



**Revisión de alcance de la literatura: Panorama de la exposición a plaguicidas
en América Latina 2010-2020**

Investigador principal
Edson Andres Monsalve Serrano

**Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de magister en seguridad y salud en el trabajo
Universidad del Rosario**

Bogotá, 2022

**Revisión de alcance de la literatura: Panorama de la exposición a plaguicidas
en América Latina 2010-2020**

Estudiante(s):
Edson Andres Monsalve Serrano

Asesor metodológico:
Dra. Marcela Eugenia Varona

**Maestría en seguridad y salud en el trabajo
Universidad del Rosario**

Bogotá D.C., 2022

Revisión de alcance de la literatura: Panorama de la exposición a plaguicidas en América Latina 2010-2020

Autor: Edson Andrés Monsalve Serrano

Resumen

Introducción: América Latina es la región donde el uso de plaguicidas no se espera que disminuya, por el contrario, se estima un crecimiento del 4,1%, lo que podría aumentar a su vez las tasas presentadas hasta ahora de intoxicaciones en estos países.

Objetivo: realizar una revisión de alcance de la literatura sobre el panorama de exposición a plaguicidas en América Latina en el periodo 2010-2020.

Materiales y métodos: se realizó una revisión de alcance de la literatura en bases de datos científicas Cochrane, NEJM, PubMed y Scielo de los años 2010-2020. Los terminos MESH empleados fueron: Intoxications AND Pesticides AND Latin America; Pesticides AND Latin America; Poisoning AND “nombre de país” AND Pesticides OR Agrochemicals OR Hazardous Substances y se delimitó a los países que componen la región de América Latina.

Las variables que se tuvieron en cuenta fueron: uso y venta de plaguicidas en los países, número de intoxicaciones agudas por plaguicidas, edad poblacional, sexo poblacional y tipo de exposición.

Resultados: Para el estudio se tomaron 35 fuentes divididas en la caracterización, el mercado y la prevalencia de la intoxicación por plaguicidas. Se encontró mayor exposición en adultos entre 30 a 60 años de edad, de sexo masculino, con bajo nivel de educación y preparación sobre el uso de plaguicidas. El origen de las intoxicaciones fue en primer lugar de forma intencional, seguido por las accidentales y las laborales. La distribución y ventas de plaguicidas varían en cada país encontrando limitación por comercio no regulado de estos.

Conclusiones

La mayoría de los plaguicidas fueron de mediana a alta persistencia, están clasificados como mediana a extremadamente tóxicos para la salud y algunos de ellos están restringidos y/o prohibidos en algunos países. Los resultados de la presente revisión pueden ayudar en la planeación de estudios de riesgo como biomonitoreo de plaguicidas en poblaciones humanas, así como en el diseño de programas de vigilancia epidemiológica ocupacional.

INTRODUCCIÓN

En América Latina el uso de plaguicidas tuvo un incremento durante la última década debido a múltiples factores, entre los que se encuentra la expansión de la frontera agrícola. Sin embargo, situaciones diversas como deficiencias en las regulaciones de las naciones, desconocimiento de efectos en la salud por parte de quienes los usan, precios, contrabando, entre otras, ha incrementado los riesgos para la población. [1]

En la región existe diversidad de modelos agrícolas y en algunos países este sector se encuentra más desarrollado o tecnificado que en otros, sin embargo, a partir de los años 50's de forma generalizada, el desarrollo e introducción a los mercados de la región de productos de químicos que hicieron más eficientes las cosechas, trajo consigo también una situación preocupante relacionada con el aumento en la incidencia de las muertes y los graves efectos sobre la salud y el ambiente. [2]

Durante los últimos 10 años ha sido posible ver un incremento en el número de intoxicaciones en la región [3]. En Colombia la tasa de incidencia anual de intoxicaciones pasó de un 26.4/100,000 habitantes en el 2010 a un 45.1/100,000 habitantes en el 2019, lo cual representa un aumento del 57% en un periodo de 9 años, presentando un pico en la tasa de 47/100,000 habitantes en el 2017 [4]. En el boletín epidemiológico semanal del Instituto Nacional de Salud (INS) del 2018 se logra caracterizar la intoxicación por plaguicidas como una de las tres primeras causas de intoxicación (sustancias psicoactivas, plaguicidas y alcohol), adicionalmente se determina que la exposición en estos grupos etarios es de carácter intencional [2].

Los casos de exposición laboral son los que más se presentan. El Ministerio de Salud del Perú reporta que la mayoría de los casos ocurrieron en población laboralmente activa, y con confirmación de exposición laboral del 45.4%. [5] En el informe del evento sobre intoxicaciones del 2018, del Ministerio de Salud de Colombia, se menciona como segunda causa de exposición a plaguicidas a aquella de origen laboral y como primera a aquella accidental en el hogar; aunque la mortalidad por intoxicaciones de cualquier índole representa menos del 1 % de los reportes, el 48% de estos fue por uso de plaguicidas [2]

Se estima que los plaguicidas causan anualmente alrededor de 70 mil intoxicaciones agudas y crónicas no mortales en trabajadores de países denominados “en vías de desarrollo”[6], y al ser Latinoamérica una región donde la mayoría de sus países se encuentran en esta condición, se han evidenciado afectaciones sobre la salud de trabajadores del sector agrícola, donde los principales agravantes son las condiciones laborales a los que se ven expuestos, en términos de horarios, exigencias laborales puntuales y la ausencia de elementos de protección personal. [7]

En comparación con otras industrias, la agricultura proporciona una cantidad significativa de puestos de trabajo en todo el mundo. Casi el 40% (450 millones) de los trabajadores están en el sector agrícola y representan más del 40% de la mano de obra agrícola total. En 2016, el 40 % de la población total de los países en desarrollo trabajaba en el sector agrícola o en actividades relacionadas con la agricultura, mientras que en los países desarrollados e industrializados solo lo hacía el 3 % de su población. Sin embargo, incluso en los países industrializados, este sector constituye una parte importante de la mano de obra total. [8]

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se clasifica como una revisión de alcance de la literatura, el cual toma para análisis más de 50 artículos de los cuales al aplicar los criterios de inclusión/exclusión, se redujo su número a 39 fuentes divididas en análisis de la caracterización, el mercado y la prevalencia de la intoxicación por plaguicidas. Las fuentes tomadas en cuenta durante el análisis corresponden a artículos elaborados entre los años 2010 a 2020. Los criterios de inclusión aplicados durante la búsqueda de información fueron los siguientes:

- Bases de datos disponibles en sistemas epidemiológicos de distintos países que componen la región de América Latina.
- Datos de organizaciones no gubernamentales donde se encuentre información relacionada al tema de investigación.
- Información de entidades gubernamentales que ejerzan control sobre la venta y uso de sustancias químicas en las diferentes naciones.
- Estudios reportados en diferentes bases de datos regionales (incluyendo repositorios de universidades) donde se encuentren resultados que respondan a las preguntas planteadas.

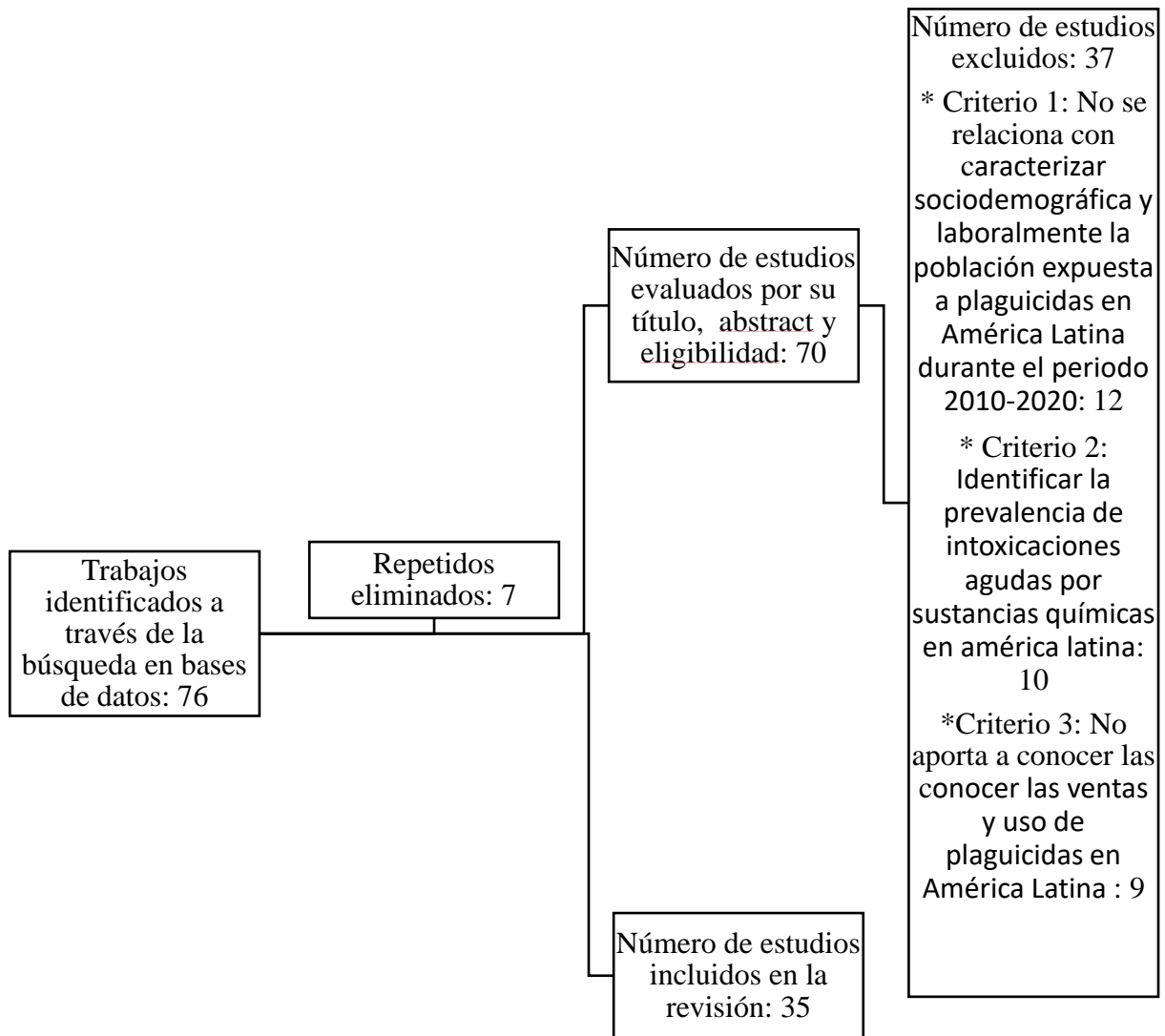
- Búsqueda en bases de datos científicas (Cochrane, NEJM, PubMed, Scielo).
- Búsqueda con términos MESH: Intoxications AND Pesticides AND Latin America; Pesticides AND Latin America; Poisoning AND “nombre de país” AND Pesticides OR Agrochemicals OR Hazardous Substances.
- Encontrarse dentro del periodo de publicación de los años 2010-2020.
- Delimitarse a los países que componen la región de América Latina

Las variables dependientes incluidas en la investigación y que se analizaron para seleccionar cada uno de los artículos fueron uso y venta de plaguicidas en los países, edad, sexo y tipo de exposición y como variable dependiente el número de intoxicaciones agudas por plaguicidas

Para el presente estudio se realizó un proceso de selección a través de la lectura de título y resumen y aplicación de criterios de elegibilidad. Aquellos que cumplieron los criterios de inclusión fueron organizados en una matriz diseñada en el programa Excel®, en la cual se consignaron tanto variables bibliométricas como conceptuales.

Posteriormente, se verificó la disponibilidad del material con disposición electrónica, definiendo si los artículos obtenidos tenían la relevancia con el objeto de la presente revisión. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la búsqueda de los artículos incluidos en la revisión:

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda de los artículos incluidos en la revisión



Consideraciones éticas:

Se considera el presente estudio como un estudio sin riesgo, cumpliendo los requisitos del apartado “A” del Artículo 11 de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, igualmente es necesario mencionar la declaración del Helsinki de la Asociación Médica Mundial en donde se explican los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en la cual, para revisiones de información, estas se clasifican como “sin riesgo” [9, 10]

RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo con cada uno de los objetivos específicos establecidos:

Caracterización sociodemográfica y laboral de la población expuesta a plaguicidas en América Latina durante el periodo 2010-2020

Para realizar la caracterización sociodemográfica se tomó como base los artículos como resultado de la revisión que estuviesen relacionados con la determinación de factores sociales y demográficos de la población expuesta a plaguicidas en Latinoamérica

De las investigaciones estudiadas se encuentra una de ellas realizada en Sonora, México, por Aldana-Madrid M.L et al en el 2018, cuyo objetivo era detectar y cuantificar residuos de pesticidas en algunos productos alimenticios y determinar su potencial mutagénico estimó que la contaminación por plaguicidas ocurre en un porcentaje mayor a 50 % en las personas que trabajan y habitan en localidades aledañas a los campos agrícolas (CA) y que un factor de riesgo asociado con la presencia de residuos de plaguicidas es la cercanía de la vivienda a dichos campos [11]

Ross J et al, en su estudio de revisión realizado en Irlanda en el año 2015 indican que aunque el uso de plaguicidas cerca de un lugar no significa que, necesariamente los individuos que lo habitan están expuestos, su frecuente aplicación y su persistencia química pueden aumentar la probabilidad de exposición y tener implicaciones en el deterioro de la salud a largo plazo [12]

Otro de los estudios que ayudan a determinar las características sociodemográficas de la población relacionada con plaguicidas, fue el realizado por Delia E, 2019) en Argentina [13]. En esta investigación la población estudiada estuvo compuesta por sujetos de sexo masculino, cuya edad promedio fue de 35,3 años (DE: 11,1); 4,7% menores de 21 años y 6% mayores de 55 años. Respecto de su nivel de instrucción, 9,3% no completó la escolaridad primaria, 31,7% alcanzó a completar la escolaridad primaria, el 59% restante ingresó a la escuela secundaria, de los cuales 20% dejó sin completar esta etapa. El análisis de la edad según niveles de instrucción puso en evidencia dos grupos. Los menos instruidos tuvieron alrededor de 40 años; fueron algo mayores quienes no completaron su escolaridad primaria respecto de quienes sí; mientras que quienes accedieron a la secundaria o alcanzaron niveles superiores, tuvieron una media de edad de 32 años (DE 9,7).

Lantieri M, y et al realizaron un estudio en Argentina, en el año 2008 cuyo objetivo fue “caracterizar la población de agroaplicadores de la provincia de Córdoba, Argentina y describir los factores condicionantes de la exposición y la adopción de medidas de protección por parte de ellos” e incluyeron 629 trabajadores de los cuales estuvieron casados o unidos de hecho 61,9% de los trabajadores, 34,5% fueron solteros, 3% separados o divorciados y 0,6% viudos. La mayoría de los entrevistados fueron argentinos (98,3%) y 1,3% bolivianos; 93% de ellos nació en la provincia de Córdoba, procedentes de 19 departamentos ampliamente distribuidos en el territorio provincial. Se trata de una población estable, ya que 67% de los trabajadores siempre vivió en su lugar de nacimiento [14]. Es de resaltar que el grado de protección alcanzado por los aplicadores mostró diferencias según su nivel de instrucción y su estado civil; a su vez se encontraron protegidos en mayor proporción los trabajadores con menor nivel de instrucción ($p<0,05$) y aquellos casados o unidos de hecho ($p<0,05$). [14]. La protección adecuada se ha asociado positivamente a la cantidad de hectáreas trabajadas ($p<0,01$) y al tipo de equipo de aplicación ($p<0,01$). Se asoció también a la modalidad en la indicación de uso de plaguicidas por parte de un profesional ingeniero agrónomo, en una receta firmada ($p<0,05$). Al considerar el período del año y las variaciones de temperatura, en los meses de mayor temperatura el valor de RR (riesgo relativo) de estar protegido total o parcialmente respecto de no estar protegido fue igual a 0,71, y de 0,80 en los meses de menores temperaturas. [14]

En el estudio llevado a cabo por González G, en el 2003 con el objetivo de caracterizar las exposiciones tóxicas en la república argentina; los factores relacionados con la exposición a plaguicidas fueron: insuficiente legislación y medios para cumplirla, deficiencias educacionales que generan escasa percepción de riesgos e incluso la falta de comprensión de las pautas de alerta de las etiquetas y el uso de productos prohibidos en países industrializados, la ingesta de agua de bebida y alimentos contaminados. La reiteración de las tendencias ya observadas para los años 2000 y 2001, señalan la importancia de los medicamentos (34%), productos del hogar (21%) y plaguicidas (13%) como los tres primeros agentes tóxicos involucrados en los casos de exposición/intoxicación. Le siguen en orden de frecuencia los productos industriales (6%), alimento/bebida (6%), contaminante ambiental (4%) y drogas de abuso (4%) [13]. Los agricultores viven en contextos donde confluyen cultivos de arroz, plaguicidas, vulnerabilidad social y falta de reconocimiento como trabajadores por parte del sistema de riesgos laborales. [15]

Varona, ME. e Idrovo, AJ en el 2016 con el objetivo de “Caracterizar la forma en que los agricultores se exponen a los plaguicidas y se presenta la intoxicación”, evidenciaron que los jornaleros-fumigadores, sujetos de estudio, trabajan de manera informal, con salario a destajo y sin ningún tipo de seguridad social; el rango de edad de estos trabajadores agrícolas fue de 16 a 75 años, con un promedio de 49,5 años; se destaca la presencia de 13 adultos mayores (2,67%) que aún hacen parte de la fuerza laboral en esta actividad económica a pesar de la mayor susceptibilidad a los efectos nocivos de los plaguicidas debido a la mayor edad. La distribución del género de los trabajadores que manipulan plaguicidas en el campo del Medio y Bajo Sinú, permite observar que las mujeres tienen una menor participación en las labores del campo que obedece a una razón estadística de 19:1, relación que indica la presencia laboral de una mujer por cada diecinueve hombres en la misma fuente de trabajo. Porcentaje que, aunque aparentemente es mínimo, reviste gran importancia en salud pública por las implicaciones y efectos adversos que tienen los tóxicos en la población femenina y en los productos gestacionales de éstas. [16] Los agricultores viven en contextos donde confluyen con cultivos, uso de plaguicidas, vulnerabilidad social y falta de reconocimiento como trabajadores por parte del sistema de riesgos laborales. [16]

En un estudio AIASSA, Delia E., et al en el año 2019 en Argentina en el cual participaron cincuenta y dos personas se identificó que 30 eran hombres aplicadores de plaguicidas y 22 eran mujeres que no participaban en aplicación de estos productos, las edades medias fueron $38,0 + 2,2$ años para el primer grupo y $34,1 \pm 2,3$ años para el segundo. Como resultado de la investigación, no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos sobre los hábitos de vida en general, y dieta en particular. Se concluyó que 60% de los aplicadores habían estado preparando y rociando las sustancias químicas durante 3 a 10 años, el 3% durante 11 a 20 años y el resto tuvo más de 20 años de exposición. [13]

Factores relacionados con la exposición a plaguicidas

En este estudio de AIASSA, Delia E., et al en el año 2019 en Argentina logró identificar que la determinación del nivel de exposición laboral a plaguicidas en zonas rurales presenta diversas dificultades, debido al uso irregular de éstos y a las variaciones en sus formas de uso. Las cifras oficiales indican que, en México, en el año 2013, el uso de insecticidas fue entre 31×10^3 a 37×10^3 toneladas de herbicidas [13] siendo los estados con mayor volumen de comercialización de agroquímicos: Michoacán, Jalisco, Veracruz, Sinaloa, Puebla, Guanajuato y Chiapas [13]. A su vez, AIASSA, Delia E., et al señalan que la exposición a plaguicidas en humanos puede ocurrir principalmente después de

la aplicación, así como a través del consumo de residuos en alimentos y agua. Hay evidencia en estudios experimentales de que numerosos plaguicidas, ya sea en forma aislada o en combinación, pueden producir efectos neurológicos, inmunotóxicos y carcinógenos. [13]

En el estudio realizado por Turnbull GJ, et al , en Londres en el año 1985 al igual que en el llevado a cabo por AIASSA, Delia E., et al en el año 2019 mostró que ninguno de los participantes incluidos en el estudio vestía ropa impermeable, lo que es una de las principales medidas para evitar el contacto con las sustancias debido a la baja penetración a través de ellos. En el lugar de trabajo, las vías de entrada más importantes para las sustancias químicas son la piel y la vía inhalatoria, por lo que el uso de los elementos de protección adecuados es requerido. Se reconoce una limitación en el reporte de eventos en el estudio llevado a cabo [17].

Las fallas en el uso correcto de las medidas de protección se deben principalmente a diferentes factores, entre ellos: poco o ningún conocimiento de legislación actual, falta de aplicación de la ley, desconocimiento de las principales vías de exposición al de riesgo, incapacidad para entender las etiquetas de advertencia debido a una mala educación y el uso de productos que están prohibidos en países industrializados de acuerdo al estudio realizado por Vitali, M., et al, Italia, 2009. [18]

De acuerdo al estudio realizado por Lantieri M et al en Argentina, en el año 2008, dentro de los factores considerados como posibles condicionantes de la exposición en un estudio realizado en 629 trabajadores se resalta que el 30% de estos vive a una distancia de 100 m o menos de la zona de cultivo más próxima y 49% de ellos están en un radio de 500 m. Por otra parte, 56,3% de ellos tienen una antigüedad en su tarea mayor a los 5 años. Más de la mitad de los sujetos trabajó una superficie anual aproximada de hasta 5000 ha en el último año. [14] También es importante mencionar que otro factor considerado como condicionante de la exposición es la combinación de elementos de protección mínimos necesarios para estar protegidos, es decir, ropa impermeable, careta y guantes químicamente resistentes, la cual sólo fue implementada de manera rutinaria por 11,6% de los trabajadores y 29% de ellos se mostraron sólo parcialmente protegidos. El 59,3%, no se encontró protegido [14]

Otro estudio realizado en Colombia por Amador C, et al en 2017 incluyó 362 operarios que se dedicaban de manera exclusiva a la fumigación, y a partir del análisis se identificó que 73% almacena los químicos y las bombas mecánicas en lugares oscuros y con poca ventilación (n=264); 6,7% utiliza los gallineros (n=24) y 13,1% (n=74) en las habitaciones dentro de la vivienda, lo que incrementa la probabilidad de contacto y de riesgo de accidentes con agroquímicos. Este estudio profundiza sobre las practicas del oficio en el uso de plaguicidas, porque el transporte es una de ellas y, en general este se realiza en un 67% en bicicleta (n=326), 12% en motocicleta (n=58) y 15% (n=73) en transporte “del patrón” al sitio de fumigación y al hombro 6% (n=29). Se destaca que 14,4% (n=70) realiza habitualmente prácticas de manejo seguras y 10,2% (n=50) utiliza Elementos de Protección Personal (EPP) coherentes con el riesgo de exposición. Entre las prácticas de alto riesgo, en respuesta a este desconocimiento está que 13,1% (n=64) de los sujetos de investigación reutiliza los recipientes de plaguicidas para transportar agua u otros líquidos para su consumo. Con relación a la disposición final de los envases, 87% (n=423) de éstos son dispuestos en el campo, a las orillas de los cultivos y 13% (n=63) en los basureros rurales sin que se realice ningún tipo de preparación de los envases para el descarte de estos, aumentando de forma inadvertida y permanente la contaminación progresiva de los suelos. [19]

En el estudio realizado por Vitali, M., et al, en Italia en el año 2009, se encontró que el 89,9% de los fumigadores (n=437) conocen que la etiqueta impresa en el envase del agroquímico informa sobre la

toxicidad de las sustancias y los mecanismos de descarte, sin embargo, no saben explicar las razones por las que se deben utilizar dichas medidas. También se pudo apreciar que los fumigadores informales entienden que el nivel de toxicidad I es el más leve o más inocuo y que el nivel IV es el más severo, siendo lo contrario desde el punto de vista toxicológico, condición que los predispone a mayor exposición con el consecuente riesgo para la salud. Por lo tanto, es posible afirmar que los operarios fumigadores incluidos en este estudio, desconocen en su mayoría los riesgos de los agroquímicos para su salud y para el medio. [18]

Prevalencia de intoxicaciones agudas por sustancias químicas en América Latina

En 2013, se reportaron 479 muertes ocupacionales dentro de la industria agrícola en EE. UU., es decir, una tasa de fatalidad de 22.2/100 000, que es significativamente más alta que la tasa de 3.2/100 000 reportada para todas las ocupaciones en el mismo país [17]. De alguna manera, las muertes ocupacionales en el sector agrícola en otros países son significativamente menores. Por ejemplo, en Canadá y Finlandia, las tasas de mortalidad para 2013 fueron 11,6/100 000 y 6,5/10 000, respectivamente. [20] [21].

Aunque en Colombia se han llevado a cabo estudios sobre los posibles efectos adversos del uso de plaguicidas para la salud, sobre todo en los agricultores, y para el medio ambiente [22], así como sobre la exposición y el uso de tales productos [23], se desconoce el comportamiento de la mortalidad por intoxicación con plaguicidas debido a que son escasas las investigaciones epidemiológicas sobre el tema. Los informes de la vigilancia epidemiológica entre el 2011 y el 2012 reportaron 305 muertes por intoxicaciones con plaguicidas, 68 % de ellas debidas a intoxicaciones con intencionalidad suicida y 7 de carácter ocupacional [24]. Durante el 2018 se presentaron 204 muertes por intoxicaciones, de estas, el 48,0% (98) de los casos fue por plaguicidas. [25]

Entre 1998 y 2011 en Colombia, se presentaron 4.835 muertes relacionadas con intoxicaciones por plaguicidas, para un promedio anual de 345 muertes. La causa de la muerte se determina mediante necropsia en el 79,4 % de los casos, por información de la historia clínica en el 12,5 % de los casos, y a través del interrogatorio de los familiares o testigos en el 5,4 % de ellos. Al considerar las áreas de las muertes, en el área urbana, la necropsia se empleó en el 79,5 % de las defunciones y la información de la historia clínica en el 15,4 %, y en el área rural, la necropsia se obtuvo en el 79,3 % de las muertes, la información de la historia clínica en el 6,1 % y el interrogatorio a los familiares o testigos en el 11,2 %. El 59,8 % (2.891) de las defunciones relacionadas con intoxicaciones por plaguicidas ocurrieron en hombres. El promedio de edad fue de 41, mujeres. La relación entre hombres y mujeres fue de 1,5:1. El 83,6 % (4.042) de las muertes se debió a intoxicación autoinfligida intencionalmente, el 11,4 % (553), a intoxicación de intención no determinada, el 4,6 % (224), a intoxicación accidental, y el 0,3 % (16), agresiones con plaguicidas. [24]

La tasa cruda de mortalidad anual promedio para todas las intoxicaciones por plaguicidas durante el periodo de estudio fue de 0,81 muertes por 100.000 (0,98 para hombres y 0,64 para mujeres). Para la intoxicación autoinfligida intencionalmente, la tasa fue de 0,68; para intoxicación accidental, de 0,04; para agresión con plaguicidas, de 0,003, y para intoxicación de intención no determinada, de 0,09. [24]. La tasa de mortalidad anual promedio ajustada por edad para todas las intoxicaciones con plaguicidas durante el periodo, fue de 2,38 por 100.000 (2,86 para hombres y 1,91 para mujeres). De 1998 a 2011, la tasa de mortalidad ajustada por edad para todas las intoxicaciones con plaguicidas presentó una disminución total de 2,1 % en la población general.

El análisis de las tasas de mortalidad debida a intoxicación con plaguicidas ajustadas por edad a nivel municipal, surgieron de que las causas por intoxicación accidental y agresión tuvieron una significativa con el índice de ruralidad en los municipios menos rurales. Durante los 14 años de estudio, las tasas de mortalidad ajustadas por edad en los municipios variaron entre 0,06 y 13,55 muertes por 100.000. En los municipios más rurales se encontraron las tasas de mortalidad más altas. [26]

Barrón Cuenca J, et al por medio de un estudio del instituto de medicina ambiental de Suecia, recopilaron información de que entre 2010 y 2015, ocurrieron en Brasil más de 600.000 intoxicaciones por plaguicidas y 2.074 muertes¹², pero los casos están muy por debajo de lo reportado por los sistemas nacionales de información. Se estima que por cada caso registrado hay 50 sin registrar [27]

Venta y uso de plaguicidas en América Latina

América del Sur es una importante región agrícola mundial. Debido a que la región cuenta con una variedad de paisajes y climas existe una gran diversidad de sistemas de cultivo. Los mayores productos internos brutos (PIB) agrícolas pertenecen a Brasil, Argentina y Colombia, y en países como Uruguay, la mayoría de los ingresos por exportaciones provienen de la agricultura. [28]

Colombia se encuentra también entre los países con mayor uso de plaguicidas en tierra cultivable y cultivos permanentes, donde en promedio se utilizan más de 10 toneladas de sustancias plaguicidas por cada 1.000 hectáreas de tierra; otros países de América Latina que entran en esta métrica son Costa Rica, El Salvador, Ecuador y Chile. [29]

Durante el 2016, en el territorio colombiano se reportaron ventas por más de 17 mil toneladas y 57 millones de litros de plaguicidas, siendo los fungicidas, herbicidas e insecticidas los productos más comercializados, en ese orden de participación en ventas [30]. En cuanto a principios activos, se reportó una predominancia de oxiclورو de cobre, mancozeb, difenoconazol, cipermetrina y la combinación de estas con otras sustancias; dicha prevalencia seguía vigente para el año 2020, de acuerdo al Instituto Colombiano Agropecuario. [31]

Adicionalmente, Colombia exporta más de 8 mil toneladas y 35 mil litros de plaguicidas al año [31], siendo sus exportaciones mayores que sus importaciones, tendencia que se ha mantenido desde principios de la década. Desde el 2011, junto a Colombia, naciones como Argentina, Ecuador, Perú y Chile se encuentran en la lista de los países con el mayor uso de insecticidas y herbicidas a nivel mundial. [29]

En la agroindustria chilena respecto del uso de fitosanitarios, [32] el registro de venta de plaguicidas indica que en el año 2012 se comercializaron cerca de 40 toneladas, de las que el 47% corresponden a fungicidas y bactericidas, el 21% a herbicidas, el 19 % a insecticidas y el 13% restante a grupos otros químicos [33].

En México, la utilización de plaguicidas es una práctica frecuente, la cantidad real de plaguicidas que se aplican en los cultivos no se conoce con certeza. A partir de un informe emitido por la autoridad ambiental mexicana se logra determinar el consumo aparente de plaguicidas en el país, dicho valor se calcula con base a la producción, sumando la importación y restando la exportación, para este último rubro se utilizaron datos desde 1992 hasta el 2007. De acuerdo con lo anterior, el promedio anual de consumo en México de plaguicidas se encuentra en poco más de 35 mil toneladas. Dicho valor es corroborado con datos estadísticos del 2009 de la FAO, en donde México alcanzó el valor más alto de

consumo anual a nivel mundial para el periodo comprendido entre 1994 a 2008. Igualmente se indica que para el año 2005 se emplearon 36.3 mil toneladas en México, seguido por Japón, India y Turquía con 23.4, 14.8 y 11.4 mil toneladas, respectivamente [34].

En el periodo comprendido entre 1990-2018, el consumo mundial de plaguicidas creció en 79 por ciento, al pasar de 2.3 a 4.1 millones de toneladas; el subgrupo de herbicidas mostró el mayor incremento, 106 por ciento, mientras que el de los fungicidas registraron 35 por ciento, y el de insecticidas se mantuvo prácticamente estancado con un modesto crecimiento de 1 por ciento. [34, 35]

En un estudio realizado por Ortega LD, en México en el año 2019 en ese país donde se analizaron las prácticas de los agricultores se indicó que, para manejar las especies de insectos chupadores, usaban principalmente insecticidas neonicotinoides, [36]. La frecuencia de aplicaciones semanales aquí obtenida representaría de 23 a 34 toneladas en un ciclo de cultivo (60-90 días).

Brasil, al ser uno de los mayores productores y exportadores de productos agrícolas del mundo, es a su vez, el país con el mayor consumo de plaguicidas. Solo en 2015, se rociaron en Brasil aproximadamente 899 millones de litros de plaguicidas en los 21 tipos de cultivo, principalmente de soya, maíz y caña de azúcar; de los cuales los 5 principios activos más utilizados fueron glifosato (herbicida), clorpirifos (insecticida), 2.4-D (herbicida), atrazina (herbicida) y aceite mineral (coadyuvante). [37]

En la siguiente tabla se muestran los estudios más representativos de esta revisión:

Tabla 1 Información recopilada de los artículos

La información recopilada aparece en la siguiente tabla:

Autores	País	Tipo de Estudio	Tamaño de Muestra	Objetivo	Características población/región	Resultados teniendo en cuenta las diferentes variables de la revisión
Ramírez-Mora, E., Pérez-Vázquez, A., Landeros-Sánchez, C., Martínez-Dávila, J. P., Villanueva-Jiménez, J. A., Lagunés Espinoza, L. C	México	Experimental	147 personas	Caracterizar la exposición laboral a plaguicidas entre productores cañeros y aplicadores y analizar la relación con la presencia o ausencia de síntomas de salud asociados a la exposición aguda en el Distrito de Riego 035, La Antigua Veracruz, ubicado en la región centro de Golfo de México	74 productores, 35 productores-aplicadores y 38 aplicadores, seleccionados mediante la técnica de “bola de nieve”	El grado de escolaridad tiene una relación estrecha y directa con el uso correcto de los plaguicidas. Los productores presentan una tendencia a hacer sus escalas propias de dosificación, debido a su baja capacitación en el uso adecuado de plaguicidas y de su poco conocimiento de los riesgos a su salud y al ambiente. Las personas de mayor riesgo de exposición laboral son aquellos que se dedican exclusivamente a la aplicación de plaguicidas no tienen capacitación en el manejo y aplicación de plaguicidas, y a un uso mínimo e incompleto de prendas de protección, las cuales se reutilizan sin ser lavadas previamente

Autores	País	Tipo de Estudio	Tamaño de Muestra	Objetivo	Características población/región	Resultados teniendo en cuenta las diferentes variables de la revisión
Aldo Ferreira	Brasil	Estudio transversal, de carácter exploratorio, descriptivo y cuantitativo	27 plaguicidas	Evaluar la correlación entre la tendencia observada de malformaciones congénitas el volumen de plaguicidas con perspectivas de disrupción endocrina en Brasil, entre 1994 y 2014	Plaguicidas	Se evidencia que la exposición ambiental de la población de los estados seleccionados ha aumentado a lo largo del tiempo. Los datos presentados corroboran la influencia de la presencia de plaguicidas en los resultados analizados. Es importante resaltar que pocos estudios analizan la incidencia de MC y exposición a plaguicidas específicos. debido a que la población está sujeta a múltiples productos químicos a través de diferentes vías de contaminación y absorción.
Delia E. Aiassa1 & Fernando J. Mañas1,2 & Natalia E. Gentile1 & Beatriz Bosch1 & María C. Salinero1 & Nora B. M. Gorla3	Argentina	Estudio descriptivo correlacional	20 personas	Determinar si la exposición ocupacional a agroquímicos desencadena efectos genotóxicos	Personas cuyo lugar de residencia son áreas expuestas a agroquímicos (≥ 1000 m), sin ningún contacto con plaguicidas usados en agricultura, edades entre 18–65 años, y hábitos de estilo de vida similares a las personas expuestas.	Este trabajo muestra que existen efectos genotóxicos asociados a la exposición por un uso intensivo de plaguicidas y refuerza la necesidad de desarrollar programas educativos para aplicadores, destinados a minimizar el uso de productos químicos en la agricultura e implementar estrictas medidas de seguridad.
Marcela E. Varona, Sonia M. Díaz, Leonardo Briceño, Clara I. Sánchez Infante, Carlos H. Torres	Colombia	Un estudio multimétodo con etnografía	387 agricultores	Caracterizó la forma en que los agricultores se exponen a los plaguicidas y se presenta la intoxicación, haciendo énfasis en	Agricultores	Hay razones socioculturales que enmarcan estas prácticas y que deben ser apropiadamente abordadas para lograr prevenir las intoxicaciones. Desde el punto de vista teórico-metodológico es importante señalar que deliberadamente se decidió no adoptar una aproximación específica a priori;

Autores	País	Tipo de Estudio	Tamaño de Muestra	Objetivo	Características población/región	Resultados teniendo en cuenta las diferentes variables de la revisión
, Ruth M. Palma , Helena Groot y Álvaro J. Idrovo				los determinantes sociales, por medio de una aproximación cuali-cuantitativa y multinivel.		más bien, se optó por tener una aproximación pragmática dirigida a dar respuesta al problema de interés.
Lantieri, M.J.; R. Meyer Paz, M. Butinof, R.A. Fernández, M.I. Stimolo y M.P. Día	Argentina	Estudio con base poblacional, de corte transversa	629 trabajadores	Caracterizar la población de agro aplicadores de la provincia de Córdoba, Argentina y describir los factores condicionantes de la exposición y la adopción de medidas de protección	Agricultores expuestos a plaguicidas	La población estudiada está compuesta por sujetos jóvenes y se observa una baja proporción de individuos mayores a 55 años (6%), lo cual puede indicar un alejamiento progresivo de la profesión a partir de probables efectos deletéreos sobre su salud. El nivel de instrucción alcanzado es importante condicionante respecto a la evaluación de riesgo probable porque aporta a la caracterización de esta población, ya que 9,3% de ésta no completó la escolaridad primaria.
Concepción E. Amador1*, José M. Luna2 , Elsy C. Puello3	Colombia	Estudio descriptivo transversal	486 trabajadores	Identificar las prácticas y los conocimientos sobre manejo de agroquímicos que tienen los fumigadores de cultivos modales del Sinú Medio y Bajo del departamento de Córdoba.	Trabajadores agricultores	Las prácticas agrícolas relacionadas con agroquímicos, se realizan en contextos de desconocimiento sobre riesgos químicos, como manejo seguro de plaguicidas, formas de eliminación e importancia del uso de EPP. Así mismo, se efectúan en condiciones de desprotección laboral con potenciales de daño a la salud humana y ambiental, situación que se magnifica con la utilización persistente de compuestos no permitidos en Colombia.

Autores	País	Tipo de Estudio	Tamaño de Muestra	Objetivo	Características población/región	Resultados teniendo en cuenta las diferentes variables de la revisión
Camila Piccoli, Cleber Cremonese, Rosalina Koifman, Sérgio Koifman, Carmen Freire	Brasil	Encuesta Dirigida	220 individuos	Asociación de exposición a organoclorados (OC) y a plaguicidas no persistentes con parámetros hematológicos en una población agrícola en el sur de Brasil	Personas relacionadas con la agricultura	Los hallazgos pueden sugerir que la exposición crónica a plaguicidas OC y ciertos plaguicidas no persistentes podrían provocar cambios en el número de linfocitos, mientras que los niveles detectables de varios OC en el suero se asociaron con una reducción en el número de glóbulos blancos. Aunque cauteloso se justifica la interpretación a la luz de posibles variables confusoras
German Franchini, Marcelo Blanco, Mariana Butinof y Ricardo Fernández	Argentina	Estudio Transversal	101 sujetos	Explorar el entorno sociodemográfico, productivo y laboral características de los trabajadores del cinturón verde de la ciudad de Córdoba con el fin de identificar grupos vulnerables a la exposición ocupacional a plaguicidas y determinar los factores asociados a la ocurrencia de accidentes con plaguicidas en esta población.	Trabajadores en horticultura	Las tendencias en tecnología parecen ser asimiladas en su mayoría por la población más joven que tiene un nivel de educación más alto que la población de mayor edad y utilizan más tecnología disponible en el mercado. Un estudio dividió la provincia de Córdoba en áreas agroecológicas y encontró que la zona noroeste, con un reciente auge tecnológico, tuvo un mayor porcentaje de edad de sujetos jóvenes con mayores niveles de uso de EPI El subgrupo de los que han estado trabajando más de 20 años en la horticultura, según hallazgos de otros estudios, mantiene hábitos y tradiciones heredados de sus familias.

Autores	País	Tipo de Estudio	Tamaño de Muestra	Objetivo	Características población/región	Resultados teniendo en cuenta las diferentes variables de la revisión
María Isabel Silveira-Gramont, María Lourdes Aldana-Madrid, Julián Piri-santana, Ana Isabel Valenzuela-Quintanar, Graciela Jasa-Silveira y Guillermo Rodríguez-Olibarria	México	Marco metodológico de referencia	310 localidades en promedio con 100 habitantes cada uno.	Proponer una metodología para planear iniciativas que minimicen la exposición potencial a plaguicidas en comunidades que habitan cerca de campos de cultivo, muchas de las cuales se han construido sobre tierras agrícolas cultivadas en el pasado.	Cultivos, superficies sembradas y plagas que presentan dichos cultivos y plaguicidas empleados.	Los insecticidas organofosforados, herbicidas y algunos fungicidas son los que se aplicaron en mayor cantidad y con mayor frecuencia. La mayoría de ellos son de mediana a alta persistencia, están clasificados como mediana a extremadamente tóxicos para la salud y están restringidos y/o prohibidos en otros países. Este estudio no mide la exposición a plaguicidas, por lo que sus resultados no predicen posibles impactos en la salud.
Jessika Barrón Cuenca, Noemí Tirado, Josué Barral, Imran Alía, Michael Levi, Ulla Stenius, Marika Berglunda, Kristian Dreija	Bolivia	Estudio Transversal	297 personas	Investigar la correlación entre la exposición a plaguicidas y el daño genotóxico en una población agrícola boliviana.	No se especifica	Para ciertos plaguicidas, había una fuerte correlación positiva entre los altos niveles de exposición y el daño genotóxico. Especialmente para el herbicida 2,4-D, que ha sido clasificado como posible carcinógeno para los humanos por la IARC.. Se evidenció que una exposición conjunta a altos niveles de una mezcla de plaguicidas podría influir aún más en el nivel de riesgo, siendo algunos los impulsores más fuertes de la genotoxicidad.

Discusión

En la región, se encontró gran variedad de factores a tener en cuenta para poder entender la dinámica de las intoxicaciones por plaguicidas y el uso de estos. Resulta importante resaltar la escolaridad y recursos monetarios con los que cuentan los trabajadores y personas que manipulan este tipo de productos químicos. [1, 2, 3, 4]

En todos los tipos de exposiciones, las edades principales se encuentran en adultos entre 30 a 60 años donde el 50% de todos los estudios revisados, con porcentaje similar en población que no completó estudios secundarios. Esto se relaciona a condiciones como bajo conocimiento sobre los productos que usan y los riesgos que representan, cómo deben ser manipulados, almacenados, entre otros. Los estudios también determinaron que la participación de la mujer es mucho menor que la de los hombres, en la mayoría, solo se tomó en cuenta los trabajadores de sexo masculino; la mención de la mujer es escasa, menor al 10% de los estudios y fuentes de consulta utilizada. [11, 12, 13, 14, 22, 23, 24, 27]

Los niveles de escolaridad baja, también permite responder el hecho de que, aunque los productos cuenten con etiquetas de seguridad, estas sean ignoradas o su significado no sea comprendido por todos los que los manipulan. Esto también sumado a la falta de conocimiento sobre la importancia del uso de elementos de protección personal necesarios para evitar exposición laboral. Otros factores que se suman son la cercanía de las viviendas a los sitios en donde se hace uso de plaguicidas, entre más cercanos se encuentran, mayor cantidad de intoxicaciones, de carácter accidental, debido a la mala manipulación de estos, incorrecto almacenamiento, y desecho; además, también se pueden presentar intoxicaciones de forma accidental debido a la bioacumulación en los productos que consumen las familias. [11, 12, 13, 14, 22, 23, 24, 27]

Si bien se resalta en datos estadísticos de algunas de las fuentes que la intoxicación intencional autoinfligida es la principal causa de morbi – mortalidad con alrededor de 70%, el reporte incorrecto de datos genera subestimación de la exposición laboral y accidental en las áreas rurales, donde la principal actividad es agrícola, en la cual la exposición es a diario debido a la vulnerabilidad de las poblaciones, imposibilidad de acceder a servicios médicos, limitaciones en el diagnóstico y tratamiento oportuno, e incluso la no realización de investigación de las causas de muerte en todos los casos.[29, 30, 31, 32, 33]

La tendencia del uso, comercialización y producción de plaguicidas en la región se haya en aumento, por los requerimientos para generar cultivos que puedan suplir a poblaciones crecientes en todos los países. Con decenas de miles de toneladas, se puede evidenciar la importancia del sector en el comercio de la región. Prueba de esto es que el gigante latinoamericano Brasil, hizo uso en el 2015 de 899 millones de litros de plaguicidas, con el primer lugar ocupado por el glifosato. [29, 30, 31, 32, 33]

En consecuencia, la situación encontrada entre los fumigadores de plaguicidas en los cultivos modales no sólo en Colombia, sino a lo largo de América Latina, demuestra que el uso de manera cotidiana es fragmentado e impreciso; no adquirido de manera formal, ni por parte de los agrónomos encargados

de la asistencia técnica de los cultivos, sino que este conocimiento fragmentado es producto tanto de la tradición oral como de la experiencia personal y ajena y, por tanto, no constituye una forma adecuada y correcta de llevar a cabo el proceso encontrando dificultades que se ven representadas en el detrimento de la salud de los trabajadores, disminuyendo sus capacidades físicas lo que podría derivar en una incapacidad permanente para ejercer ese o cualquier otro oficio en el que requiera trabajar. [29, 30, 31, 32, 33]

Conclusiones

Existe un fragmentado conocimiento sobre el impacto del uso de plaguicidas en la región, la heterogeneidad en legislaciones, poblaciones, tipo de cultivos, climas, entre otros, hacen una tarea difícil conocer la magnitud del problema social y de morbi - mortalidad asociada. En general se puede evidenciar que, entre menores oportunidades para acceder a elementos básicos como educación primaria y secundaria completa, información sobre el correcto uso de EPP y manipulación adecuada de los distintos productos, atención sanitaria oportuna y, oportunidad de diagnóstico y tratamiento de forma temprana, se encuentran mayores exposiciones accidentales y laborales en las fuentes citadas.

Faltan investigaciones en el terreno donde hay exposición laboral y accidental frecuente a plaguicidas, principalmente en el sector agrícola, para entender el impacto del uso de plaguicidas sobre la salud de las poblaciones. También el fácil acceso a plaguicidas de manera informal, legislaciones que no regulan/controlan de forma efectiva la distribución y acceso a estos, sin medidas para mitigar la exposición y subsecuentes intoxicaciones, aumenta el riesgo de intoxicación laboral y accidental, pero también facilita el acceso con fines de daño autoinfligido, que sigue siendo la principal causa de morbi – mortalidad registrada.

Debe extenderse el estudio del rol de las mujeres en la intoxicación con plaguicidas en las zonas donde se encuentre mayor exposición para poder disminuir el subregistro de las consecuencias que estos tienen sobre su salud, mortalidad, morbilidad y poder generar políticas públicas en la región que permitan mitigar la cantidad de intoxicaciones por plaguicidas.

La mayoría de los plaguicidas encontrados en los estudios son de mediana a alta persistencia, están clasificados como mediana a extremadamente tóxicos para la salud y están restringidos y/o prohibidos en otros países. Para poder evidenciar posibles impactos en la salud, se requiere información adicional del metabolismo, transporte y vías de exposición de los compuestos estudiados, lo cual no era objeto de la presente revisión. Sin embargo los presentes resultados pueden ayudar en la planeación de estudios de riesgo con biomonitoreo de plaguicidas en poblaciones humanas y en matrices ambientales, así como en el diseño de programas preventivos de salud.

Recomendaciones

Es muy importante realizar acciones tendientes a disminuir el subregistro de eventos de intoxicación por plaguicidas por parte de las autoridades regionales, nacionales y locales; quienes también deben capacitar a las distintas poblaciones sobre la correcta manipulación, distribución y almacenamiento de los plaguicidas

El esfuerzo de organismos internacionales la región para estandarizar el uso de plaguicidas, , generar mecanismos de regulación y formalización en la cadena de producción comercialización y uso de plaguicidas, permitirá disminuir la exposición a los de mayor toxicidad para la salud.

Se debe investigar en mayor medida en los estudios el rol de la mujer respecto a la exposición a plaguicidas, al uso y manejo de estas sustancias para prevenir eventos que son pasados por alto en las fuentes citadas, lo que a su vez puede contribuir en la disminución de las brechas sociales, lo que se suma al acceso a un régimen educativo y de salud para la prevención y tratamiento oportuno de intoxicación por plaguicidas.

Entrenar a los equipos de salud y dotar a estos de métodos y tecnologías para el diagnóstico y tratamiento oportuno, para así disminuir el subregistro existente respecto a las intoxicaciones a plaguicidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comportamiento de la vigilancia de intoxicaciones por sustancias. Boletín epidemiológico semanal - semana epidemiológica 52 de 2019. Instituto nacional de salud - colombia. Febrero 2020, pp2. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_6.pdf
2. Sala de situación de Salud. Vigilancia Epidemiológica del riesgo de exposición e intoxicación por plaguicidas - Semana epidemiológica (SE) N° 31- 2019. Centro nacional de epidemiología, prevención y control de enfermedades. Ministerio de salud del Perú. 3 de agosto de 2019. Disponible: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE29/plaguicidas.pdf>
3. Mise Y, Ferrite S, Sousa V, Rosado J, Freire K, et al. A. Epidemiologia da saúde do trabalhador no brasil. Universidade federal da bahia. Ministério da saúde. 2020, pp 324. Disponible en: https://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/epidemiologia_saude_trabalhador_brasil.pdf
4. Cohecha A, Niño S, De-arco O. Efectos en la salud de los agricultores latinoamericanos expuestos a plaguicidas: una revisión sistemática 1991 – 2018. Departamento de salud de colectivos - Universidad nacional de colombia. Rev. Toxicol Vol 38, pp 22 - 28
5. Ross J., Driver J.H., Lunchick C. y O'Mahony C. (2015). Models for estimating human exposure to pesticides. *Outlooks on Pest Management* 26 (1), 33-37. DOI: 10.1564/v26_feb_09
6. Gallo Ó, Hawkins D, Luna-García JE, Torres-Tovar M. Trabajo decente y saludable en la agroindustria en América Latina. Revisión sistemática resumida. *Fac.Rev. Nac. Salud Publica*. 2018;37(2):7-21. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v37n2a03
7. Scopinho RA, Eid F, Vian CE de F, et al. Novas tecnologias e saúde do trabalhador: a mecanização do corte da cana-de-açúcar.
8. Molina-Guzmán LP, Ríos-Osorio LA. Occupational health and safety in agriculture. A systematic review. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb* [Internet]. 2020;68(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.76519>
9. Declaración de helsinki de la am – principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Asociación médica mundial. 21 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
10. Ministerio de Salud de Colombia. Artículo 11. Resolución 8430 de 1993. Bogotá, 11 de octubre de 1993. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
11. Aldana-Madrid M.L., Valdez-Hurtado S., Vargas-Valdez N.D., Salazar-López N.J. Silveira-Gramont M.I., Loarca-Piña F.G., Rodríguez-Olivarría G., Wong-Corral F.J., Borboa-Flores J. y Burgos-Hernández A. (2018). Insecticide residues in stored grains in Sonora, Mexico: quantification and toxicity testing. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*. 80 (2), 93-96. DOI: 10.1007/s00128-007-9302-8
12. Ross J., Driver J.H., Lunchick C. y O'Mahony C. (2015). Models for estimating human exposure to pesticides. *Outlooks on Pest Management* 26 (1), 33-37. DOI: 10.1564/v26_feb_09
13. AIASSA, Delia E., et al. Evaluation of genetic damage in pesticides applicators from the province of Córdoba, Argentina. En: *Environmental Science and Pollution Research* [en línea]. 21, mayo, 2019. vol. 26, no. 20 [consultado el 26, septiembre, 2022], p. 20981-20988. Disponible en Internet: <<https://doi.org/10.1007/s11356-019-05344-2>>. ISSN 1614-7499.
14. Lantieri M, Meyer Paz R, Butinof M, Fernández R, Stimolo M, Díaz M. Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. *AgriS* [Internet]. 31 de diciembre de 2009 [citado 26 de septiembre de 2022];26(2):43-54. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/2753>

15. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, 2002. III Informe Estadístico de Exposiciones a Tóxicos Registradas por los CIATT's (Centro de Información, Asesoramiento y Asistencia Toxicológica) de la República Argentina. 44 pp. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/redartox/documentos/Reporte2002.pdf>. Consultado el 10/9/2008
16. Varona, ME. e Idrovo, AJ. Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia. En: *Revista de Salud Pública* [en línea]. 7, octubre, 2016. vol. 18, no. 4 [consultado el 26, septiembre, 2022], p. 617. Disponible en Internet: <<https://doi.org/10.15446/rsap.v18n4.52617>>. ISSN 0124-0064.
17. Turnbull, G.J., Sanderson D.M. and S.J. Crome, 1985. Exposure to pesticides during application. In: Turnbull GJ, editor. *Occupational hazards of pesticide use*, London: Taylor & Francis. pp 35-49.
18. Vitali, M., C. Protano, A. Del Monte, F. Ensabella and M. Guidotti, 2009. Operative Modalities and Exposure to Pesticides During Open Field Treatments Among a Group of Agricultural Subcontractors. *Arch Environ Contam Toxicol* 57(1):193-202.
19. Amador C, Luna Rondón JM, Puello Alcocer EC. Prácticas empleadas por fumigadores de plaguicidas del medio y bajo Sinú departamento de Córdoba. *Temas Agrarios* [Internet]. 17 de mayo de 2017 [citado 26 de septiembre de 2022];22(1):29-40. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/913>
20. Waggoner JK, Kullman GJ, Henneberger PK, Umbach DM, Blair A, Alavanja MCR, et al. Mortalidad en el estudio de sanidad agropecuaria, 1993-2007. *Am J Epidemiol.* 2011;173(1):71-83. <https://doi.org/bpxsh7>.
21. Hämäläinen P, Takala J, Saarela KL. Estimaciones mundiales de enfermedades mortales relacionadas con el trabajo. *Soy J Ind Med.* 2007;50(1):28-41. <https://doi.org/c6kvk5>.
22. Varona M, Díaz S, Palma M, Sánchez C, Groot H, Briceño L. concentración de residuos de plaguicidas organofosforados y carbamatos y dano en el ADN en cultivador del cultivo de arroz. *Revista de la Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo.* 2013; 16:8-17.
23. Idrovo A. Plaguicidas usados en la fumigación de cultivos ilícitos y salud humana: ¿una cuestión de ciencia o política? *Rev Salud Pública.* 2004; 6:199-211. <http://dx.doi.org/10.1590/S0124-00642004000200006>
24. Chaparro-Narváez P, Castañeda-Orjuela C. Mortalidad debida a intoxicación por plaguicidas en Colombia entre 1998 y 2011. *Biomédica* [Internet]. 2015;35(0). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2472>
25. VIGILANCIA Y ANÁLISIS DEL RIESGO EN SALUD PÚBLICA Instituto nacional de salud. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTOXICACIONES_2018.pdf
26. Muñoz Quezada MT, Lucero Mondaca BA, Iglesias Álamos VP, Muñoz MP, Antini Irribarra C, Lucero N. Plaguicidas organofosforados y cáncer en Latinoamérica: Evidencia para una discusión bioética. *UC Maule* [Internet]. 2018;(53):93-112. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29035/ucmaule.53.93>
27. Barrón Cuenca J, Tirado N, Barral J, Ali I, Levi M, Stenius U, et al. Increased levels of genotoxic damage in a Bolivian agricultural population exposed to mixtures of pesticides. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019;695(133942):133942. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133942>
28. Camargo ER, Zapiola ML, Avila LA, Garcia MA, Plaza G, Gazziero D, Hoyos V (2020) Current situation regarding herbicide regulation and public perception in South America. *Weed Sci.* 68: 232-239. doi: 10.1017/wsc.2020.14
29. Sánchez D, Lis-Gutiérrez JP, Campo J, Herrera JP. Estudio sobre plaguicidas en Colombia. *Estudios económicos sectoriales.* Superintendencia de industria y comercio. No7. 2013

30. Instituto colombiano agropecuario. Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola 2016. Colombia 2016
31. Instituto colombiano agropecuario. Registros de venta de plaguicidas químicos de uso agrícola vigentes. Colombia. 30 de septiembre de 2020
32. Zúñiga-Venegas L, Saracini C, Pancetti F, Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Foerster C, et al. Exposición a plaguicidas en Chile y salud poblacional: urgencia para la toma de decisiones. *Gac Sanit* [Internet]. 2021;35(5):480–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.04.020>
33. HUNDIMIENTO. Servicio Agrícola y Ganadero. Informe de venta de plaguicidas de uso agrícola en Chile. División Protección Agrícola y Forestal. Sección Inocuidad. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 2012: 113. (Consultado el 28/3/2019). Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/declaracion de venta de plaguicidas año 2012.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/declaracion%20de%20venta%20de%20plaguicidas%20año%202012.pdf).
34. Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., & Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), e1276
35. Ortiz, I.; Ávila, M; Torres LG. Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal* Vol. 5 No. 1 p. 26-46. DOI 10.7603/s40682-014-0003-9
36. Ortega LD. Pesticides, Health and environment impact in Sinaloa. *TraHs Números especiales N°4* | 2019: Políticas públicas: desafíos nos contextos atuais. [45<http://www.unilim.fr/trahs> - ISSN: 2557-0633
37. Pignati A, Neri de Souza F, Sommerfeld S, Montanari M, Rogério J, Costa L, et al. Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance. DOI: 10.1590/1413-812320172210.17742017. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/csc/a/grnnBRDjmtcBhm6CLprOvN/?lang=en&format=pdf>