

**Efectos en el sistema visuales relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes
en trabajadores de la agricultura, según lo reportado en literatura.**

**Jordan Andrés Guevara Nieto, Karen Sofía Granados, Oscar Andrés Prieto Serrano y
Yulieth Vanessa Pico**

Trabajo de grado para optar el título de Optómetra

Director

Diana Palencia Flórez

Magister en Epidemiología

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Facultad de Optometría

2023

Contenido

Introducción	9
1. Objetivos	12
1.1. Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos	12
2. Marco conceptual	12
2.1 Plaguicidas	12
2.1.1 Clasificación de los plaguicidas	13
2.1.2 Características fisicoquímicas	15
2.1.3 Tipos de intoxicación por plaguicidas	18
2.1.4 Manifestaciones clínicas	19
2.1.5 Tipo de exposición a los plaguicidas	21
2.2 Fertilizantes	22
2.2.1 Clasificación de los fertilizantes	22
2.2.1 Toxicidad	23
2.2.2 Manifestaciones clínicas por intoxicación por fertilizantes	23
2.3 Marco legal	24
3. Método	24
3.1 Selección y descripción de los participantes	25
3.1.1 Criterios de inclusión	25
3.1.2 Criterios de exclusión	25
3.2 Estadística y tratamiento de datos	25
3.2.1 Plan de análisis	27

3.3 Procedimiento	27
3.4 Análisis crítico del protocolo	28
3.5 Consideraciones éticas	29
4. Resultados	30
4.1 Lista de chequeo.....	32
4.2 Síntesis de resultados	32
5. Discusión	36
6. Conclusiones	38
7. Recomendaciones.....	39
Referencias.....	41

Lista de tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de toxicidad aguda según la OMS</i>	13
Tabla 2.	<i>Clasificación según el grupo químico y el mecanismo de acción en las plagas.</i>	13
Tabla 3.	<i>Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su persistencia</i>	17
Tabla 4.	<i>Clasificación del plaguicida en función de su solubilidad en agua.</i>	18
Tabla 5.	<i>Manifestaciones clínicas de las intoxicaciones por organofosforados</i>	19
Tabla 6.	<i>Operacionalización de las variables bibliométricas.</i>	26
Tabla 7.	<i>Operacionalización de las variables clínicas</i>	26
Tabla 8.	<i>Términos de búsqueda</i>	27
Tabla 9.	<i>Descripción de las características bibliométricas</i>	32
Tabla 10.	<i>Descripción de hallazgos reportados en las publicaciones.</i>	33

Lista de figuras

Figura 1. *Fluorograma* 31

Lista de apéndices

Apéndice A. *Plantilla de recolección de información* 50

Resumen

Objetivo: determinar los efectos oculares relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes en trabajadores de la agricultura, según lo reportado en la literatura.

Metodología: se llevo a cabo a través de un estudio de revisión de literatura, donde se incluyeron documentos sobre las intoxicaciones por plaguicidas y fertilizantes agrícolas que fueron publicados en los últimos 20 años. La búsqueda de información se realizó en las siguientes bases de datos: Google académico,, PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, ELSevier a través de las ecuaciones de búsqueda, así mismo se implementó la búsqueda en cadena. Se extrajeron variables bibliométricas (año, idioma, país, muestra, tipo de publicación) y clínicas (intoxicación, plaguicida, fertilizante, exposición, manifestaciones oculares), de esta manera la información recolectada se presentó como un análisis descriptivo mediante tablas de resumen.

Resultados esperados: se realizó la revisión de literatura con 9 artículos que cumplieron las listas de chequeo en un porcentaje mayor a 60%, cada uno recolectaba información acerca de las variables establecidas. Los resultados demostraron que las patologías en segmento anterior del ojo con mayor incidencia se encuentra la conjuntivitis y la blefaritis, adicional los síntomas con mayor registro es la visión borrosa y la hiperemia/enrojecimiento conjuntival. Por otro parte, en el segmento posterior, la degeneración macular/retinal fue la patología con mayor mención.

Palabras clave: plaguicidas, fertilizantes, intoxicación, manifestaciones oculares

Abstract

Objective: to determine the ocular effects related to the use of pesticides and fertilizers in agricultural workers, as reported in the literature.

Methodology: it was carried out through a literature review study, which included documents on pesticide and agricultural fertilizer poisonings that were published in the last 20 years. The search for information was carried out in the following databases: Google Scholar, PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, ELSevier through search equations, as well as a chain search. Bibliometric variables (year, language, country, sample, type of publication) and clinical variables (intoxication, pesticide, fertilizer, exposure, ocular manifestations) were extracted and the information collected was presented as a descriptive analysis using summary tables.

Expected results: the literature review was carried out with 9 articles that fulfilled the checklists in a percentage higher than 60%, each one collected information about the established variables. The results showed that the pathologies in the anterior segment of the eye with the highest incidence were conjunctivitis and blepharitis, and the symptoms with the highest incidence were blurred vision and conjunctival hyperemia/redness. On the other hand, in the posterior segment, macular/retinal degeneration was the pathology with the highest incidence.

Keywords: pesticides, fertilizers, intoxication, ocular manifestations.

Introducción

En el sector agrícola, el mantenimiento y conservación de los cultivos ha sido uno de los principales inconvenientes para los trabajadores, debido a que estos son muy susceptibles a las plagas y factores climáticos que entorpecen su crecimiento. Para controlar estos factores se hace necesario el uso de los agroquímicos, dentro de los cuales encontramos los plaguicidas y los fertilizantes (1,2).

Los plaguicidas son sustancias o mezcla de sustancias destinadas a evitar, destruir o controlar cualquier plaga que se encuentre en las producciones agrícolas (3). Se utilizan con el fin de evitar o reducir las pérdidas que se generan por las plagas, además mejoran el rendimiento, la calidad del producto y su apariencia estética (4). Sin embargo, su uso debe ser de forma racional y adecuado, dado su naturaleza tóxica (5). Por otra parte, los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo, permitiendo mejorar la productividad de los cultivos en un corto tiempo, suministrándole a las plantas algunos elementos esenciales para su desarrollo (6).

El uso de estas sustancias de manera indiscriminada a mediano y largo plazo trae múltiples consecuencias en el entorno y en la salud tanto de los agricultores como de los consumidores. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año se registran entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas, ocasionando miles de muertes. El 99% de estos hechos ocurren en países en desarrollo, entre los cuales los países de América Latina aportan el 75% de los casos y se estima que más de 700.000 personas al año sufren los efectos crónicos (7).

En Colombia, existe desde el 2003 un sistema de vigilancia epidemiológica para las intoxicaciones por sustancias químicas, el cual desde el 2006 está reglamentado mediante el Instituto Nacional de Salud colombiano en el Protocolo de vigilancia en Salud Pública publicado

en 2017 evidencia que entre 2008 y 2016 se presentaron 212.039 casos de intoxicaciones por sustancias químicas, con un promedio de 26.227,87 casos anuales; en el 2015 se registró la mayor notificación con 33.787 casos (16,1 %) y en el 2008 se tuvo una menor notificación con 17.977 casos (8,5 %). Para los primeros cinco años de análisis de los datos recolectados, los plaguicidas causaron la mayoría de las intoxicaciones registradas (8).

Las intoxicaciones por estas sustancias agroquímicas como el glifosato, sulfato de amonio y sulfato potásico se producen de manera directa o indirecta en un tiempo prolongado de exposición a concentraciones bajas. El glifosato es uno de los plaguicidas más usados en el mundo, en Colombia se usa como herbicida en cultivos de café, banano, arroz, cacao, palma africana y cítricos. Además, para madurar la caña de azúcar (9,10).

La mayoría de estas intoxicaciones se debe a la falta de elementos de protección personal que permiten la inhalación de estos vapores tóxicos, también el escaso control de los productos, la falta de vigilancia y el desconocimiento sobre el uso y las consecuencias que estas sustancias producen en el cuerpo humano (10).

La exposición de estas sustancias lleva el riesgo de padecer efectos agudos y permanentes en la salud humana, entendiéndose por efectos agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición a corto tiempo con afectaciones sistémicas o localizadas y por prolongados, aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por tiempo prolongado. El grado de exposición se determina dependiendo del tipo, que puede ser directa, siendo el caso de los trabajadores que la fabrican y los operarios que la aplican, o indirecta como los consumidores, residentes y transeúntes (11,12,13)

En el caso de los agricultores dentro de los efectos se destacan las alteraciones al sistema respiratorio, digestivo, nervioso y visual, en éste último se presentan enfermedades como blefaritis,

conjuntivitis, queratitis, resequedad ocular, pterigión, cataratas y degeneración macular; presentándose con mayor frecuencia la conjuntivitis y blefaritis, estas pueden ser prevenibles al implementar buenas prácticas agrícolas y el uso de los elementos de protección personal adecuados para estos trabajos (9,10).

El tema en mención resulta importante, pues el sector agrícola tiene un papel estratégico en el desarrollo de la economía en Colombia, genera el 20% de los empleos a nivel nacional y representa aproximadamente el 50% del empleo en las áreas rurales. Su producción es fundamental para el abastecimiento de alimentos a los hogares colombianos y aporta la materia prima para la agroindustria (14).

Por lo anterior expuesto surge la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los efectos oculares relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes en los trabajadores agrícolas según la revisión de la literatura?

Es por esto, que el desarrollo de la presente propuesta permitió recopilar información que sirve de referencia a los profesionales de salud visual para brindar una atención oportuna, que posibilita la adecuada resolución del cuadro clínico, además de brindar las recomendaciones necesarias para el uso y manejo de estos productos, de tal manera que facilite la prevención de estas intoxicaciones. Finalmente, los efectos visuales que generan la exposición a los plaguicidas representan un problema económico y de salud pública, debido a que afectan de manera directa la salud del trabajador y el desempeño laboral, por tal motivo el manejo pertinente reducirá los efectos negativos en la calidad visual, reduciría el ausentismo laboral y favorecería la preservación de la salud.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Determinar los efectos oculares relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes en trabajadores de la agricultura, según lo reportado en la literatura.

1.2 Objetivos específicos

Identificar las características bibliométricas de los estudios seleccionados.

Describir las características semiológicas de las alteraciones en segmento anterior y posterior relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes.

2. Marco conceptual

2.1 Plaguicidas

Los plaguicidas, también conocidos como pesticidas, son sustancias químicas, orgánicas, inorgánicas o microbiológicas en estado sólido o líquido, que tienen como fin combatir un elemento biológico como las plagas o pestes ocasionando un efecto tóxico. Se crearon por la necesidad de controlar los organismos perjudiciales para los cultivos, madera, animales, humanos y alimentos almacenados (15,16). Dentro de los agentes que constituyen una amenaza en las producciones agrícolas, se encuentran hongos, insectos, artrópodos, vertebrados, agentes patógenos y especies vegetales (16).

2.1.1 Clasificación de los plaguicidas

Existen diversas clasificaciones de los plaguicidas, dentro de las más empleadas se encuentra, por tipo de plaga a controlar donde comprenden los herbicidas, fungicidas, insecticidas, nematocidas, rodenticidas, molusquicidas, entre otros (15), También, determinada por su peligrosidad o grado de toxicidad, la cual se define como la capacidad del plaguicida de ocasionar deterioro a la salud por medio de la exposición en un periodo corto de tiempo, establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (tabla 1) (17).

Tabla 1 Clasificación de toxicidad aguda según la OMS

Clase		DL ₅₀ para la rata (mg/kg de peso corporal)	
		Oral	Dérmica
Ia	Sumamente peligroso	< 5	<50
Ib	Muy peligroso	5-50	50-200
II	Moderadamente peligroso	50-2000	200-2000
III	Poco peligroso	Más de 2000	Más de 2000
U	Poco probable que presente un peligro agudo	5000 o más	

Tomado (18).

Y por su estructura química, clasificándose en diversas familias y grupos de compuestos como lo son los organofosforados y los carbamatos. Dentro de esta clasificación podemos identificar sustancias que tiene efectos similares en las plagas y en el ambiente, y combinarla con su mecanismo de acción (tabla 2).

Tabla 2. Clasificación según el grupo químico y el mecanismo de acción en las plagas.

Tipo de producto	Modo o sitio de acción	Grupo químico
	Interferencia del sistema nervioso	Organoclorados, carbamatos
		Piretroides, piretrinas, fenilpirazoles
		organofosforados, fiproles-

Tipo de producto	de	Modo o sitio de acción	Grupo químico
Insecticidas			Avermectinas, nicotinoides-nitrometilenos
			Nicotina
	Reguladores del crecimiento	del	Benzoil-fenilureas, benzamidas, benzoil-hidrazinas
	Toxinas alimentarias		Bacillus thuringiensis
	Sistema respiratorio		Fosfuros, bromuros, etc.
Fungicidas	Tóxicos físicos		Aceites minerales, tierra de diatomeas, geles de sílice.
	Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos		Fenilamidas, pirimidinas, derivados de hidrocarburos aromáticos, carboximidias
	Mitosis y división celular		Derivados del benzimidazol
	Respiración: inhibición de la producción de ATP en los procesos enzimáticos del metabolismo energético		Ditiocarbamatos, benzimidazoles
	Síntesis de aminoácidos y proteínas		Fenilureas, benzamidas
	Transducción de señales		Carboximidias, quinonas, cúpricos, arsenicales, derivados del estaño, disulfuros, ditiocarbamatos, estrobirulinas
	Síntesis de lípidos y membrana	y	Anilinopirimidinas
			Quinolinas, fenilpirroles, dicarboximidias
			Dicarboximidias, hidrocarburos aromáticos
			Clorofenoles, nitroanilinas, ditiocarbamatos, amidas
	Biosíntesis de esterol en las membranas		Morfolinas, triazoles
	Alteración de la estructura celular		Dodecilguanidina
	Acción múltiple		Cúpricos, sulfúricos, ditiocarbamatos, ftalamidas, cloronitrilos, sulfamidas, guanidinas, triazinas, quinonas
Inhibición del acetyl coenzima A carboxilasa		Ariloxi-fenoxi, ciclohexanodionas	
Inhibición del aceto lactato sintetasa		Imidazolinonas, sulfonilureas, sulfonamidas	
Inhibición de la formación de microtúbulos		Dinitroanilinas	
Auxinas sintéticas		Clorofenóxidos, derivados del ácido benzoico	
		Ácidos piridín carboxílicos, ácidos quinolín carboxílicos	

Tipo de producto	de Modo o sitio de acción	Grupo químico
Herbicidas	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II	Triazinas, triazinonas, uracilos, ureas sustituidas, benzotiadiazonas, carbamatos, amidas
	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II y respiración	Benzonitrilos
	Inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa	Difeniléteres, oxadiazoles, N-fenilftalamidas, Triazolinonas
	Inhibición de la síntesis de lípidos	Tiocarbamatos
	Desviación del flujo electrónico en el fotosistema I	Bipiridilos
	Inhibición de la síntesis de carotenoides	Isoxasoles, nicotinanilidas, otros
	Inhibición de la síntesis de proteínas, metabolismo de lípidos y división celular	Acetanilidas
	Interferencia en la actividad enzimática y precipitación de proteínas	Carboxílicos aromáticos
	Interferencia en el metabolismo del fósforo	Arsenicales
Inhibición de la enolpiruvil shikimato-fosfato sintetasa	Glicinas	

Tomado (16).

2.1.2 Características fisicoquímicas

2.1.2.1 Naturaleza química

Plaguicidas biológicos

Son desarrollados a partir de compuestos naturales o seres vivos eficaces para combatir los organismos perjudiciales. Entre ellos se encuentran virus, bacterias, hongos, hormonas y

feromonas que actúan como control biológico de las plagas, debido a que se comportan como enemigos naturales en un entorno no controlado (19).

Plaguicidas químicos

Naturales: son extraídos de diferentes tipos de vegetales como el alcaloide (nicotina, estricnina) u otras (piretrina, rotenona).

Sintéticos: creados por el hombre con el objetivo de actuar de manera más rápida y eficiente debido a que interrumpen funciones biológicas específicas dentro de objetivos definidos, dentro de ellos se encuentran numerosas familias, como (19)(20):

Compuestos inorgánicos y órgano metálicos: conformado por múltiples metales, por su grado de toxicidad se diferencian el arsénico, plomo, mercurio, fósforo, entre otros (19).

Organoclorados: se emplean como insecticidas y herbicidas, son conocidos por su persistencia, dentro de ellos se conoce el dicloro difenil tricloroetano (DDT) utilizado por su bajo costo y eficacia, pero prohibido en la mayor parte del mundo por su alta toxicidad (21).

Organofosforados: derivados del ácido fosfórico. Presentan una toxicidad selectiva y con menor persistencia, se utilizan como insecticidas, como lo son paratión, malatión, metidatión, fenitrotión o diazinón. (21,22)

Carbamatos: se aplican como insecticidas, herbicidas y fungicidas como menor efecto tóxico. Lo conforman carbofurán, dimetoato, mobán, propoxur, entre otros. (21)

Nitrofenólicos, piretroides de síntesis, otros compuestos. (19, 20, 21).

Persistencia. La persistencia de un plaguicida está determinada por la capacidad de una sustancia de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, por periodo limitado después de su emisión. El grado de persistencia, se establece por el tiempo que transcurre entre la aplicación

del plaguicida y su degradación ambiental. Su clasificación agrupa a los plaguicidas de acuerdo con su persistencia (Tabla 1) (22,23).

Tabla 3. *Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su persistencia*

Categoría	Persistencia
Ligeramente persistentes	Menos de 4 semanas
Poco persistentes	De 4 a 26 semanas
Medianamente persistentes	De 27 a 52 semanas
Altamente persistentes	Más de 1 año y menos de 20
Permanentes	Más de 20 años

Tomado de (22).

Vida media. se define como el tiempo requerido que tarda una determinada cantidad de pesticida para reducirse a la mitad de la inicialmente presente o aportado al suelo, esto ocurre cuando se disipa o se descompone en el medio ambiente (24).

La clasificación de la vida media dependiendo del ambiente donde se descomponga, como: vida media en el suelo: tiempo requerido para que se degrade en el suelo. Está determinada por varios factores, como los organismos presentes, tipo de suelo (arcilla, arena, limo), temperatura, pH, entre otros (25).

Vida media por fotólisis: es el tiempo requerido para que la mitad de un plaguicida administrado expuesto al sol se degrade (25).

Vida media por hidrólisis: es el tiempo requerido para que la mitad de un plaguicida administrado se degrade por efecto del agua (25).

Solubilidad en agua. La solubilidad se entiende como la medida que expresa la máxima capacidad de un plaguicida disuelto en 1 litro de agua a 25°C. Las unidades de concentración se expresan habitualmente en ppm (mg de plaguicida / L de agua) o en ppb (ug del plaguicida/ L de agua) (26).

Los plaguicidas más solubles en agua presentarán un mayor desplazamiento por el suelo, por lo tanto, existe mayor facilidad de ser transportados desde su lugar de aplicación por lluvias, escurrimiento o riego hacia otras fuentes hídricas. En la Tabla 2 se muestra el criterio de clasificación (26,27).

Tabla 4. *Clasificación del plaguicida en función de su solubilidad en agua.*

Clasificación	S (mg/L)
Poco soluble	< 50
Soluble	50-500
Muy soluble	> 500

Tomado de (26).

2.1.3 Tipos de intoxicación por plaguicidas

El amplio uso de los plaguicidas en actividades comerciales como la ganadería y la agricultura aumenta el contacto con estas sustancias, en consecuencia, incrementa el riesgo a producirse una intoxicación.

Se entiende como tóxico a cualquier sustancia capaz de producir algún daño en la estructura o funcionalidad de un organismo, actuando de forma local o sistémica. La intoxicación se define como el conjunto de alteraciones físicas o anatómicas producidas por la absorción de tóxicos, con diversos grados de gravedad clínica según la sustancia y el individuo (8, 28)

Se clasifican según el tipo de intoxicación:

2.1.3.1 Intoxicación aguda. Se presenta un cuadro clínico dentro de las primeras 24 horas luego de la exposición, los síntomas dependen del grupo químico al que pertenecen (8,29).

2.1.3.2 Intoxicación crónica. Esta se presenta por una exposición prolongada a dosis bajas de plaguicidas de manera repetida (8,29).

Las principales vías que ingresan los tóxicos al cuerpo son: dérmicas, oral, ocular y respiratoria, esta se distribuye por el torrente sanguíneo y excretados por la orina, aire exhalado y piel (8,29).

2.1.4 Manifestaciones clínicas

Organofosforados: son los pesticidas más empleados, el cuadro clínico comienza dentro de los 30 minutos a las 2 horas secundaria a la exposición.

Síndrome Colinérgico: se presenta por la estimulación excesiva de los receptores de acetilcolina, se caracteriza por cambios en el estado de consciencia, debilidad muscular y excesiva actividad excretora. Este cuadro varía entre pocos minutos o hasta doce horas (30,31).

Síndrome intermedio: se manifiesta dentro de las 24-96 horas (hasta el 6° día). Puede persistir varios días y producir complicaciones respiratorias (30,31).

Neuropatía retardada: desde las 2.4 semanas, inhibe la enzima axonal del sistema nervioso produciendo degeneración axonal (30,31)

Tabla 5. Manifestaciones clínicas de las intoxicaciones por organofosforados

Síndrome muscarínico	Síndrome nicotínico	Afectación del SNC
Miosis y visión borrosa. Alteración de la acomodación Hipersecreción bronquial, tos y broncoespasmo Diaforesis, lagrimeo, rinorrea y sialorrea Náuseas, vómitos, dolor abdominal Incontinencia urinaria y fecal Bradycardia, hipotensión arterial y bloqueos A-V	Fasciculaciones y calambres musculares Debilidad y parálisis de la musculatura estriada Taquicardia e hipertensión Hiperglucemia Palidez Mioclonías	Cefalea, confusión, ansiedad, insomnio, falta de concentración, pérdida de memoria y psicosis Ataxia, temblor, disartria, vértigo Hipotensión Depresión respiratoria Convulsiones y coma

Tomado de (30).

Carbamatos: son inhibidores de la colinesterasa, tiene una rápida absorción y causan una toxicidad orgánica más corta. Su velocidad de aparición depende de la vía de exposición, oscila entre las 3 a 12 horas (32,33)

Los síntomas pueden incluir:

Exposición leve: miosis, salivación (babeo), transpiración abundante.

Exposición moderada: fatiga, músculos sin coordinación, náuseas, vómito.

Exposición severa: diarrea, dolor estomacal, opresión en el pecho (32)

Organoclorados: afectan el sistema nervioso central, pueden deprimirlo o estimularlo dependiendo de su composición química, las manifestaciones clínicas surgen dentro de las primeras 48 horas y pueden extenderse.

Los síntomas pueden incluir:

Exposición leve: náuseas, vómitos.

Exposición moderada: inquietud, temblores (escalofríos), aprensión (miedo), convulsiones.

Exposición severa: coma, falla respiratoria, muerte (32,34).

2.1.4.1 Manifestaciones oculares. Los efectos de los plaguicidas a nivel ocular alteran diferentes estructuras como la conjuntiva, córnea, iris cristalino, retina, nervio óptico, incluidas las vías visuales. Dentro de los cambios reportados en la literatura se encuentra: simbléfaron, ojo seco edema e hiperemia en conjuntiva, blefaritis, cicatrices, conjuntivitis, ulceración, perforación y vascularización en córnea y catarata (9, 11)

También se reportan síntomas oculares como el lagrimeo, irritación ocular, pérdida de la agudeza visual, enrojecimiento, dolor ocular, sensación de quemazón, miosis, midriasis (11).

2.1.5 *Tipo de exposición a los plaguicidas*

La exposición a los plaguicidas se puede dar ya sea como uso industrial como doméstico:

Exposición aguda: se puede dar bajo estas tres circunstancias

Ocupacional: exposición a plaguicidas por actividades de uso o productivo, afectando a los grupos de edad laboralmente activos (15 a 60 años).

Accidental: exposición a plaguicidas de manera no intencional e inesperada, incluyendo las intoxicaciones con alimentos contaminados o accidentes laborales, se involucran todos los grupos de edad.

Medioambiental: exposición a plaguicidas por diferentes vías o rutas como agua, aire, suelos, alimentos contaminados, aplicación domiciliaria.

Intencional: se caracteriza por la intención de causar algún perjuicio, como intentos suicidas, acto suicida u homicidio (29, 34).

Exposición crónica: estas suelen ser de carácter no intencional y se consideran un factor de riesgo para generar enfermedades a largo plazo.

Ocupacional: se da en la población con exposición contante relacionado con procesos productivos.

Medioambientales: población expuesta de manera no intencional a diferentes rutas o vías de exposición, puede ser ocasionada secundaria a procesos productivos, accidentales o intencionales (29, 34).

2.2 Fertilizantes

Se conoce como toda sustancia orgánica e inorgánica que es incorporada al suelo, con el fin de suministrar él o los elementos que requiere la planta para su nutrición, estimulando su crecimiento, aumentar su productividad y mejorar la calidad de las cosechas (35,36).

2.2.1 Clasificación de los fertilizantes

2.2.1.1 Por su origen

Minerales: se basan generalmente en sales inorgánicas. Se pueden clasificar en:

Sintéticos: fosfato diamónico, sulfato de magnesio, nitrato de amonio, etc.

Naturales: roca fosfato, nitrato de sodio, etc.

Orgánicos: estos provienen de residuos de origen animal o vegetal. Poseen un elevado contenido en nutrientes, permitiendo la mejora de las propiedades físico-químicas del suelo (35,36).

2.2.1.2 Por su composición química

Simples: es el formado por un solo componente, aunque esta contenga uno o más elementos nutrientes en su molécula, como ejemplo la urea, sulfato amónico, entre otros. Se clasifican en nitrogenados, fosfatados y potásicos, de los cuales los de mayor uso son:

Nitrogenados: en su fabricación se emplea el nitrógeno atmosférico el cuál por procesos en laboratorio reacciona con el hidrógeno para obtener amoníaco. Dentro de los cuales obtenemos: urea, Sulfato de amonio, amoníaco anhidro, nitrato de amonio (35,36).

Fosfatados: la materia prima para su elaboración es la roca fosfórica, la cual se puede emplear de manera directa como fertilizante. Se obtiene de manera natural, ya sea en ambientes terrestres como marinos. Los principales son Superfosfato simple y Superfosfato triple (35,36).

Potásicos: se preparan a partir de sales potásicas como la carnalita y silvinita, que son sometidas a procesos de depuración y tratamiento químico, como el cloruro de potasio y sulfato de potasio (35,36).

Compuestos: surgen de la mezcla de uno o más fertilizantes simples. Los más empleados en la agricultura son: fosfato monoamónico, fosfato diamónico, fosfato monopotásico y fosfonitrato de amonio (35,36).

2.2.1 Toxicidad

Los fertilizantes son levemente tóxicos si se ingieren en pequeñas dosis. Aunque, grandes cantidades pueden producir quemaduras graves. Dentro de los componentes que pueden ocasionar algún efecto tóxico están los nitratos y nitritos (37,38).

2.2.2 Manifestaciones clínicas por intoxicación por fertilizantes

Dentro de los síntomas por fertilizantes incluyen: coloración azulada en uñas, labios o palmas de las manos, ardor en la piel, garganta, nariz y ojos, mareo, desmayo, picazón en la piel, presión arterial baja, convulsiones, dificultad para respirar, enrojecimiento de la piel, dolor de estómago, malestar estomacal (náuseas, vómitos, calambres) (37,38).

2.3 Marco legal

El presente trabajo está sujeto a diferentes legislaciones nacionales, con base a la Ley 372 de 1997, la cual se encarga de reglamentar la profesión de optometría en Colombia, lo relacionado con su ejercicio profesional y sus diferentes campos de acción. La profesión de la Optometría tiene como objetivo la prevención de enfermedades del sistema visual y ocular mediante el diagnóstico y el tratamiento oportuno que permita el manejo idóneo a las diferentes patologías oculares y visuales (39).

La Ley 650 de 2001 Código de Ética Profesional de Optometría, por medio de Consejo Técnico Superior de Ética, el cual es el encargado de sancionar a los optómetras que no cumplan con lo establecido en la ley capítulo 9 – artículo 51: el optómetra, en los aspectos investigativos y científicos, se ajustará o ceñirá a la reglamentación sobre propiedad intelectual y derechos de autor (40) y se respeta la Ley No. 1915 del 2018, la cual establece “los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común. También protege esta Ley a los intérpretes o ejecutantes, a los productores de programas y a los organismos de radiodifusión, en sus derechos conexos a los del autor” (41).

3. Método

El trabajo de grado titulado “Efectos en el sistema visuales relacionados con el uso de plaguicidas y fertilizantes en trabajadores de la agricultura, según lo reportado en literatura” se encuentra dentro del área de investigación de cuidado primario de la salud visual y ocular desde el desarrollo de la optometría basada en evidencia, ubicado en la línea de investigación Salud pública, en la promoción, prevención y estilo de vida saludable. Además de Salud colectiva con énfasis en

salud visual y ocular, debido a que se describió los efectos de los plaguicidas y fertilizantes en el sistema visual y abordar desde la consulta de optometría de manera oportuna y efectiva.

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de literatura debido a que se incluyeron estudios que permitieron describir las características semiológicas de los efectos en el sistema visual por el uso de plaguicidas y fertilizantes en los trabajadores agrícolas, además de contener información de fuentes primarias y secundarias que abordaron el tema en estudio.

3.1 Selección y descripción de los participantes

3.1.1 Criterios de inclusión

Artículos publicados en idiomas español e inglés.

Publicaciones de los últimos 20 años

Investigaciones de tipo observacional, reporte de caso, casos y controles, corte transversal descriptivo y analítico, revisión de literatura, libros, tesis que abordaran los efectos en el sistema visual por el uso de plaguicidas.

3.1.2 Criterios de exclusión

Aquellos que no estén disponible el texto completo.

Publicaciones con porcentaje de calidad menor al 60% en las listas de chequeo.

3.2 Estadística y tratamiento de datos

En base a los documentos recuperados, se tuvo en cuenta las siguientes variables que dieron cumplimiento a los objetivos propuestos.

Tabla 6. *Operacionalización de las variables bibliométricas*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Año de publicación	Es el año donde el documento se hace público.	Fecha de publicación
País	Territorio con características geográficas y culturales propias que pueden constituir una entidad política dentro de un Estado	Nombre de cada país
Idioma	Lengua de un pueblo o nación, o común a varios.	Español e inglés
Tipo de publicación	Los distintos tipos de investigación, con sus respectivas metodologías y técnicas, que podemos emplear en dicho campo.	Observacional, reporte de caso, casos y controles, corte transversal descriptivo y analítico, revisión de literatura, libros, tesis.
Muestra	Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación.	Número y Nombre del tipo de Muestra. (Según el tipo de estudio varia).

Tabla 7. *Operacionalización de las variables clínicas*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Plaguicidas	Son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas	Organofosforados, organoclorados, carbamatos
Fertilizantes	Son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas.	Nitrogenados, fosfatados, Potásicos
Intoxicación	Lesión o la muerte que se produce por tragar, inhalar, tocar o inyectarse distintos medicamentos, sustancias químicas, venenos o gases.	Aguda o crónica

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Exposición	Acción y efecto de exponer	Aguda o crónica
Manifestaciones oculares en segmento anterior	Son los trastornos oculares en relación entre los signos y síntomas que se presentan en determinada enfermedad, en el segmento anterior del ojo.	Patologías o síntomas oculares reportados en el segmento anterior del ojo.
Manifestaciones oculares en segmento posterior	Son los trastornos oculares en relación entre los signos y síntomas que se presentan en determinada enfermedad, en el segmento posterior del ojo.	Patologías o síntomas oculares reportados en el segmento posterior del ojo.

3.2.1 Plan de análisis

Se realizó un análisis descriptivo de la información obtenida, por medio de tablas que sintetizaron la información de los documentos consultados.

3.3 Procedimiento

Se identificaron los términos de búsqueda con las siguientes palabras clave:

Tabla 8. *Términos de búsqueda*

Decs ingles	Decs español	Mesh
Pesticides	Plaguicidas	Pesticides
Organophosphate Poisoning	Intoxicación por Organofosfatos	Poisoning
Pesticide Exposure	Exposición a Plaguicidas	Inhalation Exposure
Eye Manifestations	Manifestaciones oculares	Eye Manifestations
Fertilizers	Fertilizantes	Fertilizers

Para la búsqueda de los artículos se precisó el uso de las siguientes ecuaciones de búsqueda en español e inglés: plaguicidas and manifestaciones oculares, pesticides and eye manifestations, fertilizantes and manifestaciones oculares, fertilizers and eye manifestations.

La búsqueda de los documentos se realizó en diferentes bases de información como Google académico, PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, ELSevier a través de las ecuaciones anteriormente nombradas. Se aplicó una búsqueda en cadena. Posteriormente, el proceso de selección se realizó a partir de los títulos, resúmenes y la lectura completa de las publicaciones potencialmente elegibles. Esta selección se efectuó por los 4 investigadores de forma independiente.

Se hizo la eliminación de las publicaciones duplicadas en la base de datos. Además, se aplicaron las listas de chequeo disponibles en Equator Network de PRISMA, STROBE, CARE, para evaluar el porcentaje de calidad.

Para la extracción de datos se tuvo en cuenta las variables mencionadas en la plantilla de recolección de información.

3.4 Análisis crítico del protocolo

Es importante conocer los diferentes tipos de sesgos que se puedan presentar en el presente estudio.

Sesgo de publicación: se presenta cuando no existe la disponibilidad de determinados tipos de publicaciones, o que aún no han sido publicadas y con información limitada. Por lo tanto, para obtener mejores resultados se implementará una búsqueda en cadena.

Sesgo de selección: este se evidencia cuando no se incluyen estudios relevantes que puedan aportar la información adecuada, por lo tanto, se pretende contrararlo mediante la búsqueda de

artículos en 6 bases de datos diferentes en español e inglés, esta búsqueda se realizará por duplicado.

Sesgos de información: se empleo las listas de chequeo para evaluar la calidad de los artículos, sucesivamente se extrajo la información y se emplearon formatos para la extracción de la información.

3.5 Consideraciones éticas

Se respetan los derechos de autor, como se contempla en el marco legal por medio de la Ley 1915 del 2018 (36). Al ser un trabajo que corresponde a una revisión de literatura, se debe tener en cuenta el concepto de plagio, es definido por Gantús (42), “como la acción de apropiarse, mediante la copia textual, de una parte, o del todo de una obra ajena sin dar el crédito correspondiente, y difundirla adjudicándose la autoría para obtener un beneficio particular, que puede ser desde reconocimiento y prestigio hasta retribución económica”.

Se reconocen como tipos de plagio los siguientes:

Plagio literal: es aquel que se realiza cuando se copia el texto tal cual el documento sin usar una citación, para evitar esto se debe colocar en comillas el texto, parafrasearlo y sobre todo citándolo adecuadamente (43).

Plagio mosaico: este se obtiene cuando la persona copia varias veces el texto de diversas fuentes, cambiando una que otra palabra, sin citar las fuentes utilizadas (43).

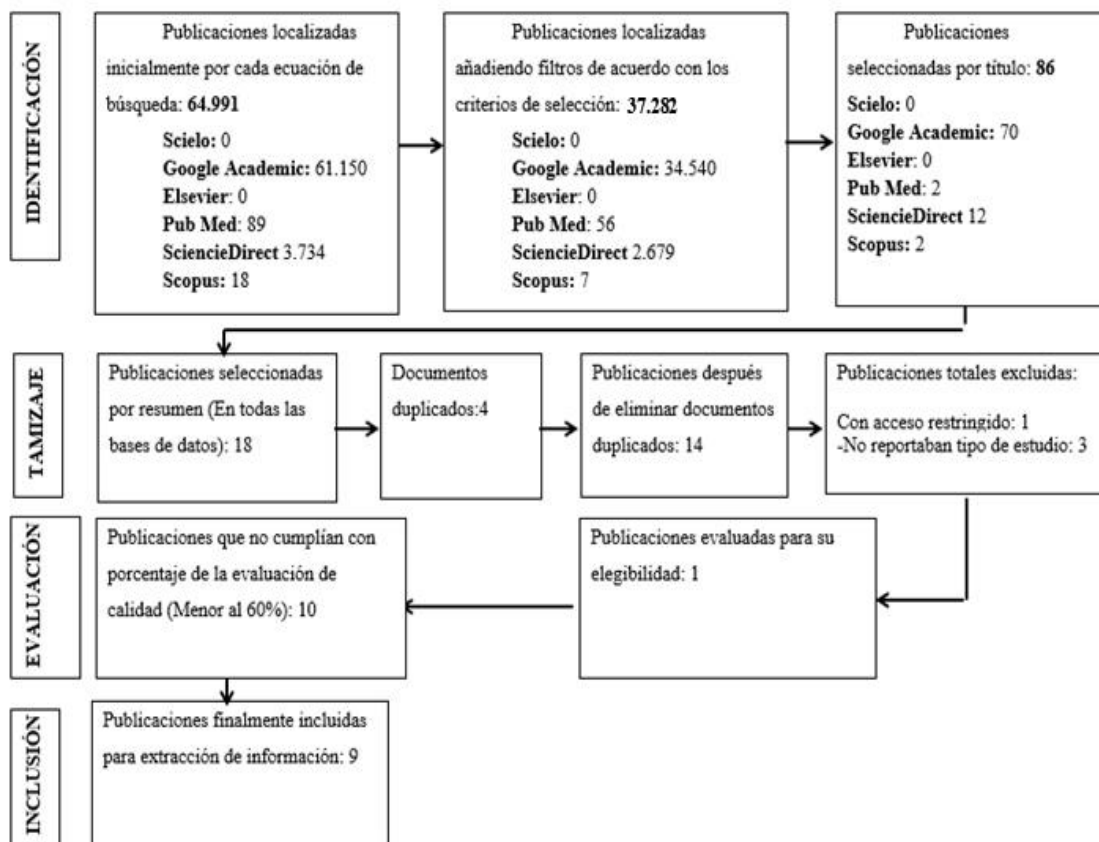
Parafraseo inadecuado: este ocurre cuando no se hace una adecuada idea en las palabras propias, sino que se empieza cambiar palabras de diferentes lados, pero sin notar mucho a diferencia, allí se cometería plagio aun estando citado (43).

Parfraseo no citado: cuando tratamos de disimular las ideas de la otra persona usando las nuestras, y ni quisiera citar la idea del autor (43).

Entrecomillado no citado: cuando entrecomillamos el material del autor usado sin citar el documento tomado (43).

4. Resultados

Se seleccionaron las siguientes bases de datos: google academic, pub med, scopus, sciencedirect, scielo, elservier, en las que se utilizaron las ecuaciones de búsqueda anteriormente descritas, dando como resultado 64.991 artículos, empleando los diferentes criterios de selección se redujeron a 18 artículos. Por consiguiente, se aplicaron las listas de chequeo PRISMA Y STROBE correspondientes a los artículos escogidos, donde se incluyeron 9 documentos, como se muestra en el siguiente fluorograma (figura 1).

Figura 1. Fluorograma

Los documentos escogidos abordan la exposición, intoxicación, pesticidas, fertilizantes y manifestaciones oculares a nivel de segmento anterior y posterior, donde el 62% de las publicaciones correspondían a fuentes primarias y el restante a fuentes secundarias, se incluyeron artículos de los últimos 20 años, donde se evidenció que el 55% de los documentos estaba en idioma español y el 44% en inglés. Dentro de la literatura consultada se evidenció que el 44% de las publicaciones pertenecían a Colombia, seguido de Estados Unidos con un porcentaje del 33% y con 11% Venezuela y Filipinas.

Las características bibliométricas se muestran en la tabla 9.

4.1 Lista de chequeo

Tabla 9. Descripción de las características bibliométricas

Autores	Año publicación	País	Idioma	Tipo de estudio
Daniela Grajales Herrera (3).	2018	Colombia	Español	Analítico Observacional de Corte transversal
Tatiana Cuastumal Arteaga, et al. ^a (9).	2016	Colombia	Español	Revisión de literatura
González, Naybeth, et al. ^a (44).	2022	Venezuela	Español	Descriptiva y diseño transversal.
Campuzano Cortina C, et al. ^a (45).	2017	Colombia	Español	Revisión de literatura
Kushik Jaga, et al. ^a . (46)	2006	Estados Unidos	Inglés	Revisión de literatura
Jinky Leilanie Lu. (47)	2005	Filipinas	Inglés	Estudio transversal
Ellen F. Kirrane, Jane A. et al. ^a . (48)	2004	Estados Unidos	Inglés	Estudio transversal
Craig William Heise et al. ^a . (49)	2015	Estados Unidos	Inglés	Estudio transversal
Ginna Marcela Díaz Díaz (10).	2019	Colombia	Español	Estudio observacional

Nota: a. et al. Locución latina et allí, que significa “y otros”.

4.2 Síntesis de resultados

En los resultados se incorporaron los 9 artículos que obtuvieron un porcentaje mayor al 60% en las listas de chequeo, cada uno cumpliendo con las variables establecidas. Se evidenció la falta de información acerca de las manifestaciones oculares relacionadas con la exposición o

intoxicación por plaguicidas y fertilizantes en la población agrícola. Sin embargo, los plaguicidas evidencian un mayor número de documentación registrada en comparación con los fertilizantes.

De los artículos encontrados el 100% evidenciaba la exposición o intoxicación crónica por pesticidas, principalmente de las familias de los organofosforados y carbamatos, dentro de las manifestaciones oculares con mayor incidencia que se presentan a nivel del segmento anterior, se encuentra a la conjuntivitis como una de las enfermedades más comunes presentándose en el 44% de las publicaciones, seguida de la blefaritis con un porcentaje del 22%. Además, se evidencia que los síntomas con mayor repercusión a nivel ocular son la visión borrosa presente en el 55% y la hiperemia/enrojecimiento conjuntival en un 44% de los textos consultados. Por otro parte, en el segmento posterior, la degeneración macular/retinal se encontró en el 25% de las publicaciones analizadas.

Tabla 10. *Descripción de hallazgos reportados en las publicaciones*

Auto r	Objetivo	Fertilizan tes	Plaguicid as	Intoxicaci ón	Exposici ón	Manifestac iones oculares S.A	Manifes taciones oculare s S.P
Danie la Grajal es Herre ra (3).	Determinar los cambios en la respuesta pupilar y movimientos oculares en un grupo de trabajadores del agro expuestos a los Plaguicidas y su relación con síntomas neurotóxicos	N/A	Organofos forados y carbamato s	N/A	Crónica	Miosis, menor reacción pupilar, alteraciones en los movimiento s sacádicos	N / A

Auto r	Objetivo	Fertilizan tes	Plaguicid as	Intoxicaci ón	Exposici ón	Manifestac iones oculares S.A	Manifes taciones oculare s S.P
Tatia na Cuast umal Artea ga, et al. ^a (9).	Identificar las enfermedade s oculares relacionadas con los trabajadores del sector agrícola, entre los años 2005 al 2016.	Potásicos y sulfurados	Glifosato, organoclor ados	Crónica	Crónica	Conjuntiviti s, daño superficial en la córnea, Blefaritis, dolor ocular, inflamación en el párpado, ardor ocular, sensación de cuerpo extraño, secreción, lagrimeo, queratitis ulcerativa, Visión borrosa, visión doble, fotofobia	N / A
Gonz ález, Nayb eth, et al. ^a (44).	Describir los síntomas y signos por exposición directa e indirecta a plaguicidas en habitantes de Bailadores municipio Rivas Dávila estado Mérida, 2018.	N / A	Organofos forados y carbamato s	N / A	Crónica	Visión borrosa, hiperemia conjuntival, y escozor	N / A
Camp uzano Corti na C, et al. ^a (45).	Evaluar la toxicidad del glifosato (Roundup®) en agri- cultores expuestos	N/A	Glifosato, organoclor ados	Crónica	Crónica	Irritación ocular, ulceración ocular	N / A

Auto r	Objetivo	Fertilizan tes	Plaguicid as	Intoxicaci ón	Exposici ón	Manifestac iones oculares S.A	Manifes taciones oculare s S.P
	crónicamente al uso de este compuesto como herbicida.						
Kushi k Jaga, et al ^a . (46)	N/A	N / A	Organofos forados, organoclor ados y carbamato s	Crónica	Crónica	Irritación ocular, quemosis, hiperemia conjuntival, conjuntiviti s, opacidades corneales, catarata, lesiones conjuntivale s, queratitis,	Degener ación retinal, neuroopa tía óptica, retinopa tía
Jinky Leila nie Lu. (47)	Monitorear la exposición a plaguicidas de los cultivadores de flores para cortar	N / A	Organofos forados y carbamato s	Crónica	Crónica	Escozor ocular, visión borrosa	N / A
Ellen F. Kirra ne, Jane A. et al ^a . (48)	El objetivo de esta investigación era determinar si las esposas de estos agricultores aplicadores de plaguicidas corrían un mayor riesgo de degeneración retiniana.	N / A	Organofos forados, organoclor ados y carbamato s	Crónica	Crónica	N / A	Degener ación macular o retinal

Auto r	Objetivo	Fertilizan tes	Plaguicid as	Intoxicaci ón	Exposici ón	Manifestac iones oculares S.A	Manifes taciones oculare s S.P
Craig Willia m Heise et al. (49)	Identificar y caracterizar las exposiciones oculares oculares notificados a los centros de toxicología durante un período de 5 años de 2011 a 2015 en los Estados Unidos.	N/A	N/A	Crónica y aguda	Crónica y aguda	Dolor ocular, hiperemia conjuntival, conjuntiviti s, quemaduras , abrasiones corneales, visión borrosa, lagrimeo	Defecto s visuales, papilede ma
Ginna Marc ela Díaz Díaz (10).	Identificar las enfermedade s oculares que se pueden adquirir por el no uso de elementos de protección personal en la finca La Vega del municipio de Guasca Cundinamarc a.	Nitrógeno, fósforo, potasio	Glifosato	N/A	Crónica	Conjuntiviti s, ojo seco blefaritis, ardor ocular, visión borrosa	N/A

Nota: a. et al. Locución latina et allí, que significa “y otros”.

5. Discusión

Dentro de la revisión de literatura realizada, se logro establecer que los trabajadores de la agricultura por su constante exposición a plaguicidas y fertilizantes son más propensos a manifestar síntomas y patologías oculares que afectan el desarrollo normal de la visión.

Según Kushik Jaga and Chandrabhan Dharmani en 2005 (45) menciona que los pesticidas organofosforados son los más empleados y por lo tanto con mayor investigación respecto a la toxicidad ocular que generan.

Se evidenció que las patologías con mayor incidencia son la conjuntivitis, se conoce porque desencadena un proceso inflamatorio, reaccionando a las lesiones químicas producidas por la exposición a los pesticidas (10), seguida de la blefaritis generando un proceso inflamatorio crónico en el borde palpebral (10). De acuerdo con Tatiana Cuastumal Arteaga, et al. 2016, (9) la conjuntivitis y blefaritis son las infecciones más frecuentes que afectan a los agricultores expuestos a los pesticidas, produciendo una sintomatología evidente y que pueden desencadenar daños irreversibles.

En concordancia a la presente investigación la autora Diaz, Ginna en 2019 (10), evidencia que la sintomatología más común es la visión borrosa y el enrojecimiento/ hiperemia conjuntival. Resultados similares muestran Molina-Montoya y Castro-Buitrago, 2018 (50) en trabajadores de un cultivo de flores, quienes estaban en contacto directo con sustancias agroquímicas, manifestaron la visión borrosa como el síntoma principal.

De acuerdo con González, Naybeth, et al. en 2022 (45), estos síntomas son característicos de la exposición a pesticidas organofosforados, dado que son producidos por el contacto de los plaguicidas en la superficie ocular, principalmente el tejido conjuntival que constituyen indicativos tempranos de la toxicidad, concordando con Thammachai et al. 2022 (51) donde se compara la prevalencia de los síntomas expuestos a pesticidas organofosforados y piretroides, y encontraron visión borrosa en 44,4% y 14%, respectivamente.

Según Kushik Jaga and Chandrabhan Dharmani en 2005 (45), se ha demostrado que la exposición a plaguicidas es un factor de riesgo importante en la aparición de la degeneración

retiniana, siendo esta una de las principales causas de discapacidad visual. Así mismo, la documentación respecto a las patologías en segmento posterior es escasa como las manifestaciones oculares relacionadas con el uso de fertilizantes, por lo tanto se evidencia una gran dificultad para realizar la comparación de estas sustancias agroquímicas y en reconocer las patologías que se ocasionan por su uso.

Una de las principales limitaciones encontradas de la presente investigación fue la falta de información dado que no se encontró acceso a un mayor número de publicaciones. Además, la escasa investigación de las manifestaciones oculares en segmento anterior y posterior del ojo relacionadas a uso de plaguicidas y fertilizantes.

6. Conclusiones

El presente trabajo identificó que el país con mayores artículos disponibles es Colombia, seguido de Estados Unidos, con respecto a la exposición de plaguicidas específicamente organofosforados.

También, se evidenció la relación positiva entre la exposición a pesticidas y las manifestaciones oculares, evidenciándose que la población agrícola y su contexto influyen en tener un alto riesgo de sufrir problemas oculares que pueden conllevar a la discapacidad visual, o la ceguera.

La importancia de abordar la exposición desde la prevención, implementando los correctos equipos de protección personal, que permitan brindar mayor seguridad, en la manipulación y empleo de estas sustancias químicas. Además, es importante informar sobre los primeros auxilios que se pueden implementar cuando existan casos de exposición accidental.

Así mismo, es de vital importancia que los profesionales de salud tengan conocimiento del actuar y la comunidad científica investigue de manera más específica las manifestaciones oculares en segmento anterior y posterior que se pueden producir por consecuencia de la exposición o intoxicación por plaguicidas y fertilizantes.

7. Recomendaciones

Es pertinente que la comunidad científica ahonde en la investigación de las manifestaciones oculares relacionadas con el uso de plaguicidas y fertilizantes en los trabajadores agrícolas, debido a que, en Colombia, y países en desarrollo es una de las principales actividades económicas, por lo tanto, resulta necesario profundizar en la identificación temprana de los efectos oculares y en la implementación de estrategias de prevención.

Se deben crear programas de seguimiento médico para los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas y fertilizantes. Esto permitirá detectar tempranamente cualquier signo de daño ocular, tomar medidas preventivas y de tratamiento adecuadas. Se deben llevar a cabo campañas de concienciación a nivel comunitario, dirigidas tanto a los trabajadores agrícolas como a las comunidades locales. Estas campañas deben resaltar los síntomas tempranos de daño ocular y la importancia de buscar atención médica de inmediato.

Es esencial que los trabajadores agrícolas reciban capacitación sobre el manejo seguro de plaguicidas y fertilizantes. Esto incluye el uso de equipos de protección personal, el correcto almacenamiento de sustancias químicas y la manipulación adecuada. Las autoridades locales, empresas agrícolas y organizaciones de trabajadores deben colaborar en la difusión de estas buenas prácticas. Como profesionales de la salud se debe buscar garantizar que los trabajadores agrícolas tengan acceso a servicios de atención en salud asequibles y de calidad es fundamental. Los sistemas

de salud deben estar preparados para diagnosticar y tratar adecuadamente las patologías oculares relacionadas con la exposición a sustancias químicas agrícolas.

Referencias

1. Forero Aguirre J, Gómez Barragán E, Mongua Cristancho M. Efectos negativos por la exposición a plaguicidas en trabajadores del sector agrícola [Internet]. Repository.uniminuto.edu. 2022 [cited 11 August 2022]. Available from: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/14564/2/UVDT.ASST_monguamaria-gomezernesto-forerojorge_2022%20%281%29.pdf
2. Quiroga I. Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos [Internet]. Croplife Latin America. [cited 11 August 2022]. Available from: <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/impactos-del-cambio-climatico-en-la-incidencia-de-plagas-y-enfermedades-de-los-cultivos>
3. Grajales Herrera, D. Efectos de los plaguicidas en la respuesta pupilar y motilidad ocular en trabajadores del agro. Universidad La Salle. [Citado 11 agosto 2022: Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision/65
4. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Sde Ay DR. ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? [Internet]. Gob.mx. Gobierno de México; 2019 [citado 2022Oct23]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>
5. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Uso y manejo de plaguicidas [Internet]. Guía BPA 2ed. Servicio Fitosanitario del Estado Costa Rica. [cited 11 August 2022]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/T01-10313.pdf>
6. Fertilizantes agrícolas: tipos de fertilizantes, usos y beneficios - ZS España [Internet]. ZS España. 2022 [cited 11 August 2022]. Available from: <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/fertilizantes-agricolas-tipos-de-fertilizantes-usos-y-beneficios/>

7. Corra Lilian. Herramientas de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases: efectos sobre la salud y prevención de la exposición [Internet] 2a ed. Organización Panamericana de la Salud, 2009 [Citado 15 agosto 2022]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/herramientas-capacitacion-manejo-responsable-plaguicidas-sus-envases>
8. Instituto Nacional de Salud. Intoxicaciones por sustancias químicas código: 365. [Internet]. 2017 [citado 22 August 2022]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/bibliotecadigital/PRO-Intoxicaciones.pdf>
9. Cuastumal Arteaga T, Gelves Rojas B, Mosquera Mosquera S. Enfermedades oculares relacionadas con los trabajadores del sector agrícola, entre los años 2005 al 2016 [Internet]. Digitk.areandina.edu.co. 2016 [cited 11 August 2022]. Available from: <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/682/Enfermedades%20oculares%20relacionadas%20con%20los%20trabajadores%20del%20sector%20agr%C3%adcol a%2C%20entre%20los%20a%C3%b1os%202005%20al%202016.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
10. Díaz Díaz. G. Enfermedades oculares en trabajadores agrícolas del municipio de guasca cundinamarca y su relación con la falta de uso de elementos de protección personal. Caso: finca la vega. [Internet]. Repositorio.ecci.edu.co. 2019 [cited 22 August 2022]. Available from: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2200/Trabajo%20de%20grado.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
11. Molina Montoya NP, Castro Buitrago J. Síntomas oculares reportados por los trabajadores expuestos a agroquímicos en cultivos de flores. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual

- y Ocular. 2018 jul 1;16(2):33–44. [cited 22 August 2022]. Available from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?Article=1366&context=svo#:~:text=Es%20importante%20aclarar%20que%20todos,presentaron%20simult%C3%a1neamente%20con%20mayor%20frecuencia>
12. Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2011;8(5):1402–19. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph8051402>
 13. Del Puerto R, Suárez T, Palacio E. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Rev cubana Hig Epidemiol.* 2014;52(3):372-387. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223240764010.pdf>
 14. Consejo Privado de Competitividad. Competitividad del sector agropecuario colombiano [Internet]. [cited 2022 Aug 20]. Available from: <https://compite.com.co/wp-content/uploads/2017/05/208Agro.pdf>
 15. Instituto Navarro de Salud Laboral. Plaguicidas [Internet]. Navarra.es. Gobierno de Navarra; [cited 2022 Oct 28]. Available from: <https://www.navarra.es/es/inicio>
 16. Bedmar F. ¿Qué son los plaguicidas? *Cienc. Hoy.* [Internet] 2011. [consultado 28 Oct 2022] 21(122): 10-16. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>
 17. Ramírez, J. A., Lacasaña, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor* [Internet] 2001. [Consultado 28 Oct 2022] 4(2):67-75. Disponible en: https://archivosdeprevencion.eu/view_document.php?Tpd=2&i=1270
 18. Organización Mundial de la Salud. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019

- [Internet]. 2019. [Consultado 28 Oct 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>
19. Ferrer A Intoxicación por plaguicidas. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2003 [citado 2022 Oct 31]. 26(1): 155-171. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200009&lng=es.
20. Haynes W. ¿Qué son los pesticidas naturales? [Internet]. Modern Pest. 2017 [cited 2022Oct30]. Disponible en: <https://www.modernpest.com/sp/blog/what-are-natural-pesticides/>
21. Domenech J. Plaguicidas, sus efectos en la salud humana. OFFARM [Internet]. 2004 [citado 2022Nov16];23(7) 108-114. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064299>
22. Castrejón-Godínez, María & Enrique, Sanchez-Salinas y Ortiz, Laura. Plaguicidas: generalidades, usos e impactos sobre el ambiente y la salud. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [Internet]. 2014. [citado 2022Nov16] 1 ed. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307633848_plaguicidas_generalidades_usos_e_impactos_sobre_el_ambiente_y_la_salud.
23. Ramirez JA, Lacasaña M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor [Internet]. 2001 [cited 2022Nov16];4(2):67–75. Available from: https://archivosdeprevencion.eu/view_document.php?Tpd=2&i=1270
24. Hanson, B.; Bond, C.; Buhl, K.; Stone, D. *Pesticide Half-life Fact Sheet*. National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. [Internet]. 2015. [cited 2022Nov16]. Disponible en: <http://npic.orst.edu/factsheets/half-life.html>

- 25.** Jáquez Matas SV, González Valdez LS, Irigoyen Campuzano R, Ortega Martínez V. Comportamiento de plaguicidas persistentes en el medio ambiente. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional [Internet]. S.f [cited 2022Nov16]; Available from: <http://www.labamerex.com/newsletter/news18/Comportamiento-de-plaguicidas.pdf>
- 26.** Torri, Silvana. Dinámica de los plaguicidas en los agroecosistemas. Universidad de Buenos Aires. [Internet]. 2015. [citado 2022Nov15]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305905415_Dinamica_de_los_plaguicidas_en_los_agroecosistemas
- 27.** Victor D. Química y Física de los Plaguicidas [Internet]. Química y Física de los plaguicidas. 1970 [cited 2022Nov18]. Available from: <https://plaguicidasuacaauagro.blogspot.com/2015/09/quimica-y-fisica-de-los-plaguicidas.html>
- 28.** H. Badii M, Landeros J. Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. Cultura científica y tecnológica [Internet]. 2015 [cited 2022Nov17];19(4). Available from: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/454>
- 29.** Grupo de vigilancia y control de factores de riesgo ambiental. Protocolo de vigilancia y control de intoxicaciones por plaguicidas [Internet]. Min Salud. 2010 [cited 2023Feb15]. Available from: https://www.minsalud.gov.co/comunicadosprensa/documents/intoxicacion_por_plaguicidas.pdf
- 30.** Pino Vázquez A, Brezmes Raposo M. Intoxicación por organofosforados. Asociación Española de Pediatría [Internet]. 2021 [cited 2022Nov18];1:793–801. Available from:

https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/55_intoxicacion_organofosforados.pdf

31. Hurtado Clavijo CM, Gutiérrez de Salazar M. Enfoque del paciente con intoxicación aguda por plaguicidas organofosforados. Rev Fac Med Univ Nac Colomb [Internet]. 2005 [cited 2022Nov18];53(4). Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v53n4/v53n4a06.pdf>
32. Departamento de seguros de Texas. Envenenamiento con Pesticidas. Texas: Centro de Recursos del Departamento de Seguros de Texas;[Internet]. S.f [cited 2022Nov18]. Available from: <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spstppestpois.pdf>
33. Pinilla-Monsalve GD, Manrique-Hernández EF, Caballero-Carvajal AJ, Gómez-Rodríguez E, Marín- Hernández LR, Portilla-Portilla A, et al. Neurotoxicología de Plaguicidas Prevalentes en la Región Andina Colombiana. MÉD.UIS. [Internet]. 2014 [Citado 2022Nov16];27(3):57-67. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/muis/v27n3/v27n3a07.pdf>
34. Ministerio de Ambiente. [Internet]. Lo que todos debemos saber de las COP, contaminantes orgánicos persistentes. Min Ambiente; 2017 [cited 2022Nov18]. Available from: https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/05/Cartilla_Plaguicidas_COP_2017.pdf
35. Guzmán Flores J. Fertilizantes químicos y biofertilizantes en México. Centro de estudio para el desarrollo rural sostenible y la soberanía alimentaria [Internet]. 2018 [cited 2022Nov18]; Available from: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/64%20Fertilizantes%20qu%C3%admicos%20y%20biofertilizantes%20en%20M%C3%a9xico..pdf>

36. Agrón CI. Fertilidad química. Departamento de ambiente y recursos naturales [Internet]. 2015 [cited 2022Nov18]; Available from: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75204/mod_resource/content/1/UDD%20D8.1%20Fertilidad%20Qu%C3%admica%20.pdf
37. Aronson JK. Nitrates, organic. In: Aronson JK, ed. *Meyler's Side Effects of Drugs*. 16th ed. Waltham, MA: Elsevier; 2016:192-202. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4825447/>
38. Levine MD. Chemical injuries. In: Walls RM, Hockberger RS, Gausche-Hill M, eds. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2018:chap 57. <https://shop.elsevier.com/books/rosens-emergency-medicine-concepts-and-clinical-practice/walls/978-0-323-75789-8>
39. Ley 372 de 1997. Decretos 1998; 372: Artículo 1-Artículo 10. Diario Oficial N°43.053. [Internet] 1999 junio 7. [Citado 7 de agosto 2020] Disponible en: <https://www.sanidadfuerzasmilitares.mil.co/transparencia-acceso-informacion-publica/4-normatividad/4-6-normograma-digsa/subdireccion-salud-digsa/grupo-aseguramientosalud-proas/normas-externas-aplicadas-al-regimen/ley-372-1997-se-reglamenta-profesion>
40. Ley 650 DE 2001. Decretos 2001; 650: Artículo 1-Artículo 87. Diario Oficial No 44.394. [Internet] 2001 17 abril. [Citado 7 agosto de 2020]. Disponible en: https://www.redjurista.com/Documents/ley_650_de_2001_congreso_de_la_republica.aspx#/

41. Ley 1915 de 2018 - EVA - Función Pública [Internet]. Funcionpublica.gov.co. 2018 [citado 16 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?I=87419>
42. Espinoza Freire, E. E. El plagio un flagelo en el ámbito académico ecuatoriano. Universidad y Sociedad. [Internet]. 2020. [citado 2023 Ene12]; 12(3), 407-415. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n3/2218-3620-rus-12-03-407.pdf>
43. Díaz, M., Lechuga, M. And Peñalver, M., 2014. Anexo ii. Guía para citar sin cometer plagio. [online] Um.es. Available at: <https://www.um.es/documents/15559/58970/ANEXO+II.pdf/171c67ac-7d3e-46cc-b527-7c3d81508c5f> [Accessed 10 February 2021].
44. González N, Infante Y, Quiñonez B. Síntomas y signos por exposición directa e indirecta a plaguicidas en habitantes de bailadores, Municipio Rivas Dávila, Estado Mérida, 2018 [Internet]. 2022 [cited 2023 Jun 26]. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/351/3514063008/html/>
45. Campuzano Cortina, C., Feijoó Fonnegra, L. M., Manzur Pineda, K., Palacio Muñoz, M., Rendón Fonnegra, J., & Zapata Díaz, J. P. Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema. 2017. *CES Salud Pública*, 8(1), 121–133. [cited 2023 Jun 26]. Available from: https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/4427
46. Ocular toxicity from pesticide exposure: A recent review. 2006. *Environ Health Prev Med*. 2006 May;11(3):102-7 [cited 2023 Jun 26]. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/351/3514063008/html/>

- 47.** Lu JL. Risk factors to pesticide exposure and associated health symptoms among cut-flower farmers. 2005. *Int J Environ Health Res.*(3):161-9. [cited 2023 Jun 26]. Available from: https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/4427
- 48.** Kirrane EF, Hoppin JA, Kamel F, Umbach DM, Boyes WK, Deroos AJ, Alavanja M, Sandler DP. Retinal degeneration and other eye disorders in wives of farmer pesticide applicators enrolled in the agricultural health study. 2005 *Am J Epidemiol.* . [cited 2023 Jun 26]. Available from: https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/4427
- 49.** Heise CW, Agarwal S. Ocular Exposures Reported to Poison Control Centers From 2011 to 2015. 2019. *Am J Ophthalmol.* [cited 2023 Jun 26]. Available from: https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/4427
- 50.** Molina-Montoya, N. Y Castro-Buitrago, J. Síntomas oculares reportados por los trabajadores expuestos a agroquímicos en cultivos de flores. 2018 *Cienc Tecnol Salud.* [cited 2023 Jun 26]. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/351/3514063008/html/>
- 51.** Thammachai A, Sapbamrer R, Rohitrattana J, Tongprasert S, Hongsibsong S, Wangsan K. Differences in knowledge, awareness, practice, and health symptoms in farmers who applied organophosphates and pyrethroids on farms. *Front Public Health* [Internet]. 2022;10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.802810>

Apéndices**Apéndice A.** *Plantilla de recolección de información*

Bas e de dato s	Añ o	Paí s	Idio ma	Tipo de estud io	Lista de Cheque o	Plaguicid as	Intoxicaci ón	Exposici ón	Manifestacio nes oculares segmento anterior	Manifestacio nes oculares segmento posterior
--------------------------	---------	----------	------------	---------------------------	-------------------------	-----------------	------------------	----------------	--	---