

Efectos cardiovasculares de la exposición ocupacional a pesticidas

Cardiovascular effects of occupational exposure to pesticides

Adriana Ávila-Camargo ^a, Antony Barreiro-Zambrano ^b,
Diana Sánchez-Calderón ^c, Luis Ignacio López-Michelena ^d

- a. Médica. Universidad El Bosque. Bogotá-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7226-7714>
- b. Médica. Universidad El Bosque. Bogotá-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-6349>
- c. Médica. Magíster en Administración en Salud. Universidad El Bosque. Bogotá-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5148-520X>
- d. Médico. Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad El Bosque. Bogotá-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4114-9605>

DOI: [10.22517/25395203.25444](https://doi.org/10.22517/25395203.25444)

Resumen

Los trabajadores agrícolas se exponen frecuentemente a los pesticidas, los cuales pueden afectar el sistema cardiovascular. El objetivo de la investigación fue revisar la asociación entre la exposición ocupacional a pesticidas, el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y los biomarcadores utilizados en la vigilancia de la salud de los trabajadores. Para ello se realizó una revisión no sistemática de la literatura en tres bases de datos: Pubmed, Embase y Scopus, con ecuaciones de búsqueda elaboradas con los términos “agrochemicals”, “myocardial infarction”, “occupational exposure” y “farmers”, y se incluyeron artículos publicados entre 2007 y 2022. Se encontró que los pesticidas causan elevación de las cifras de presión arterial en trabajadores expuestos y en mujeres embarazadas se relaciona con hipertensión gestacional y preeclampsia. Respecto al infarto agudo de miocardio (IAM), el contacto con los pesticidas clorpirifós, coumafós, carbofurano, pendimetalina, trifluralina y acilalanina aumentan el riesgo de IAM en mujeres, y entre los trabajadores masculinos la exposición a dibromuro de etileno, maneb/mancozeb y dimetil-ditiocarbamato de zinc se asoció con mayor mortalidad. La vigilancia epidemiológica se realiza principalmente con la medición de la actividad de la acetilcolinesterasa eritrocitaria (AChE). Se puede concluir que la exposición a pesticidas puede desencadenar enfermedades cardiovasculares.

lares agudas y crónicas, como elevación de las cifras de presión arterial, IAM fatal y no fatal. Los pesticidas dimetil ditiocarbamato de zinc, clorpirifós, coumafós, carbofurano, paratión y malatión son las sustancias que tienen mayor relación con el desarrollo de enfermedad cardiovascular.

Palabras clave: pesticida, enfermedades cardiovasculares, infarto de miocardio, exposición ocupacional, medicina ocupacional.

Abstract

Farmworkers are frequently exposed to pesticides, which can affect the cardiovascular system. The objective of the research was to review the association between occupational exposure to pesticides and the development of cardiovascular diseases, and the biomarkers used in monitoring the health of workers. For this, a non-systematic review of the literature was carried out in three databases: Pubmed, Embase and Scopus, with search equations prepared with the terms “agrochemicals”, “myocardial infarction”, “occupational exposure” and “farmers”. Articles published between 2007 and 2022 were included. Pesticides were found to cause elevated blood pressure levels in exposed workers, and in pregnant women it is related to gestational hypertension and preeclampsia. Regarding acute myocardial infarction (AMI), contact the pesticides chlorpyrifos, coumaphos, carbofuran, pendimethalin, trifluralin, and acylalanine increased the risk of AMI in women, and among male workers exposure to ethylene dibromide, maneb/mancozeb, and zinc dimethyldithiocarbamate was associated with increased mortality. Epidemiological surveillance is mainly carried out by measuring erythrocyte acetylcholinesterase (AChE) activity. It can be concluded that exposure to pesticides can trigger acute and chronic cardiovascular diseases, such as elevated blood pressure, fatal and non-fatal AMI. Zinc dimethyl dithiocarbamate, chlorpyrifos, coumafós, carbofuran, parathion and malathion pesticides are the substances most closely related to the development of cardiovascular disease.

Keywords: pesticide, cardiovascular diseases, myocardial Infarction, occupational exposure, occupational medicine

Introducción

La agricultura es una actividad fundamental para el desarrollo humano, durante las últimas décadas se ha requerido mejorar su productividad de forma exponencial para suplir las demandas de alimentos de la población mundial (1, 2). En la actualidad, una de las estrategias empleadas para garantizar la viabilidad de los cultivos ha sido la aplicación de pesticidas, los cuales se utilizan en grandes cantidades. De acuerdo con reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) durante el año 2019 en Chile se utilizaron 9.831 toneladas de productos agroquímicos, en Ecuador 34.081 toneladas y Colombia empleó 69.862 toneladas de estas sustancias para atender las demandas del mercado de cultivos de papa, maíz y café, entre otros (3).

Los pesticidas son cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga (2). Dentro de este grupo de sustancias se encuentran los organoclorados (OC), los organofosforados (OF), los carbamatos (CAR), los piretroides, los neonicotinoides y las bupiridinas (2). Los pesticidas tienen múltiples efectos en la salud, actúan como disruptores endocrinos y se han relacionado con condiciones como infertilidad, aborto espontáneo, muerte fetal, parto prematuro, restricción del crecimiento intrauterino, anomalías congénitas, hipotiroidismo y diabetes (4). También se reconoce la relación entre la exposición a pesticidas y patologías oncológicas, trastornos del sistema neurológico e inmunológico y alteraciones en el sistema cardiovascular (5).

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo y en 2019 las cardiopatías sumaron casi nueve millones de muertes (6). Las investigaciones han demostrado el carácter multifactorial en la etiología de la enfermedad cardiovascular, pero se ha documentado la influencia de ciertos contaminantes ambientales y factores de riesgo ocupacionales en el desarrollo de estas enfermedades (4,7). Algunas patologías cardiovasculares de alta prevalencia como la hipertensión arterial (HTA), el infarto agudo de miocardio (IAM) y la insuficiencia cardíaca (IC) se han visto asociadas con la exposición a pesticidas (8).

Los OC son compuestos de origen sintético que presentan sustitución en los átomos de hidrógeno por cloro (9), algunos ejemplos de estas sustancias son el dicloro difenil tricloroetano (DDT), el aldrin y el endrin (10). Este grupo de sustancias afectan el flujo iónico transmembrana, lo que sensibiliza al miocardio y puede generar arritmias (11). Por otra parte, los OC se

unen con facilidad a las lipoproteínas, aumentan el estrés oxidativo y el fibrinógeno, lo que puede causar lesión endotelial directa (12,13), con efectos cardiovasculares como elevación del segmento ST e IAM, prolongación del intervalo QT, enfermedad arterial periférica y accidentes cerebrovasculares (4,14).

Los OF inhiben la enzima acetilcolinesterasa (ACh), lo que aumenta la acetilcolina disponible y sobreestimula los receptores muscarínicos y nicotínicos tisulares, afectando el funcionamiento del músculo cardíaco (15). Los CAR son compuestos provenientes del ácido carbámico y del n-metilcarbamato, también afectan la ACh por carboxilación (16), causando síntomas nicotínicos y muscarínicos (agitación, taquicardia, retención urinaria, midriasis, alucinaciones, fasciculaciones, sialorrea, hipotensión y relajación de esfínteres) (17), y pueden desencadenar mayor actividad parasimpática postganglionar lo que afecta al nodo sinusal y la conducción auriculoventricular, conduciendo a bradiarritmias y arritmias ventriculares (18). Por su parte, los neonicotinoides actúan de forma selectiva sobre los receptores nicotínicos (19), ocasionando fatiga, parestesias y debilidad muscular. Con el imidacloprid se presenta taquicardia y mareo, y con el acetamiprid se observa emesis, debilidad muscular, hipotermia, taquicardia, hipotensión y convulsiones (20). El plaguicida paraquat es el mayor representante de los biperidilos y puede causar síndrome de disfunción orgánica múltiple con la ingesta de altas dosis, lo que lleva a la muerte en menos de 24 horas por afectación hepática y cardíaca (21).

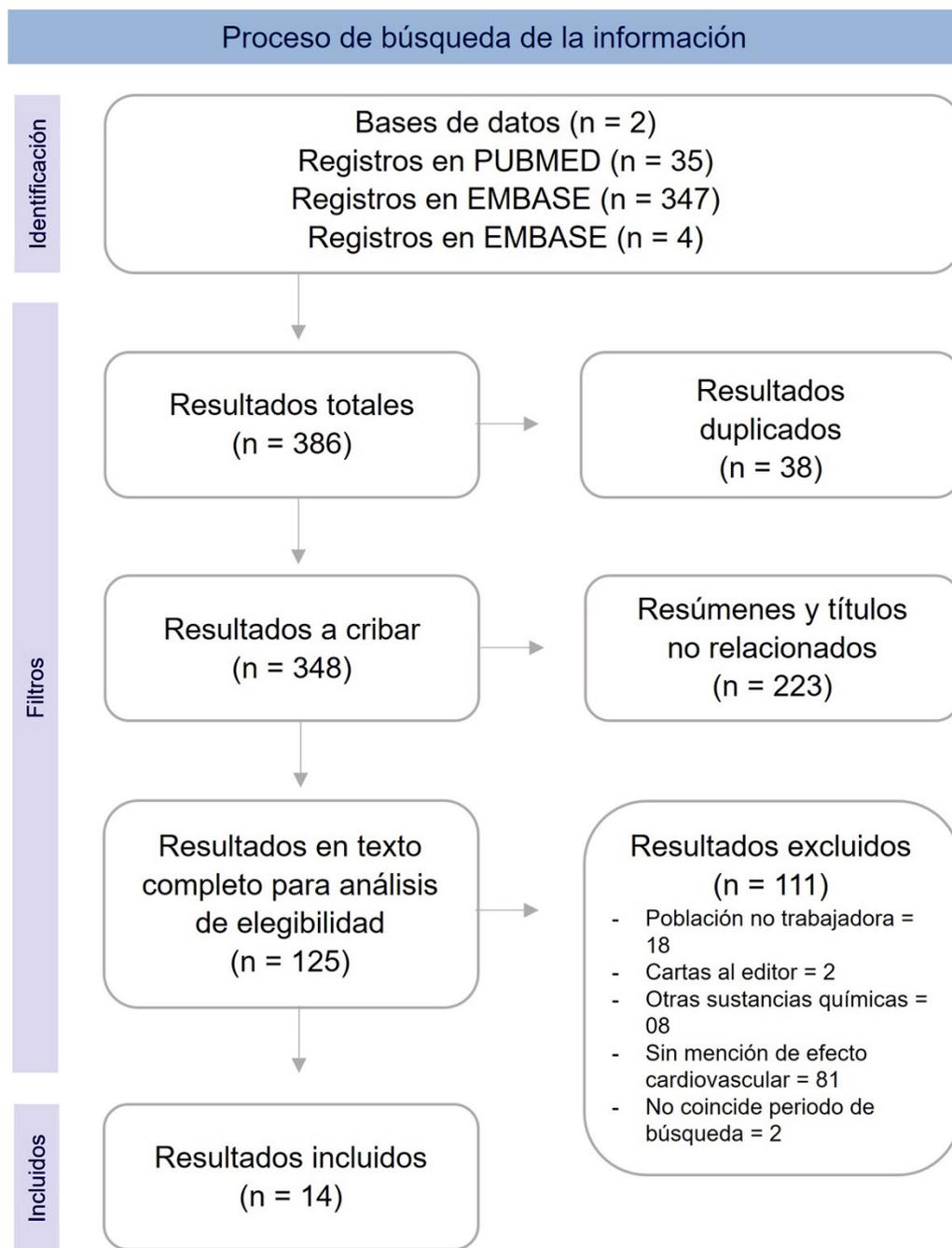
Se estima que un tercio de la fuerza de trabajo a nivel mundial corresponde a trabajadores del sector agrícola (22), pero las prácticas inseguras en este sector son frecuentes y la exposición de los trabajadores puede ocurrir por vía respiratoria, digestiva o cutánea durante el proceso de trabajo en las fases de manipulación, transporte, mezcla, aplicación y limpieza de equipos (23). Por tal razón, es necesario que los trabajadores expuestos a agroquímicos estén capacitados para su manipulación, tengan los equipos de protección personal (EPP) adecuados y se realice adecuada gestión del riesgo para disminuir los efectos adversos agudos y crónicos en la salud humana. Basado en el anterior contexto, el objetivo principal de esta revisión es conocer los efectos cardiovasculares de la exposición ocupacional a pesticidas y los biomarcadores utilizados en la vigilancia médica ocupacional de los trabajadores.

Metodología

Se realizó una revisión de la literatura en tres bases de datos: Pubmed, Embase y Scopus. Se incluyeron los siguientes tipos de estudios: ensayos clínicos, metaanálisis, estudios de cohorte, estudios de corte, estudios ecológicos y artículos de revisión publicados en los últimos 15 años (2007-2022). Los criterios de exclusión considerados fueron: i) población no expuesta ocupacionalmente; ii) artículos relacionados con sustancias químicas diferentes a pesticidas, y iii) resultados no relacionados con efectos cardiovasculares. Las ecuaciones de búsqueda fueron: agrochemicals OR organophosphates OR organochlorines AND “myocardial infarction” OR “coronary syndrome” OR “heart attack” AND “occupational exposure” OR “farmers”, agrochemicals AND “myocardial infarction” AND “occupational exposure”, agrochemicals OR organophosphates OR “hydrocarbons, chlorinated” OR pesticides AND “myocardial infarction” OR “acute coronary syndrome” OR “myocardial ischemia” AND “occupational exposure” OR “farmers” y agrochemicals OR pesticides AND “myocardial infarction” OR “myocardial ischemia” OR “acute coronary syndrome” AND “occupational exposure”.

La búsqueda produjo 386 resultados, para eliminar duplicados se utilizó la plataforma Rayyan y la selección de los artículos se realizó a partir de la lectura de títulos y resúmenes. Los artículos fueron evaluados de manera independiente por los investigadores para definir la inclusión o no en la revisión, cuando se presentaron discrepancias en la selección, fue dirimida por un tercer investigador. Finalmente, 14 artículos fueron incluidos para la elaboración del artículo: estudios de cohortes (5 artículos), revisiones (3), reportes de caso (2), estudios de casos y controles (2) y estudios transversales (2) (Figura 1).

Figura 1. Proceso de búsqueda de información



Resultados

Los efectos deletéreos en el sistema cardiovascular por la exposición ocupacional a pesticidas son diversos, los hallazgos más importantes de la revisión de la literatura se encuentran a continuación. En el estudio realizado por Samsuddin et al. (24) se encontró que los trabajadores expuestos a pesticidas presentaron aumento en las cifras de presión arterial (PA) de 7 mmHg para la PA diastólica y 5 mmHg en la PA sistólica, y que el contacto con al menos un pesticida durante la jornada de trabajo aumentó el riesgo de IAM (Odds Ratio [OR] 1,6; Intervalo de confianza [IC] 95% 1,1-2,4). En este sentido, la revisión sistemática realizada por Zago et al. (4) que incluyó 24 artículos científicos publicados en Europa, Asia y América, concluyó que los pesticidas primafos, fenitrotión, malatión y deltametrina están asociados con elevación de las cifras de tensión arterial en trabajadores expuestos. Además, encontraron que las mujeres embarazadas con exposición ocupacional a pesticidas presentaron aumento del riesgo de hipertensión gestacional (OR 1,60; IC 95% 1,05-2,45) y preeclampsia (OR 2,07; IC 95% 1,34-3,21) en el primer trimestre del embarazo.

La revisión realizada por Sekhatha et al. (25) encontró que hay mayor sintomatología y desenlaces cardiovasculares fatales y no fatales en trabajadores agrícolas, lo cual suele estar relacionado con mayor tiempo trabajando en cultivos y con la exposición continua a los pesticidas. En esta revisión, algunos de los pesticidas relacionados con el desarrollo de patologías cardiovasculares fueron dimetil ditiocarbamato de zinc, DDT, clorpirifós, coumafós y carbofurano.

Varios estudios han documentado la relación entre el IAM y los pesticidas. Dayton et al. (26) encontraron 168 diagnósticos de IAM no fatales en una población de más de 22 mil mujeres que vivieron o trabajaron en el campo, y los resultados de la investigación mostraron aumento del riesgo de IAM con la exposición a seis pesticidas específicos: clorpirifós (OR 2,10; IC 95% 1,2-3,7), coumafós (OR 3,2; IC 95% 1,5-7,0), carbofurano (OR 2,5; IC 95% 1,3-5,0), pendimetalina (OR 2,5; IC 95% 1,2-4,9), trifluralina (OR 1,8; IC 95% 1,0-3,1) y acilalanina (OR 2,4; IC 95% 1,1-5,3). Mills et al. (27), en una investigación del *Agricultural Health Study* consolidó datos de más de 54 mil hombres en trabajo agrícola y encontró 476 muertes por IAM y 839 IAM no fatales en el seguimiento promedio a los 11,8 años y 5 años, respectivamente. Los investigadores señalan que la exposición a dibromuro de etileno (cociente de riesgo (HR) 1,54; IC 95% 1,05-2,27), maneb/mancozeb

(HR 1,34; IC 95% 1,01-1,78) y dimetil-ditiocarbamato de zinc (HR 2,40; IC 95% 1,49- 3,86) se asoció con mayor mortalidad por IAM.

Kiyidoor et al. (28) reportaron el caso de un trabajador agrícola que presentó IAM fatal al séptimo día del consumo de paratión y otras mezclas de OF. En la revisión de la literatura, los investigadores encontraron otros casos de IAM y elevación de biomarcadores cardíacos en hombres y mujeres posterior al contacto con CAR y OF. Asimismo, Karasu-Minareci et al. (29) reportaron el caso de una agricultora turca sin comorbilidades y con historia de exposición a OF y humo de cigarrillo que presentó IAM no fatal. Por su parte, Svitlyk et al. (30) en un estudio con 113 trabajadores con enfermedad arterial coronaria y exposición a sustancias químicas como los pesticidas, encontraron aumento en la incidencia de complicaciones como el aneurisma agudo del ventrículo izquierdo ($p = 0,0023$), trombos en la cavidad del ventrículo izquierdo ($p = 0,0277$), recurrencias de IAM ($p = 0,0435$) y arritmias ventriculares potencialmente mortales ($p = 0,0116$).

Es importante mencionar que existen factores que aumentan la exposición de los trabajadores a los agroquímicos. De acuerdo con Olowogbon et al. (31) algunos factores que aumentan la exposición a los pesticidas son el uso de sustancias químicas sin etiquetas (OR 2,31), el momento incorrecto de aspersion (OR 1,21), la frecuencia de la aspersion (OR 1,06) y la aplicación prolongada de los químicos durante el día (OR 1,10), que corresponden a prácticas inseguras frecuentes en el trabajo agrícola que aumentan el contacto de los químicos con los trabajadores. Los investigadores señalan que parte de los problemas asociados al uso de pesticidas en los países en vía desarrollo se deben a la falta de capacitación sobre el peligro químico, la falta de experiencia en el manejo de las sustancias, la falta de EPP o la selección inadecuada según el tipo de clima, la ausencia de períodos libres de plagas y el uso de pesticidas con mayor nivel de toxicidad, entre otros (31). En este sentido, es importante capacitar a los agricultores sobre la aplicación segura de los productos químicos, el uso adecuado de los EPP y el cumplimiento de las medidas básicas de seguridad e higiene personal.

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a pesticidas se realiza mediante biomarcadores que permiten el seguimiento de la exposición. Varios estudios han demostrado que el control rutinario de niveles de acetilcolinesterasa permite valorar la exposición a pesticidas de forma temprana y la reducción de la colinesterasa a niveles inferiores al 50% es indicativa de una posible intoxicación (32). Las guías de vigilancia epide-

miológica recomiendan la medición de la actividad de la acetilcolinesterasa eritrocitaria (AChE) y la acetilcolinesterasa plasmática (AChP) por al menos seis días en un mes, parámetros que son efectivos para vigilar la intoxicación crónica (33). Oliveira Pasiani et al. (34), en un estudio con trabajadores agrícolas brasileños que preparaban o aplicaban OF y CAR, reportaron que la inhibición de la AChE fue significativamente mayor durante los periodos de exposición que durante los periodos de no exposición. Estas variaciones entre los niveles séricos de AChE en el periodo de exposición y de no exposición son iguales a las reportadas por Hernández et al. (35) en un estudio español con 207 trabajadores en Almería. Estos autores también reportaron elevación estadísticamente significativa de las transaminasas (AST y ALP) y la arginasa en el grupo de expuestos e indican que la elevación ocurrió previo a síntomas neurológicos, por lo que podría ser utilizado como un indicador temprano de exposición. Adicionalmente, las investigaciones sugieren que los pesticidas pueden inducir cambios en el tamaño y volumen de los eritrocitos (33,36), por lo que estudios económicos y sencillos como el hemograma pueden ser utilizados en la evaluación de la exposición.

Conclusiones

La exposición a pesticidas en los trabajadores agrícolas es una realidad ocupacional que no va a cambiar por la dependencia del sector para garantizar la productividad de los cultivos. Los pesticidas tienen efectos graves sobre la salud humana y el sistema cardiovascular es un punto diana de estas sustancias químicas por alteración bioquímica y eléctrica del músculo cardíaco y las células del endotelio vascular.

La exposición ocupacional a pesticidas puede desencadenar síntomas cardiovasculares, alteraciones de las cifras de presión arterial y eventos cardiovasculares como el IAM fatal y no fatal en hombres y mujeres expuestos. De acuerdo con las investigaciones revisadas, los pesticidas dimetil ditiocarbamato de zinc, clorpirifós, coumafós, carbofurano, paratión y malatión son las sustancias con mayor relación a las patologías cardiovasculares agudas y crónicas.

Los trabajadores que tienen contacto con pesticidas tienen mayor riesgo de desarrollar patologías cardiovasculares por lo que es indispensable realizar una adecuada vigilancia de su salud con exámenes de laboratorio como la AChE, el hemograma y las enzimas hepáticas, y mejorar las estrategias de control de la exposición para todas las sustancias agroquímicas presentes en los ambientes de trabajo.

Conflictos de intereses: ninguno.

Financiación: ninguna.

Correspondencia electrónica: lilopez@unbosque.edu.co

Referencias

1. Marco Brown O, Reyes Gil R. Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. INCI [Internet]. 2003 [citado 20mayo2022];28(5):252-259. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000500002&lng=es.
2. Díaz O, Betancourt Aguilar DCCR. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 2018 [citado 6mayo2022];6(2):14-0. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/190>
3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAOSTAT. Plaguicidas uso [Internet]. 2019 [citado 8marzo2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/RP>
4. Zago AM, Faria NMX, Fávero JL, Meucci RD, Woskie S, Fassa AG. Pesticide exposure and risk of cardiovascular disease: A systematic review. Glob Public Health. 2022;17(12):3944-66. doi: 10.1080/17441692.2020.1808693.
5. Evangelou E, Ntritsos G, Chondrogiorgi M, Kavvoura FK, Hernández AF, Ntzani EE, Tzoulaki I. Exposure to pesticides and diabetes: A systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2016;91:60-8. doi: 10.1016/j.envint.2016.02.013.
6. Organización Panamericana de la Salud. La OMS revela las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo: 2000-2019 [Internet]. 2020 [citado 30agosto2022]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/9-12-2020-oms-revela-principales-causas-muerte-discapacidad-mundo-2000-2019>
7. Fernández-Travieso JC. Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular. Revista CENIC. Ciencias Biológicas [Internet]. 2016 [citado 28mayo2023];47(2):106-119. ISSN: 0253-5688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181245821006>
8. Bhaskar EM, Moorthy S, Ganeshwala G, Abraham G. Cardiac conduction disturbance due to prallethrin (pyrethroid) poisoning. J Med Toxicol. 2010;6(1):27-30. doi: 10.1007/s13181-010-0032-7.
9. Kopytko M, Correa-Torres SN, Estévez- Gómez MJ. Biodegradación estimulada de los suelos contaminados con pesticidas organoclorados. rev.investig.agrar.ambient. 2017;8(1):119-30. <https://doi.org/10.22490/21456453.1843>
10. Giannuzzi L. Efectos tóxicos de los plaguicidas. En: Giannuzzi L. Toxicología general y aplicada. La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata; 2018. p. 286-315.
11. Gil Hernández F. Tratado de Medicina del Trabajo. 2da ed. Barcelona: Elsevier España; 2012.
12. Dockery DW, Stone PH. Cardiovascular Risks from Fine Particulate Air Pollution. N Engl J Med 2007; 356:511-513. doi: 10.1056/NEJMe068274
13. Peters A, Dockery DW, Muller JE, Mittleman MA. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. Circulation. 2001 Jun 12;103(23):2810-5. doi: 10.1161/01.cir.103.23.2810.
14. Georgiadis N, Tsarouhas K, Tsitsimpikou C, Vardavas A, Rezaee R, Germanakis I, Tsatsakis A, Stagos D, Kouretas D. Pesticides and cardiotoxicity. Where do we stand? Toxicol Appl Pharmacol. 2018 Aug 15;353:1-14. doi: 10.1016/j.taap.2018.06.004.

15. Badii MH, Varela S. Insecticidas Organofosforados: Efectos sobre la Salud y el Ambiente. *Cult. Científ. y Tecnol.* [Internet]. 2015 [citado 16junio2022];(28). Disponible en: <https://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/375>
16. Arancibia Andrade DB, Yañez Sasamoto DK, Melcon Macías DJ, Quezada Dupleich UD. Intoxicación por plaguicidas algunas diferencias entre organofosforados, carbamatos, piretroides- piretrinas y anticoagulantes. Una necesidad en nuestro medio. *Revista del Instituto Médico Sucre* [Internet]. 2018 [citado 16jun2022];80(143):58-5. Disponible en: <https://revistas.usfx.bo/index.php/ims/article/view/68>
17. Galofre-Ruiz MD, Padilla-Castañeda EI. Intoxicación con rodenticidas: casos reportados al Centro de Información, Gestión e Investigación en Toxicología de la Universidad Nacional de Colombia. *rev.fac.med.* 2014;62(1): 27-32. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v62n1.43669>.
18. Mazaraki I, Gkouias K, Almpanis G, Kounis NG, Mazarakis A. Carbamate skin contact-induced atrial fibrillation: Toxicity or hypersensitivity? *Int J Cardiol.* 2013;168(1):e11-2. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.05.021>
19. Salazar García E, Palomino Asencio L, García Hernández E. Adsorción de neonicotinoides usando estructuras tipo fullereno: Un estudio DFT. *Nova scientia.* 2018; 10(21):326-343. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1572>.
20. Malangu N, editor. Poisoning - From Specific Toxic Agents to Novel Rapid and Simplified Techniques for Analysis [Internet]. *InTech*; 2017 [citado 26febrero2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/65817>
21. Nicolás JM, Ruiz Moreno J, Jiménez Fábrega X. Enfermo crítico y emergencias [Internet]. Barcelona: Elsevier España; 2021 [citado 25febrero2022]. Disponible en: https://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=NeALEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Intoxicaciones+agudas.+En:+Nicolás+JM.&ots=BEdz2xnpul&sig=jszdG9kiT7iSCvnx_maHRiORfm8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
22. Matabanchoy-Salazar JM, Díaz-Bambula F. Riesgos laborales en trabajadores latinoamericanos del sector agrícola: Una revisión sistemática. *Univ. Salud.* 2021; 23(3):337-350. <https://doi.org/10.22267/rus.212303.248>
23. Amoatey P, Al-Mayahi A, Omidvarborna H, Baawain MS, Sulaiman H. Occupational exposure to pesticides and associated health effects among greenhouse farm workers. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020;27(18):22251-22270. doi: 10.1007/s11356-020-08754-9.
24. Samsuddin N, Rampal KG, Ismail NH, Abdullah NZ, Nasreen HE. Pesticides Exposure and Cardiovascular Hemodynamic Parameters Among Male Workers Involved in Mosquito Control in East Coast of Malaysia. *Am J Hypertens.* 2016 Feb;29(2):226-33. doi: 10.1093/ajh/hpv093.
25. Sekhotha MM, Monyeki KD, Sibuyi ME. Exposure to Agrochemicals and Cardiovascular Disease: A Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(2):229. doi: 10.3390/ijer-ph13020229.
26. Dayton SB, Sandler DP, Blair A, Alavanja M, Beane Freeman LE, Hoppin JA. Pesticide use and myocardial infarction incidence among farm women in the agricultural health study. *J Occup Environ Med.* 2010;52(7):693-7. doi: 10.1097/JOM.0b013e3181e66d25.
27. Mills KT, Blair A, Freeman LE, Sandler DP, Hoppin JA. Pesticides and myocardial infarction incidence and mortality among male pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol.* 2009;170(7):892-900. doi: 10.1093/aje/kwp214.
28. Kidiyoor Y, Nayak VC, Devi V, Bakkannavar SM, Kumar GP, Menezes RG. A rare case of myocardial infarction due to parathion poisoning. *J Forensic Leg Med.* 2009;16(8):472-4. doi: 10.1016/j.jflm.2009.05.003.
29. Karasu-Minareci E, Gunay N, Minareci K, Sadan G, Ozbey G. What may be happen af-

- ter an organophosphate exposure: acute myocardial infarction? *J Forensic Leg Med.* 2012;19(2):94-6. doi: 10.1016/j.jflm.2011.07.011.
30. Svitlyk H, Harbar M, Salo V, Kapustynskyy O, Svitlyk Y. Occupational hazards as a risk factor of onset and unfavorable outcome of ischemic heart disease. *Georgian Med News.* 2018;(Issue):132-141. PMID: 29578439.
 31. Olowogbon TS, Babatunde RO, Asiedu E, Yoder AM. Agrochemical Health Risks Exposure and Its Determinants: Empirical Evidence among Cassava Farmers in Nigeria. *J Agromedicine.* 2021;26(2):199-210. doi: 10.1080/1059924X.2020.1816239.
 32. Cotton J, Edwards J, Rahman MA, Brumby S. Cholinesterase research outreach project (CROP): point of care cholinesterase measurement in an Australian agricultural community. *Environ Health.* 2018;17(1):31. doi: 10.1186/s12940-018-0374-1.
 33. Caro-Gamboa LJ, Forero-Castro M, Dallo-Báez AE. Inhibición De La Colinesterasa Como Biomarcador Para La Vigilancia De población Ocupacionalmente Expuesta a Plaguicidas Organofosforados. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria.* 2020;21(3):1-23. doi: 10.21930/rcta.vol21_num3_art:1562.
 34. Oliveira Pasiani J, Torres P, Roniery Silva J, Diniz BZ, Dutra Caldas E. Knowledge, attitudes, practices and biomonitoring of farmers and residents exposed to pesticides in Brazil. *Int J Environ Res Public Health.* 2012 Aug 24;9(9):3051-68. doi: 10.3390/ijerph9093051.
 35. Hernández AF, Lozano D, Gil F, Lacasaña M. Biomarkers for use in assessing human toxic effects from exposure to pesticide mixtures. *Toxicol Lett.* 2016;259:S28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.07.639>
 36. Anchatipán-Escobar J, Vailati JP, Viteri-Robayo C. Concentraciones Séricas de la Enzima Acetilcolinesterasa en Agricultores Expuestos a Organofosforados. *Enferm. investig.* 2020;5(3):39-45. <https://doi.org/10.31243/ei.uta.v5i3.910.2020>