenibles para el manejo sanitario (Rojas, 1978).

3.3.3. Cosecha en cultivo de palma de aceite

Proceso en el que se corta el Racimo de Fruto Fresco (RFF) de la corona de la palma de aceite, el cual contiene aceite tanto en el grano como en el fruto, extraídos y utilizados en la industria comercial. La palma de aceite africana es una especie perenne, lo que significa que continúa su producción de racimos de forma continua, con ciclos de 8 a 15 días durante el año. Generalmente, la cosecha se realiza hasta la tercera década, momento en el que la altura dificulta el proceso de corte y recolección, lo que determina el punto de partida para una renovación del terreno, permitiendo obtener un material más resistente a enfermedades, de mayor acceso y alto potencial para satisfacer la demanda de aceite y cumplir con los estándares de sostenibilidad establecidos para su competitividad (Barcelos et al, 2015).

3.3.4 Agroquímicos

Los agroquímicos se han definido a través de los años de múltiples formas, no obstante, el significado que más representa a nivel mundial, lo presenta el código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas, (Food and Agriculture Organization – FAO), ya que este aborda los conceptos de mezcla de químicos con diversas funciones en los cultivos, refiriendo los objetivos (insectos, hongos, plagas, etc.), reconociendo los efectos que estos tienen sobre los productos a los que va dirigido (FAO, 1996).

El aumento de la industria agrícola para cubrir los requerimientos básicos nutricionales provenientes de los campos ha sido un factor determinante para el uso de los agroquímicos en los cultivos, independiente de sus efectos negativos y, más allá de los beneficios que cubre tras su propósito. Con el paso de los años, se modifican las moléculas de estos productos debido a la

resistencia de los vectores y plagas, además de mejorar su efectividad, sin embargo, los problemas persisten y afecta a todo el ecosistema, incluidos los seres humanos. De esta manera, como resultado del consumo de alimentos y recursos naturales contaminados, las enfermedades crónicas y agudas en los humanos ha incrementado exponencialmente (Wahab et al, 2023).

El proceso para adaptar mejores prácticas que disminuyan los impactos a la salud y el ambiente, se basa en procesos de certificación, los cuales regulan e incentivan desde diferentes organizaciones la adopción de medidas y estrategias para que el palmicultor y sus colaboradores ejecuten, siendo estos monitoreados para el apoyo hacia el cumplimiento de los estándares. En el caso de los pequeños productores, que es la fuente primaria a tratar, se destaca que los beneficios tras el cambio pueden ser significativos, siempre y cuando estos cuenten con un apoyo financiero, asesoría técnica, de entidades públicas y privadas; los logros podrán ser visibles en el momento que se superen las brechas y desafíos de cada región, consiguiendo así: organización, accesibilidad a documentos legales, una trazabilidad, políticas reguladas, procedimientos establecidos ante reclamos, formalización, entre varias mejoras internas de la operación para una mejor comercialización y visualización en el mercado (Watts et al, 2021).

3.3.5 Clasificación de los agroquímicos

Los plaguicidas presentan múltiples clasificaciones, entre estos se encuentra la estructura química, toxicidad, usos, o por su peligrosidad como lo dispone la Organización Mundial de la Salud (OMS), estos se miden a través de la dosis letal (DL_{50}), siendo así parámetros que tienen un papel importante por cada presentación de producto (Ramírez et ál, 2001).

3.3.6 Peligro químico

Productos del agro creados con sustancias químicas poseen propiedades intrínsecas que, por medio de sus mezclas, mal manejo o mezclas, pueden provocar afectaciones a la salud, ambiente o elementos físicos (World Health Organization et al, 2022).

3.3.7 Riesgo químico

Exposición a las sustancias químicas que pueden causar daños en la salud tras un mal manejo, provocando emergencias, impactos sociales, ambientales y económicos, estos efectos pueden ser vistos desde corto a largo plazo (Axa Colpatria, 2024).

3.3.8 Efecto tóxico

Respuesta nociva del organismo hacia una sustancia que, por sus características, exposición y otros factores reacciona según el espectro de la dosis (Giannuzzi et al., n.d.). Estos se dividen en tres grupos que son:

- Efecto agudo: Son consecuencia leve de un tóxico en el organismo
- Efecto subagudo: Se instaura más rápido sin presentar síntomas inmediatos
- Efecto crónico: Relaciona a la teoría acumulativa por su penetración en pequeñas cantidades con efectos tardíos o exposición constante (Rodríguez, 2018).

3.3.9 Dosis letal media (DL_{50})

Es definido como una medida para evaluar como una sustancia química puede causar la muerte del 50% de la población muestreada, esto a raíz de la toxicidad que el químico puede causar

en el organismo, definido desde los estudios toxicológicos de los productos químicos comerciales (Cubillos et ál, 1999).

3.3.10 TLV

Definición dada para los límites de una sustancia, siendo está definida en inglés como *threshold limit value*, lo que traduce el valor umbral límite. En términos generales para la Seguridad y Salud en el Trabajo se relaciona a la concentración máximo de un químico para la exposición de los trabajadores (Sura, 2024). Para los agroquímicos los TLV más relevantes son:

- TLV-TWA (Time-Weighted Average): Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales.
- TLV-STEL (Short-Term Exposure Limit): Límite de exposición de corta duración, generalmente 15 minutos.
- TLV-C (Ceiling): Concentración que no debe ser superada en ningún momento (Bartual y Guardino, 2018).

3.3.11 Recomendaciones para el uso de TLV en la palmicultura

Los exámenes periódicos de sangre, orina y heces en los trabajadores de plantaciones de palma de aceite son fundamentales para detectar condiciones de salud y su continuidad con la exposición a los plaguicidas. La tendencia está en reducir el uso de agroquímicos por las consecuencias en el ambiente y la salud, buscando así costear productos orgánicos o de menor concentración toxicológica. Además, se fortalece la capacitación del personal que entra en contacto con los pesticidas para valorar los riesgos a los que se está expuesto (Flores, 2012).

3.4 Marco legal

-Ley 822 de 2003: “se dictan normas relacionadas a los agroquímicos genéricos” (Congreso de Colombia, 2003, p.1). Referencia los procedimientos que deben seguirse y registrarse para el comercio de agroquímicos a nivel nacional.

-Decreto 502 de 2003: “por el cual se reglamenta la decisión andina 436 de 1998 para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola” (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2003, p.1). Establece los controles para los agroquímicos aplicados en Colombia, relacionando las autoridades competentes en el territorio nacional.

-Decreto 2501 de 2018: “por el cual se determina la permanencia del reglamento técnico que regula el uso y manejo de plaguicidas” (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2018, p.1). En su regulación, determina las medidas necesarias para el uso y manejo de productos agroquímicos, primando las disposiciones sanitarias en todo el ciclo de vida.

-Resolución 447 de 1974: “prohíbe el uso y venta de Insecticidas Clorados con destino al cultivo del tabaco: Aldrin, BHC, Clordano, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Heptacloro Epoxido, isobenzan, Melipax y Toxapheno.” (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 1974, p.1). En concordancia con las regulaciones europeas y norteamericanas, se decide replicar la prohibición con la regulación de su comercio y aplicación por los efectos al ambiente y la salud.

-Decreto 1072 de 2015: en términos de SST se dispone para las empresas un manejo seguro en los ambientes laborales, dado que son riesgos particulares, por lo tanto, se ciñen a las directrices del sistema de seguridad y salud en el trabajo, siendo estos la identificación de los peligros y evaluación de riesgos (art. 2.2.4.6.16), tomar las medidas de control necesarias según su fuente

(art. 2.2.4.6.18), cronograma de capacitaciones para la constante preparación del personal, asimismo, la implementación de plan de emergencias según los productos químicos y sus posibles efectos (art. 2.2.4.26) y por último los registros como soportes del monitoreo y todas las actividades relacionadas con los productos químicos (art. 2.2.4.6.28). En general, el manejo seguro de estas sustancias en la actividad industrial debe tener las medidas de control idóneas asociadas a su riesgo con su respectivo procedimiento de emergencia (Ministerio de trabajo, 2015).

-Resolución 0312 de 2019: es pertinente mencionar la presente resolución dado que define los estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, por ende, para el contexto de los químicos, complementa lo referente en la reglamentación nacional, siendo esta objetiva para los químicos en la industria, desde su identificación hasta la gestión de cualquier eventualidad derivada de estas sustancias (Ministerio de trabajo, 2019).

-Resolución 1580 de 2022: por parte del ICA, se determinan los requisitos y el procedimiento para “el registro de los fabricantes, formuladores, envasadores, distribuidores, importadores y/o exportadores de los plaguicidas químicos de uso agrícola, así como los requisitos para el registro de plaguicidas químicos de uso agrícola y otras disposiciones.” (ICA, 2022, p.1).

-Decreto 1496 de 2018: en materia de seguridad química, se adopta el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) en Colombia, como herramienta de prevención de los peligros de productos químicos mediante su clasificación y comunicación, así como las pautas en sus etiquetados, entre otras disposiciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esta a su vez aplica a todas las actividades económicas del país donde se tenga algún manejo o relación con un producto químico que posea una de las características de peligro basadas en los criterios del SGA,

exceptuando su aplicación en residuos plaguicidas en los alimentos, productos farmacéuticos, entre otros (Ministerio del trabajo, 2018, p.1).

-Resolución 773 de 2021: describe todas las acciones a implementar por los empleadores que deban aplicar el S en sus empresas, siendo estas responsabilidades para velar por la protección y salud de los trabajadores en su entorno laboral de acuerdo a los peligros de los productos químicos (Ministerio del trabajo, 2021)

4. Diseño metodológico

4.1 Alcance y limitaciones.

Se realiza una revisión de alcance (scoping review) la cual busca recopilar la evidencia disponible para determinar elementos claves que respondan a la pregunta de investigación propuesta. Se centra en un análisis cualitativo de los estudios, extrayendo información importante sin evaluar la calidad de la procedencia. Este enfoque se fundamenta en la limitada disponibilidad de fuentes y escasos estudios científicos de la problemática abordada, desde los puntos de vista toxicológicos, agroindustriales y de disciplinas como la medicina ocupacional y la seguridad y salud en el trabajo. La pertinencia de este método radica en la recopilación reciente de información disponible, centrando los resultados en un panorama más amplio en el que asegura una visión integral al identificar vacíos de investigación y orientando a las prácticas seguras del gremio.

4.2 Ecuaciones de búsqueda

Tabla 3. Términos de búsqueda en las bases de datos

Población/sector	AND	Intervención	AND	Resultado
Agroindustria		Agroquímicos		Enfermedad
Palmicultor		Salud Laboral		Toxicidad
Trabajadores de palma de aceite		Plaguicida		Mortalidad laboral
Empleados de palma de aceite		Exposición plaguicida		Impacto
Cultivo palma de aceite		Químicos agrícolas		Riesgos laborales
		Pesticidas		Efectos
		Uso seguro agroquímicos		Riesgos
		Aplicación agroquímicos		Intoxicación
		Manipulación pesticida		Afecciones
		Peligro químico		Trastornos
		Riesgo químico		
		Fungicida		
		Plaguicida		
		Herbicida		
		Insecticida		

Tabla 4. Ecuaciones de búsqueda

Composición de las ecuaciones de búsqueda
ESPAÑOL: Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Agroquímicos AND Enfermedad Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Salud Laboral AND Toxicidad Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Exposición plaguicida AND Impacto Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Químicos agrícolas AND Riesgos laborales Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Pesticidas AND Efectos Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Uso seguro agroquímicos AND Riesgos Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Aplicación agroquímicos AND Intoxicación Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Manipulación pesticida AND Afecciones Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Peligro químico AND Trastornos Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Riesgo químico AND Enfermedad Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Fungicida AND Toxicidad Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Herbicida AND Impacto Agroindustria OR Trabajadores de palma de aceite AND Insecticida AND Riesgos laborales Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Agroquímicos AND Enfermedad Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Salud Laboral AND Toxicidad Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Exposición plaguicida AND Impacto Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Químicos agrícolas AND Riesgos laborales Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Pesticidas AND Efectos Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Uso seguro agroquímicos AND Riesgos Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Aplicación agroquímicos AND Intoxicación Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Manipulación pesticida AND Afecciones Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Peligro químico AND Trastornos Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Riesgo químico AND Enfermedad Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Fungicida AND Toxicidad Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral

Composición de las ecuaciones de búsqueda

Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Herbicida AND Impacto
 Palmicultor OR Empleados de palma de aceite AND Insecticida AND Riesgos laborales
 Cultivo palma de aceite AND Agroquímicos AND Enfermedad
 Cultivo palma de aceite AND Salud Laboral AND Toxicidad
 Cultivo palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral
 Cultivo palma de aceite AND Exposición plaguicida AND Impacto
 Cultivo palma de aceite AND Químicos agrícolas AND Riesgos laborales
 Cultivo palma de aceite AND Pesticidas AND Efectos
 Cultivo palma de aceite AND Uso seguro agroquímicos AND Riesgos
 Cultivo palma de aceite AND Aplicación agroquímicos AND Intoxicación
 Cultivo palma de aceite AND Manipulación pesticida AND Afecciones
 Cultivo palma de aceite AND Peligro químico AND Trastornos
 Cultivo palma de aceite AND Riesgo químico AND Enfermedad
 Cultivo palma de aceite AND Fungicida AND Toxicidad
 Cultivo palma de aceite AND Plaguicida AND Mortalidad laboral
 Cultivo palma de aceite AND Herbicida AND Impacto
 Cultivo palma de aceite AND Insecticida AND Riesgos laborales

INGLÉS:

Agro-industry OR Oil palm workers AND Agrochemicals AND Disease
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Occupational health AND Toxicity
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Pesticide AND Occupational Mortality
 Agroindustry OR Oil Palm Workers AND Pesticide Exposure AND Impact
 Agroindustry OR Oil Palm Workers AND Agricultural Chemicals AND Occupational Hazards
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Pesticides AND Effects
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Safe use of agrochemicals AND Risks
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Application of agrochemicals AND Poisoning
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Pesticide handling AND Conditions
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Chemical Hazard AND Disorders
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Chemical hazard AND Illness
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Fungicide AND Toxicity
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Pesticide AND Occupational Mortality
 Agribusiness OR Oil palm workers AND Herbicide AND Impact
 Agroindustry OR Oil palm workers AND Insecticide AND Occupational Hazards
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Agrochemicals AND Disease
 Palm grower OR Oil palm employees AND Occupational Health AND Toxicity
 Palm Grower OR Oil Palm Employees AND Pesticide AND Occupational Mortality
 Palm grower OR Oil palm employees AND Pesticide exposure AND Impact
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Agricultural chemicals AND Occupational hazards
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Pesticides AND Effects
 Palm grower OR Oil palm employees AND Safe use of agrochemicals AND Risks
 Palm grower OR Oil palm employees AND Application of agrochemicals AND Poisoning
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Pesticide handling AND Conditions
 Palm grower OR Oil palm employees AND Chemical hazards AND Disorders
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Chemical hazard AND Disease
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Fungicide AND Toxicity
 Palm Grower OR Oil Palm Employees AND Pesticide AND Occupational Mortality
 Palm grower OR Oil palm employees AND Herbicide AND Impact
 Palm grower OR Palm oil palm employees AND Insecticide AND Occupational Hazards
 Oil palm cultivation AND Agrochemicals AND Disease
 Oil palm cultivation AND Occupational health AND Toxicity

Composición de las ecuaciones de búsqueda
Oil Palm AND Pesticide AND Occupational Mortality AND Occupational Mortality
Oil palm cultivation AND Pesticide exposure AND Impact
Oil palm cultivation AND Agricultural chemicals AND Occupational hazards
Oil palm cultivation AND Pesticides AND Effects
Oil palm cultivation AND Safe use of agrochemicals AND Risks
Oil palm cultivation AND Application of agrochemicals AND Poisoning
Oil palm cultivation AND Pesticide handling AND Effects
Oil palm cultivation AND Chemical hazard AND Disorders
Oil palm cultivation AND Chemical hazard AND Disease
Oil palm AND Fungicide AND Toxicity AND Toxicity
Oil palm crop AND Pesticide AND Occupational fatality AND Occupational fatality
Oil palm crop AND Herbicide AND Impact
Oil palm cultivation AND Insecticide AND Occupational hazards

Translated with DeepL.com

Nota: Las ecuaciones se aplicaron tanto en inglés como en español.

4.3 Criterios de elegibilidad

Se analizaron estudios de enfoque cuantitativo, que establecen el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores agrícolas, enfocando el objeto de estudio en los principales plaguicidas aplicados en las plantaciones de palma de aceite de acuerdo a su composición y efectos nocivos. Las investigaciones cuantitativas basadas para el objeto de estudio constaron de tipo descriptiva como herramienta para la descripción de los químicos en el campo y, asimismo, causal comparativa para reconocer el impacto de estas sustancias en la salud, ambiente y demás factores determinantes durante las actividades fitosanitarias de la palma de aceite.

4.4. Fuentes de información

Bases de datos consultadas: Scopus, Sciencedirect y Pubmed y otras fuentes como Google académico.

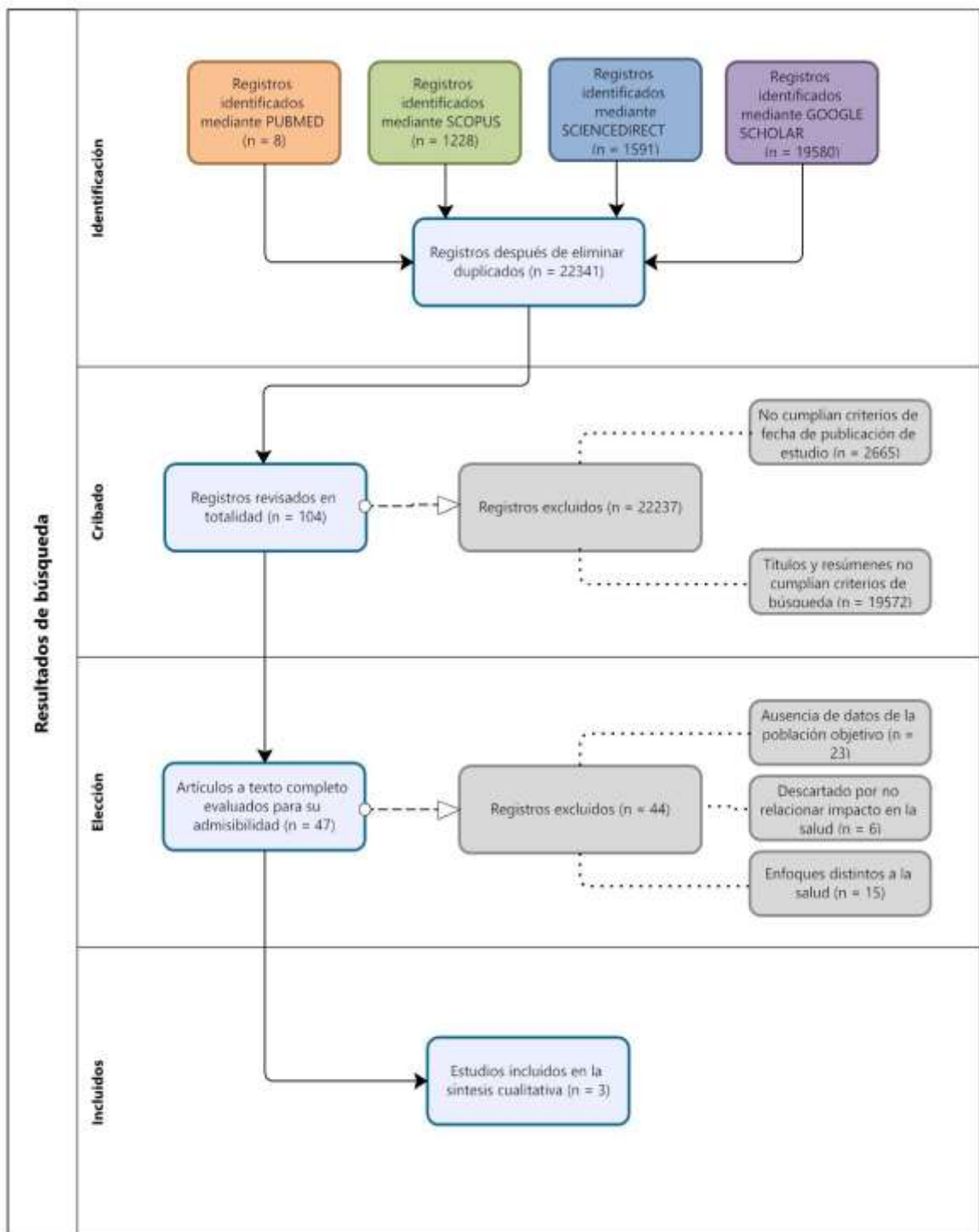
4.5. Estrategias de análisis

La metodología para llevar a cabo el análisis estará basada en la lectura crítica, siendo esta la definición de los puntos clave para cada tema, abordando así la estructura de cada documento e interpretando su contenido y generando un resumen de estos desde un juicio de valor relacionado a la temática principal y sus conectores.

5. Desarrollo

5.1 Resultados de búsqueda

Las ecuaciones en inglés para esta base de datos brindan demasiados datos, por lo tanto, se redujo a una ecuación usando la estrategia de Población, Intervención, Resultado (PIO, por sus siglas en inglés).

Figura 1. Resultados de la búsqueda

Adaptado de diagrama de flujo PRISMA (Campos, 2021).

Tabla 5. *Relación de artículos seleccionados a nivel internacional*

Autor	Metodología	Población	Intervención	Resultados	Conclusiones
Ramdan et al (2020)	Estudio transversal desarrollado entre junio y noviembre de 2018.	326 fumigadores entre 26 y 34 años. Plantaciones de palma de aceite del Este de Kalimantan, Indonesia.	Exposición de trabajadores con herbicida Paraquat.	El 8,9% de los fumigadores se intoxicó levemente por el herbicida.	La edad del fumigador es un factor clave para la prevención de intoxicación, así como el impacto en los niveles de colinesterasa.
	Muestreo aleatorio simple.			La correlación entre los niveles de colinesterasa y el área de fumigación es baja ($p=0,014$), destacando que la mayoría de sus fumigadores (31,9%) tenían entre 26 y 34 años.	Garantizar la seguridad del personal en el uso del Paraquat depende de la baja dosificación y el uso de EPP's adecuados.
	Recolección de datos basada en entrevistas directas, con consultas en la edad y periodo de trabajo.				
	Medición de niveles de colinesterasa en sangre por medio de kit tintómetro.			El énfasis en los sistemas de vigilancia relacionados con la gestión del riesgo fue relevante para la detección de signos en los cambios de colinesterasa y la prevención de complicaciones a la salud a largo plazo.	
Awantari y Susilowati (2023)	Estudio cuantitativo – descriptivo.	133 trabajadores de palma de aceite.	Exposición a plaguicidas con compuestos químicos como organofosforados y carbamatos.	El 80% de los aplicadores reflejó niveles altos de IgE, siendo este un indicador de alergia e inflamación aun cuando no se presentaban antecedentes.	La colinesterasa es inversamente proporcional a los niveles de IgE ante la exposición de plaguicidas.
	Muestreo aleatorio simple.	Plantaciones de palma de aceite del Oeste de Kalimantan, Indonesia.			
	Recolección de datos basada en exámenes médicos.				

Autor	Metodología	Población	Intervención	Resultados	Conclusiones
	Medición de niveles de colinesterasa en sangre por medio de dispositivo Immulite 2000.			Síntomas como mareos, náuseas y comezón fue reportado por el 70% de la población de muestra. El malestar tendería a generar cargas desde lo psicosocial en caso de persistir.	El uso de los Elementos de Protección Personal adecuados a la labor, disminuyen los riesgos de afectar los niveles de IgE, basófilos, esinófilos y colinesterasa.
	Análisis entre niveles de colinesterasa y niveles IgE llevado a cabo con pruebas de correlación mediante SPSS v26.			Los organofosforados provocaron reacciones en las respuestas colinérgicas por su constante exposición, lo que traduce un aumento en las redes celulares que se relacionan con el sistema inmune, debilitando el organismo y dejándolo más susceptible al desarrollo de enfermedades autoinmunes y diversos problemas de salud.	
				Los niveles de eosinófilos y basófilos fueron superiores en los valores de referencia para 8 fumigadores.	

Tabla 6. *Relación de artículo seleccionado a nivel nacional*

Autor	Metodología	Población	Intervención	Resultados	Conclusiones
Valbuena et al. (2021)	Estudio basado en lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos (HHP) recopilada en 2020. Evaluación de los riesgos de los plaguicidas según su categoría de toxicidad.	Revisión de bases de datos de ICA en Colombia.	Relación de plaguicidas como clorpirifos, glifosato, mancozeb y paraquat.	Las normas internacionales determinan que en Colombia el uso del 63% de los plaguicidas clasificados como ligeramente tóxicos son en realidad altamente tóxicos, y solo entre el 20 y 25% se clasifican como altamente peligrosos. La toxicidad aguda del paraquat es causante de enfermedades crónicas y envenenamientos. El estudio destaca que el glifosato se relaciona con efectos crónicos, como enfermedades respiratorias, dermatológicas, riesgo de aborto espontáneo y a largo plazo sobre riesgos cancerígenos. Los plaguicidas no regulados en Colombia, podría generar complicaciones para el gremio palmero por las afectaciones en la salud de los trabajadores y la producción.	Colombia carece de regulación en plaguicidas como consecuencia de la ausencia de datos sobre los riesgos a la salud. La presencia de agroquímicos peligrosos es frecuente a razón de la necesidad de la actualización y vigilancia de una lista completa de plaguicidas peligrosos.

5.2 Discusión

Desde la dimensión física, la literatura identifica impactos que se deben principalmente a la intoxicación, que, a pesar de tener efectos inmediatos leves, son perjudiciales conforme avanza el tiempo de exposición y recurrencia, caso que se evidencia según Valbuena et al. (2021), donde el Paraquat y glifosato están relacionados con enfermedades dermatológicas, respiratorias y de un considerable riesgo cancerígeno.

En el ámbito psicológico, también se registran efectos nocivos para los trabajadores, ya que, según Awantari y Susilowati (2023) el 70% de los trabajadores presenta síntomas como mareo y náuseas por la exposición a agroquímicos, lo que repercute en sus estados emocionales y, a su vez, en la carga psicológica tras la persistencia. La afectación no solo recae en el bienestar del trabajador, sino que también se refleja en un estrés laboral que influye en el ambiente, provocando la ansiedad en trabajadores y afectando así la productividad.

Entre las recomendaciones desde las fuentes literarias, se basa la prevención, que, junto a factores externos como la edad, las prácticas seguras y la reducción de la dosificación de agroquímicos, se observa una mitigación en los riegos, según lo sugerido por Ramdan et al (2020) y Awantari y Susilowati (2023). Sin embargo, el aporte por los entes reguladores de los comercios de agroquímicos y el estado, son de vital importancia para la elaboración de listados con normativas que limiten el uso de sustancias altamente tóxicas, que promuevan un entorno laboral seguro.

Por último, los autores coinciden en la importancia del uso adecuado de los elementos de protección personal como primera medida de prevención. Elementos como máscaras

especializadas (gases y vapores), así como el uso de guantes para su manipulación de agroquímicos, son esenciales en la reducción de impactos a la salud por niveles altos de colinesterasa, así como la inmunoglobina E (IgE), indicadores de condiciones de salud. Además, estas medidas como recomendación para prevenir los impactos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite se deben complementar con programas de monitoreo de salud, exámenes periódicos y evaluaciones laborales de acuerdo sus perfiles de riesgo, consolidando un enfoque integral.

Contrastando los resultados obtenidos en el estudio de Myzabella (2019), que se centran en los impactos de un plaguicida específico, se relaciona el riesgo de generar enfermedades respiratorias y reacciones alérgicas, tal como lo expresó Awantari y Susilowati (2023) en su estudio, que al identificar niveles altos de IgE en los trabajadores se evidencian síntomas en más del 70% de la población estudiada. Asimismo, Valbuena et al. (2021) señala una inadecuada e insuficiente regulación con respecto a los plaguicidas altamente tóxicos, lo que refuerza la importancia de establecer medidas que reduzcan estas preocupaciones, lo que resulta coherente con los resultados de antecedentes. Por último, la mitigación de estos impactos a la salud concuerda con lo expuesto por Ramdan et al (2020) quien resalta la necesidad y relevancia en el uso de los elementos de protección personal como una medida preventiva ante la exposición a múltiples riesgos en el uso y manejo de estas sustancias.

5.3 Recomendaciones para prevenir los impactos de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite.

Los cultivos de palma de aceite africana enfrentan diversos retos en el área de la seguridad y salud en el trabajo, siendo estos más complejos cuando representan riesgos permanentes, como se da en el uso de los agroquímicos, el cual sigue una tendencia de subida por su consumo intensivo. El gremio palmero pasa por una situación compleja con la protección de sus trabajadores, desde sus principales países productores en el Sudeste Asiático, como a nivel latinoamericano, en el cual los flagelos se relacionan con las sustancias altamente tóxicas, la falta de control por las autoridades en el mercado, la poca preparación en el uso y manejo de estas sustancias, además de condiciones y estrategias débiles para aplicar las buenas prácticas en sus labores.

En la actualidad, los resultados de investigaciones sobre la problemática son deficientes para conocer los efectos que tienen sobre la salud humana; en el ámbito de impactos físicos se reconocen alergias, intoxicaciones y enfermedades respiratorias que se relacionan con la dosificación del producto, la edad y condiciones de salud del trabajo. Por este motivo, los esfuerzos para mejorar la situación se enfocan en el trabajador, donde se debe asegurar el buen uso de los EPP, así como la correcta interpretación de las medidas y sugerencias de las fichas técnicas en el almacenamiento, transporte y manejo de los agroquímicos.

Asimismo, al ser un pilar económico dentro de las agroindustrias, es indispensable fortalecer la regulación de los productos que en este sector se comercializan, actualizando y cumpliendo las restricciones de productos con altas categorías toxicológicas. Para marcar el inicio de este llamado, las empresas deben adoptar procesos de calidad, los cuales conllevan a evaluarse

constantemente y apuntar a mejoras continuas, que serán determinadas por certificaciones de sostenibilidad, estas garantizarán su revisión y cumplimiento ante los tres ejes (ambiental, social y económico), logrando un mejor entorno laboral para los trabajadores y toda la cadena de valor. De acuerdo con esto, en función de la seguridad y salud en el trabajo, se propone las siguientes recomendaciones fundamentadas en la información previamente estudiada:

Tabla 7. *Recomendaciones para prevenir impactos de los agroquímicos en los trabajadores de palma de aceite*

Intervención	Medidas de intervención		
	Control de ingeniería	Control administrativo	Control en la gestión
Fuente	Adquisición de elementos de soporte electrónico como drones para la aplicación de agroquímicos de alta categoría toxicológica. Sustitución de productos clasificados como altamente peligrosos por bioplaguicidas o moléculas menos tóxicas; ejemplo de ello endófitos (ej. <i>Trichoderma</i>) para inducir defensas en la palma, reduciendo la vulnerabilidad ante enfermedades, realizando una transición química a mecanismos naturales fungicidas (Silva. et ál, 2020). Adopción del uso de agentes de control biológico como hongos para el cultivo y aplicación en las palmas afectadas por nematodos (<i>Rhadinaphelenchus cocophilus</i>), los cuales causan la enfermedad del anillo rojo, siendo estos generalmente abordados con un control químico (Torres, 2023).	Adopción de políticas de sostenibilidad certificadas por organismos internacionales que destaquen por sus metas de reducción gradual en la aplicación de agroquímicos.	Auditorías en el Manejo Integral de Plagas y Enfermedades que fomenten el equilibrio de agroquímicos con productos biológicos. Promoción en la restricción del uso de agroquímicos catalogados como altamente tóxicos a nivel mundial.

Intervención	Medidas de intervención		
	Control de ingeniería	Control administrativo	Control en la gestión
Medio	Adecuación de bodegas y centros de preparación de agroquímicos, conservando ductos de ventilación, señalización, restricción en el acceso, entre otros.	Implementación de protocolos de uso seguro de plaguicidas.	Inspecciones en campo sobre el comportamiento y desempeño de labores de sanidad vegetal.
	Instalación de cercas vivas en las áreas perimetrales de la plantación, minimizando la dispersión de los plaguicidas volátiles en el ambiente, entorno y comunidades aledañas (Torres, 2023).	Evaluaciones ambientales en las áreas productivas, enfocando monitoreos en el recurso hídrico y la calidad del aire, buscando partículas residuales de los agroquímicos, lo que determina la efectividad de las acciones preventivas y abordar nuevas medidas de mejora en los procesos.	Colaboración con entidades afines a la investigación y desarrollo, resaltando la integridad de nuevas técnicas de biotecnología.
Trabajador	Uso de kits de aplicación de agroquímicos (guantes, delantal, mascarilla, entre otros) de acuerdo con las recomendaciones de los productos.	Capacitaciones en el uso seguro de sustancias químicas en el que se reconozcan los síntomas ante su exposición y las indicaciones de seguridad de cada agroquímico.	Seguimiento a la entrega de dotación y EPP's dispuestos en las matrices, de tal manera que se ajusten a las necesidades de cada labor.
	Seguimientos a la calidad y condiciones de los EPP según su uso, garantizando su funcionamiento y la debida gestión de cambio en caso de presentar alternativas que optimicen la protección al trabajador.	Evaluación periódica de los niveles de colinesterasa, IgE y sensibilidad alérgica como sistema de control y vigilancia del estado de salud de los trabajadores.	Desarrollo de talleres sobre los impactos de los agroquímicos por parte de los trabajadores, donde destaquen las medidas aplicadas para su cuidado y las buenas prácticas el uso y manejo de estas sustancias.
	Adecuación de duchas y zonas de lavado de las herramientas de aplicación, garantizando su limpieza y descontaminación en la salida de sus labores.	Preparación y acompañamiento de los trabajadores con personal experimentado en el uso de los agroquímicos durante sus primeras aplicaciones.	
		Formación en las prácticas de higiene y seguridad, que contempla las etapas de antes, durante y después de la aplicación de agroquímicos; aspectos claves que reducen la contaminación por agroquímicos causante de dermatitis de contacto (Maksuk, M. et. ál, 2022)	

Finalmente, se sugiere complementar con programas de prevención y vigilancia con el fin de disminuir los riesgos con los agroquímicos; la sustitución de sustancias inhibidoras de la colinesterasa por productos menos tóxicos, inspecciones en el comportamiento de los trabajadores con el uso de los plaguicidas y la capacitación constante sobre los riesgos a los que están expuestos los trabajadores con estas sustancias, son estrategias que mitigan estos impactos en la salud (Ministerio de trabajo, 2015).

6. Conclusiones

El impacto de los agroquímicos en la salud física de los trabajadores de palma de aceite, reportados en la literatura científica, muestra que los efectos más preponderantes son enfermedades respiratorias y dermatológicas, seguidas de las intoxicaciones derivadas de la exposición prolongada y el manejo inadecuado de productos agroquímicos como Glifosato y Paraquat en sus diferentes presentaciones.

Los principales efectos de los agroquímicos en la dimensión psicosocial de los trabajadores de palma de aceite, reportados en la literatura científica, son consecuencia de las afectaciones físicas, considerando síntomas molestos como náuseas y mareos que perturban el desempeño de laboral y el bienestar emocional, generado por el estrés y la ansiedad.

Para mitigar el impacto de los agroquímicos en la salud de los trabajadores de palma de aceite, se recomienda establecer programas de prevención y vigilancia que aseguren el monitoreo periódico de la salud de los trabajadores (colinesterasa, IgE). Además, es imprescindible la formación continua en el uso y manejo racional de los plaguicidas, junto con la implementación

de buenas prácticas de seguridad. La adopción de protocolos y certificaciones de sostenibilidad influye positivamente al reducir los agroquímicos tóxicos, siendo sustituidos por opciones como bioingeniería dentro del programa de manejo integral de plagas y enfermedades.

La escasez de estudios empíricos indica la necesidad de realizar ensayos que profundicen en los impactos de los agroquímicos en la salud, viabilicen normas más estrictas para regular el comercio y uso de sustancias altamente peligrosas. Además, analizar las propuestas orientadas a mejorar la seguridad y salud de los trabajadores en el gremio palmicultor.

El uso de productos biológicos y el avance tecnológico, bajo una dirección agronómica encaminada a la sostenibilidad, alinea las buenas prácticas de seguridad en beneficio de los trabajadores y su producción, reflejando una mayor competitividad al reducir costos en la gestión de riesgos por los efectos nocivos de los agroquímicos y promover un buen ambiente laboral.

Referencias

- Agronegocios. (2022). "Cerca de 85% de los empleos generados por la palmicultura están en la formalidad". Agronegocios. <https://www.agronegocios.co/agricultura/cerca-de-85-de-los-empleos-generados-por-la-palmicultura-estan-en-la-formalidad-3445553>
- Awantari, A., & Susilowati, I. T. (2023). Humoral Inflammatory Markers of Total Immunoglobulin E (IgE) Exposure on Palm Oil Plantation Pesticide Sprayers. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 19(2), 203-211. <https://doi.org/10.15294/kemas.v19i2.44886>
- Axa Colpatria. (2024). *Fortalecimiento competencias en SST*. Asesoría virtual Axa Colpatria. https://asesoriavirtualaxacolpatria.co/axafiles/gestor_contenidos/zip/fortalecimientocompetenciasensst/tema17/index.html
- Barcelos, E., De Almeida Rios, S., Cunha, R. N. V., Lopes, R., Motoike, S. Y., Babiychuk, E., Skirycz, A., & Kushnir, S. (2015). Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. *Frontiers In Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00190>
- Bartual J, Guliano. X. (1989). *NTP 244 Criterios de valoración de Higiene Industrial*. INSST. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_244.pdf/b853aaf2-955b-41d7-b021-7bd702ecdd9d
- Caisso, L. (2023). Pruebas de vida, pruebas de muerte: Antropología del cáncer entre docentes rurales expuestas a agroquímicos en el sudeste de Córdoba (Argentina). *Salud Colectiva*, 19. <https://doi.org/10.18294/sc.2023.4442>
- Campos. (2021). Diagrama de flujo PRISMA 2020. BiblioGETAFE. <https://bibliogetafe.com/2021/06/23/diagrama-de-flujo-prisma-2020/>

Chemical Safety and Health Unit (CHE). (2020, 1 mayo). *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and guidelines to classification, 2019 edition.*

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>

Cooman, A. P. (2023). *Sector palmicultor esfuerzo 10 años avances.* El Palmicultor

<https://elpalmicultor.com/sector-palmicultor-esfuerzo-10-anos-avances/>

Cubillos, A., Gädicke, P., Von Baer, D., & Ahumada, F.. (1999). Determinación de la dosis letal media (DL50) de alcaloides del lupino en pollas de reposición blancas y marón. *Archivos de medicina veterinaria*, 31(2), 249-256. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X1999000200014>

Demi, S. M., & Sicchia, S. R. (2021). Agrochemicals Use Practices and Health Challenges of Smallholder Farmers in Ghana. *Environmental Health Insights*, 15.

<https://doi.org/10.1177/11786302211043033>

Devi, P. I., Manjula, M., & Bhavani, R. (2022). Agrochemicals, Environment, and Human Health. *Annual Review Of Environment And Resources*, 47(1), 399-421.

<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-111015>

Duque, M. E. L., De Ocampo, L. E. R., & Velásquez, G. L. L. (2013). Resistencia al cambio en organizaciones modernas. *Scientia Et Technica*, 18(1), 149-157.

<https://doi.org/10.22517/23447214.7159>

FAO. (1996). *Eliminación de Grandes Cantidades de Plaguicidas en Desuso en los Países en Desarrollo - Colección FAO: Eliminación de Plaguicidas - 4.* FAO

<https://www.fao.org/4/W1604S/w1604s04.htm#%C2%BFqu%C3%A9%20son%20los%20plaguicidas>

Flores J. (2012). Monitoreo ambiental de plaguicidas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), en el municipio de Kukra Hill. *Degree in Natural Resource Ecology*, 40-63.
https://www.researchgate.net/publication/290434782_Monitoreo_ambiental_de_plaguicidas_en_el_cultivo_de_palma_africana_Elaeis_guineensis_en_el_municipio_de_Kukra_Hill#pf34

Giannuzzi, L., Florencia Ortega, & Ezequiel Ventosi. (n.d.). Principios generales de la toxicología. In *Fundamentos de toxicología*.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/112476/CONICET_Digital_Nro.01296939-2222-4bed-8c29-87efb277b263_M.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Gómez del Campo, R. Z. (2017). Una visión general a las características del sector de la palma de aceite. *Palmas*, 37, 287–291.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11949>

Instituto Colombiano Agropecuario. (2003, 10 de julio). Ley 822 De 2003. *Diario Oficial*. Secretariado Senado.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2003/ley_0822_2003.html

Instituto Colombiano Agropecuario. (2022, 9 de febrero). Resolución 1580 de 2022. *Por la cual se establecieron los requisitos para el registro de plaguicidas químicos de uso agrícola y otras disposiciones*. ICBF. https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/resolucion_ica_1580_2022.htm

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2024). *Contenido del programa del proceso selectivo para el acceso, por el sistema general de acceso libre, en la Escala de Titulados Superiores del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Temas específicos de prevención de riesgos laborales. Parte 3: Higiene industrial.* INSST

<https://www.insst.es/documents/94886/4155697/Parte%203.%20Higiene%20industrial%20FINAL.pdf>

Malagón Cañizares, J., Cervera López, E., & Lliso Laguarda, J. (2010). Productos fitosanitarios: materias activas y preparados. *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias*, 4. http://www.ivia.es/sdta/pdf/apuntes/plaguicidas_cualificado/TEMA04.pdf

Maksuk, M., Ardiansyah, A., y Kumalasari, I. (2022). Risk factors related to contact dermatitis in workers due to pesticide exposure in palm oil plantations. *Epidemiological Journal of Indonesia*. <https://doi.org/10.70326/epidjrid.v1i1.2>.

Martínez Torres, C. C., Díaz Gómez, A. D. P., Grupo de Vigilancia y Control de Eventos de Salud Mental y Lesiones de Causa Externa, Subdirección de Prevención, Vigilancia y Control en Salud Pública, & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. (2020). *INFORME DE EVENTO INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUÍMICAS, COLOMBIA, 2020* (pp. 2–22). https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTOXICACIONES_2020.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2003, 5 de marzo). Decreto 502 de 2003. *Del registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola*. Suinjuriscol. <https://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1109191>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (1974, 6 de diciembre). Resolución 447 de 1974

Prohibe el uso y venta de Insecticidas Clorados con destino al cultivo del tabaco
Minagricultura.

https://www.minagricultura.gov.co/convocatorias/Documents/Apertura_Registro_2016_2018/Anexo_4_listado_de_plaguicidas_prohibidos_en_Colombia.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018, 29 de diciembre). Decreto 2501 de 2018. *Por*

el cual se determina la permanencia del reglamento técnico que regula el uso y manejo de
plaguicidas. Suinjuriscol. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30036060>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2018). *Cifras sectoriales: Cadena de*

palma de aceite. Ministerio de Agricultura
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Palma/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Ministerio de Trabajo. (2015). *Guía organofosforados.* Consultor salud.

www.consultorsalud.com/wp-content/uploads/2015/10/guia_organofosforados.pdf?gl=1*1papsmw*_gcl_au*NzUzOTA2Njk1LjE3MzAzMzM5MjA.

Ministerio de Trabajo. (2015, 26 de mayo). Decreto 1072 de 2015. *Por medio del cual se amplía*

el Decreto único reglamentario del sector trabajo. Funcion Publica.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Ministerio de Trabajo. (2018, 6 de agosto). Decreto 1496 de 2018. *Por el cual se establecen disposiciones para la adopción de un sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos.* Funcion. <https://www.función.gov.co//eva//gestos/norma.php ?i =87910>

Ministerio de Trabajo. (2019, 13 de febrero). Resolución 0312 de 2019. *Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para trabajadores y contratantes.* Diario Oficial N° 50.871. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>

Ministerio del Trabajo. (2021, 7 de abril). Resolución 773 de 2021. *Por la cual se definen las acciones que deben desarrollar los empleadores para la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos en los lugares de trabajo y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.* Safetya. <https://safetya.co/normatividad/resolucion-773-de-2021/>

Myzabella, N., Fritschi, L., Merdith, N., El-Zaemey, S., Chih, H., & Reid, A. (2019). Occupational Health and Safety in the Palm Oil Industry: A Systematic Review. *The International Journal Of Occupational And Environmental Medicine*, 10(4), 159-173. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2019.1576>

Navarro, A (2008). Aportación al estudio de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos del sector de la construcción: una aplicación cualitativa en la Comunidad Valenciana. *Universidad Politécnica de Valencia.*

https://www.researchgate.net/publication/50837493_Aportacion_al_estudio_de_la_satisfaccion_laboral_de_los_profesionales_tecnicos_del_sector_de_la_construccion_una_aplicacion_cualitativa_en_la_Comunidad_Valenciana

Paramananthan, S. & Param Agricultural Soil Surveys (M) Sdn Bhd. (2004). Las mejores prácticas para el cultivo de la palma de aceite: selección y manejo del terreno. In Fedepalma (Trans.), *PALMAS* (Vols. 25–25, Issue 3).

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/1006/1006>

Punia, A., Dehal, L., & Chauhan, N. S. (2023). Evidence of the Toxic Potentials of Agrochemicals on Human Health and Biodiversity. En *Sustainable development and biodiversity* (pp. 105-135). https://doi.org/10.1007/978-981-99-3439-3_4

Ramdan, I. M., Candra, K. P., & Purwanto, H. (2020). Factors Associated with Cholinesterase Level of Spraying Workers Using Paraquat Herbicide at Oil Palm Plantation in East Kalimantan, Indonesia. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA*, 19(1), 16. <https://doi.org/10.14710/jkli.19.1.16-20>

Ramírez, J. A., Lacasaña, M., Instituto Nacional de Salud Pública, & Universidad Pompeu Fabra. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2), 67–75. https://archivosdeprevencion.eu/view_document.php?tpd=2&i=1270

Reyes, L. D. & Rodríguez, A. D. (2017). *Monografía de estudio sobre los impactos ambientales que generan el cultivo y producción de palma de aceite africana (Elaeis Guineensis jacq.) en el departamento del Meta..* [Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

UNAD].

Repositorio

Institucional

UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13482>

Rodríguez Rubio, A. (2018). MANEJO DE LAS INTOXICACIONES AGUDAS. *NPunto*.

<https://www.npunto.es/revista/9/manejo-de-las-intoxicaciones-agudas>

Rodríguez, d. P., Tamayo, S., & Estrada, P. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.

<https://www.redalyc.org/pdf/2232/223240764010.pdf>

Rojas Cruz, L. (1978). *Labores de establecimiento y mantenimiento del cultivo*. Agrosavia.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/23467/22600_3425.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). (2023, 15 noviembre). *Resources - Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)*. Roundtable On Sustainable Palm Oil (RSPO).

<https://rspo.org/resources/?category=colombia>

Semillas, G. (s. f.). *Los plaguicidas en Colombia..* Semillas.org.co.

<https://www.semillas.org.co/es/los-plaguicidas-en-colombia>

Silva, N., Brooks, S., Lumyong, S., y Hyde, K. (2019). Use of endophytes as biocontrol agents. *Fungal Biology Reviews*. <https://doi.org/10.1016/J.FBR.2018.10.001>.

Sispa. (2018). *La palma de aceite en Colombia*. Fedepalma

https://fedepalma.org/fede_content/uploads/2024/01/infografia-la-palma-de-aceite-en-colombia-2018.pdf

SURA. (s.f.). *Términos de uso común*. ARL SURA

<https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=624>

- Sundram, S., Othman, R., Idris, A. S., Angel, L. P. L., & Meon, S. (2022). Improved Growth Performance of *Elaeis guineensis* Jacq. Through the Applications of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi and Endophytic Bacteria. *Current Microbiology*, 79(5). <https://doi.org/10.1007/s00284-022-02842-4>
- Torres Mendoza, M. J. (2023). Alternativas biológicas para reemplazar los plaguicidas de mayor consumo en el ecuador. Escuela politécnica nacional, *Facultad de ingeniería química y agroindustria*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23706/1/CD%2013018.pdf>
- Valbuena, D., Cely-Santos, M., y Obregón, D. (2021). Agrochemical pesticide production, trade, and hazard: Narrowing the information gap in Colombia. *Journal Of Environmental Management*, 286, 112141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112141>
- Vera, J. E. (2018). Agrotóxicos en el territorio. *Agencia Prensa Rural*, p. 1. <https://prensarural.org/spip/spip.php?article23344>
- Wahab, M. K. A., Iyiola, A. O., & Abdulwahab, U. F. (2023). Mitigating the One Health Impacts of Agrochemicals Through Sustainable Policies and Regulations. En *Sustainable development and biodiversity* (pp. 211-243). https://doi.org/10.1007/978-981-99-3439-3_8
- Watts, J. D., Pasaribu, K., Irawan, S., Tacconi, L., Martanila, H., Wiratama, C. G. W., Musthofa, F. K., Sugiarto, B. S., & Manvi, U. P. (2021). Challenges faced by smallholders in achieving sustainable palm oil certification in Indonesia. *World Development*, 146, 105565. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105565>
- World Health Organization, SGA de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos de la Organización de las Naciones Unidas, CDC, Decreto 1496 de 2018, & Resolución 773 de

2021. (2022). Seguridad química. *Subdirección de salud ambiental*.

https://www.who.int/health-topics/chemical-safety#tab=tab_1

Zúñiga Venegas, L., Hyland, C., Muñoz-Quezada, M., Quirós-Alcalá, L., Butinof, M., Buralli, R., Cárdenas, A., Fernández, R., Foerster, C., Gouveia, N., Jara, J., Lucero, B., Muñoz, M., Ramírez-Santana, M., Smith, A., Tirado, N., Van Wendel De Joode, B., Calaf, G., Handal, A., Da Silva, A., Córtes, S. y Mora, A. (2022). Efectos sobre la salud de la exposición a pesticidas en poblaciones de América Latina y el Caribe: una revisión del alcance. *Perspectivas de salud ambiental* , 130. <https://doi.org/10.1289/EHP9934> .