



Efectos adversos por la exposición a plaguicidas en agricultores de cultivos azucareros en Colombia

Adverse effects of exposure to pesticides in sugar crop farmers in Colombia

Marisol Londoño Escobar – Álvaro Tobón Prieto – Luis Miguel Arias

Resumen

Introducción. El uso de plaguicidas en la producción agrícola genera un efecto directo sobre la salud de los agricultores y sus poblaciones aledañas.

Objetivos. Identificar los efectos adversos en la salud de los agricultores por exposición a plaguicidas.

Materiales y Métodos. Se realizó una revisión bibliográfica de artículos publicados entre 2015 y 2020. Se seleccionaron los artículos que cumplieran con el requerimiento de información y se relacionaban con la temática de estudio.

Resultados. De los 10 artículos estudiados se identificaron consecuencias adversas para la salud de los agricultores expuestos a plaguicidas, efectos que van desde afecciones genéticas, sanguíneas y enfermedades crónicas.

Conclusión. La exposición directa e indirecta a plaguicidas genera enfermedades y afecta la salud de los directamente implicados. Es fundamental la realización de estudios que documenten estos efectos a nivel de Colombia.

Palabras Calve. Trabajadores agrícolas, plaguicidas + efectos a la salud + cultivos de caña de azúcar

Introducción

Colombia representa el 1,3% de la producción mundial de caña de azúcar y ocupó el puesto 15 en el ranking mundial de países productores entre 110 países para el periodo 2013-2017, para el año 2018 evidencia un crecimiento en la producción obteniendo los valores más altos desde 2009 con un total de 2.334.230 toneladas (1). El crecimiento de la producción de la caña de azúcar ha generado una mayor demanda de mano de obra, expansión de superficies para la cosecha *(ha) y el aumento del uso de plaguicidas de forma permanente en el cultivo (1). Por definición los plaguicidas son sustancias químicas que se emplean en el control de plagas y enfermedades en la producción agrícola, si bien su uso ha generado beneficios, también ha traído consigo riesgos para la salud humana y el medio ambiente (2).

En Colombia, las consecuencias de la exposición a plaguicidas en la salud han sido escasamente estudiadas. Si bien la sintomatología de las intoxicaciones agudas está bien caracterizada, la exposición prolongada a concentraciones subclínicas es una preocupación, pues se asocia a deterioro cognitivo, alteraciones reproductivas, cáncer, diabetes, alteraciones neuroconductuales y del neurodesarrollo, malformaciones congénitas y enfermedades cardiovasculares, respiratorias y neurodegenerativas, como el Parkinson y el Alzheimer, entre otras (3, 21). De tal manera que

el objetivo de este artículo es identificar los efectos adversos generados en la salud de los agricultores dedicados al cultivo de caña de azúcar a consecuencia de la exposición prolongada a plaguicidas.

Método

Para conseguir el objetivo propuesto se realizó una revisión bibliográfica en artículos que analizaron e interpretaron datos que relacionaban la exposición prolongada a plaguicidas con afecciones a la salud a corto, mediano y largo plazo.

Las bases de datos e información consultadas fueron PubMed y SciELO por medio del buscador de Google Academic, de igual manera, para la

búsqueda de estos estudios se utilizaron con las siguientes palabras claves: trabajadores agrícolas, plaguicidas + efectos a la salud + cultivos de caña de azúcar, publicaciones en español e inglés. Los criterios de inclusión fueron: estudios epidemiológicos descriptivos o analíticos de exposición ocupacional o ambiental a plaguicidas, revisiones; estudios que identificaron vías o predictores de exposición a plaguicidas. Se establecieron límites de año de publicación desde 2015 hasta 2020. Se realizó exclusión por relación de título, resumen y contenido con la temática de estudio y se encontraron 10 estudios investigativos para analizar.

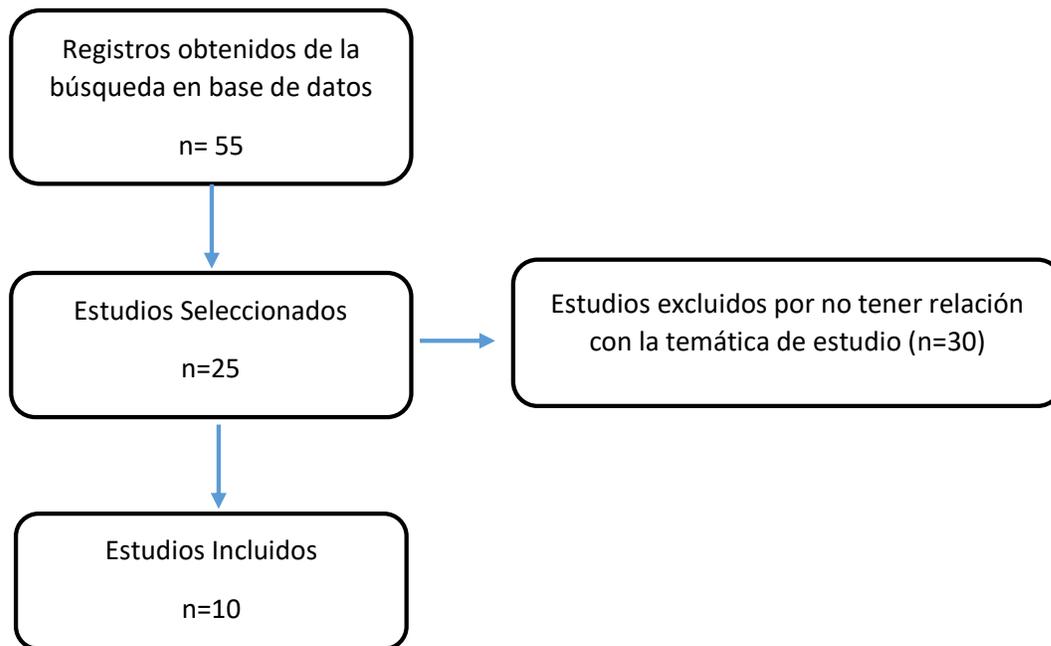


Figura 1. Resultados de búsqueda y filtros aplicados

Fuente: Elaboración propia

Resultados

A continuación, en la tabla 1 se presenta las características descriptivas fundamentales de los artículos seleccionados, se debe tener en cuenta que debido a la escasez de información

documentada para Colombia se expande el área geográfica de revisión a los países diferentes países de Latinoamérica, relacionando efectos del uso de plaguicidas en diferentes cultivos.

Tabla 1. Descripción de artículos seleccionados

Estudio	Muestra (n)	Cultivos y plaguicidas de exposición	Efectos en la salud	Resultados
Paz Sánchez, et al. (4). Ecuador, 2019	n=92	Cultivos: Caña de Azúcar, Cacao, Arroz, Soya, Banano, Café, Algodón. Plaguicidas: Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides.	Leucemia linfoide y mieloide	Los agricultores expuestos a plaguicidas en su mayoría (65%) evidenciaron bajo número de leucocitos, un 80,4% presento células inmaduras en torrente sanguíneo, resultados relacionados a leucemia.
Velandia Galvis, et al. (5). Colombia, 2017	n=358	Cultivos floricultores Plaguicidas: Dimetoato y O-metoato	Intoxicaciones Varias	Los plaguicidas más usados tanto en el ámbito doméstico como laboral son los pertenecientes a la familia de los organofosforados. En su mayoría las aplicaciones se realizan sin el uso de la protección adecuada.
Beltrán Ordoñez, et al. (6). México, 2019	n=58	Exposición general Plaguicidas: Glifosato, Atrazina, Malation y Paration Metílico	Cáncer de estomago	Del total de la muestra analizada un 55,9% indica tener una familiar con algún tipo de cáncer, siendo el principal el cáncer de estómago.
Butinof, et al. (7). Argentina, 2017	n=2000	Cultivos variados Plaguicidas: a) herbicidas: glifosato, 2,4-D, clorimuron, metsulfuron, atrazina, acetoclor y flurocloridona; b) insecticidas: cipermetrina, clorpirifos c) fungicidas: tebuconazol, piraclostrobin + epoxiconazol y azoxistrobin + ciproconazol.	Cáncer total en hombres y mujeres, cáncer de mama en mujeres.	Se evidencia correlación espacial estadísticamente significativa de las tasas de mortalidad cruda y ajustada para cáncer total en hombres y mujeres y para cáncer de mama. De igual manera se correlacionan positivamente las tasas de mortalidad en varones con la distribución de plaguicidas glifosato, 2,4 D, atrazina y otros.

Estudio	Muestra (n)	Cultivos y plaguicidas de exposición	Efectos en la salud	Resultados
Muñoz Quezada, et al. (8). Chile, 2016	n=207	Exposición variada Plaguicidas: Organofosforados	Efecto Neuropsicológico y Motor	Los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas muestran un rendimiento Neuropsicológico y Motor menor al promedio normativo esperado.
Mendoza, et al. (9). México, 2015	n=191	Exposición variada Plaguicidas: Malatión, cipermetrina.	Presencia del plaguicida en suero	El 70% de la muestra muestran co-exposición a los plaguicidas analizados (presencia en suero)
Aranda Camacho, et al. (10). Colombia, 2015	Artículo de revisión	Exposición a Glifosato	Alergias, enfermedades de la piel, respiratorias, cánceres, Alzheimer, Parkinson, ansiedad, trastornos gastrointestinales, malformaciones en los fetos	Uso del plaguicida Glifosato principalmente por aspersión afecta a las comunidades cercanas y a los agricultores que efectúan dichas aplicaciones.
Toscano Gallardo & Iza Toapanta. (11). Ecuador, 2016	n=44	Sector floricultor Exposición a diversos plaguicidas	Daño hepático	Se evidencia alteración en los valores de TGO, TGP Y FAL para un 27,27% de la muestra estudiada. Este porcentaje corresponde a personal del área de fumigación con más de 10 años de exposición a plaguicidas.
Camacho Quijano. (12). Ecuador, 2016	n=38	Personal sector agrícola, exposición general a plaguicidas.	Genotoxicidad	Un 89,47% de la población estudiada evidencia daño celular en diferentes niveles por exposición a plaguicidas en labores agrícolas.
López, et al. (13). Colombia, 2015	n=38	Cultivo de arroz Plaguicidas de los grupos organofosforados, carbamatos y Piretroides.	Cambios en niveles de biomarcadores séricos	Se encontró una disminución significativa de los niveles de colinesterasa sérica, y un aumento significativo de los niveles de AST, creatinina y ácido úrico en el grupo de aplicadores de plaguicidas con respecto al grupo control ($p < 0,05$).

Nota: Los biomarcadores hepáticos alanino aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), gamma glutamiltransferasa (GGT) y fosfatasa alcalina (FAL).

Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada en los estudios revisados.

Para el total de los estudios analizados se presentó la siguiente distribución: 3 estudios en Colombia, 3 estudios en Ecuador, 2 estudios en México y 1 estudio Argentina y Chile respectivamente. Los estudios analizaron el efecto de los plaguicidas sobre la salud humana con enfoque en diferentes enfermedades y diferentes condiciones de contacto. Se estudió principalmente el efecto de los grupos organofosforados, carbamatos y Piretroides, siendo estos los de mayor uso en agricultura convencional (19).

El contacto con plaguicidas puede generar efectos a corto y largo plazo, desde intoxicaciones agudas hasta alteraciones genéticas y deterioro en el funcionamiento de los órganos (14, 23). En lo que respecta a las variables consideradas en los estudios, se identifica efecto directo sobre la producción sanguínea y sobre el desarrollo de las células que la componen (glóbulos rojos y blancos) (15, 20).

Discusión

En la revisión realizada se pudo identificar un efecto negativo en la salud por exposición a plaguicidas para cada uno de los estudios trabajados, sin importar el cultivo sobre el cual se estuviese realizando la investigación.

En referencia al lugar donde se realizaron los estudios, se identifica un panorama general de afecciones en Latinoamérica, las personas que reciben un efecto directo en su mayoría pertenecen a áreas rurales con baja nivel formativo, se debe mencionar que estos efectos en la salud se ven agravados por el desconocimiento y por no poner en práctica las medidas de protección necesarias al momento de realizar labores en campo.

En los estudios se identifican dos escenarios principales en los cuales se genera contaminación del ser humano, el primero hace referencia al

personal implicado en aplicaciones directas, es decir, agricultores y trabajadores agrícolas. El segundo grupo corresponde a aquellas personas y poblaciones contaminadas por deriva, es decir, no tienen el contacto directo con los plaguicidas, pero se contaminan por aplicaciones en empresas cernas y por contaminación transportada hasta los hogares.

Si bien los estudios analizados no se centran en el cultivo de caña de azúcar, los plaguicidas estudiados son de uso general y son ampliamente aplicados en este cultivo (18, 24, 25), por lo cual se puede inferir que su uso y aplicación generan los mismos efectos en las comunidades y trabajadores colombianos relacionados al cultivo de caña.

Las enfermedades generadas a consecuencia de la exposición a los plaguicidas están relacionadas a alteraciones del ADN, falla en el funcionamiento de los órganos, malformaciones en fetos y niños, afecciones respiratorias, cáncer, entre otras (16, 17). Estas enfermedades al tener incidencia en las poblaciones rurales afectan directamente su calidad de vida y acrecienta los factores de riesgo a los que se enfrentan estas comunidades diariamente (22).

La enfermedad en la cual realizan mayor énfasis los autores y las investigaciones es el cáncer en sus diferentes variantes (cáncer de estómago, de piel, leucemia, pulmonar, entre otros) esto se debe principalmente a que los medios de acción de los plaguicidas son la inhibición de las funciones celulares y el deterioro de los tejidos, tanto en el control de las plagas como al entrar en contacto con el organismo humano.

El desarrollo de estas enfermedades generalmente no es espontáneo, por el contrario, se requiere de exposición reiterada y prolongada al producto de manera que esta exposición genere la acumulación

toxica en el organismo y desencadene el deterioro y la débil respuesta inmunitaria. Otra de las afecciones que se identifican en la población afectada son las dificultades respiratorias por inhalación de producto, convirtiéndose en cáncer de pulmón, asma e incluso ocasionando paros respiratorios sin que la persona presente otras afecciones de salud. En el caso de las mujeres en estados de gestación, es clara la prohibición de realizar labores relacionadas con el manejo y contacto con plaguicidas, ya que esto puede traer consecuencias negativas en el feto y en los recién nacidos, efectos que pueden ir desde malformaciones, retraso en el crecimiento y desarrollo temprano de cáncer.

Conclusiones

Los trabajadores agrícolas y las comunidades rurales están expuesta a la incidencia de diversas enfermedades como consecuencia de su exposición a agroquímicos (plaguicidas).

Los trabajadores agrícolas se ven directamente afectados por el uso de plaguicidas en sus labores diarias, lo que se traduce en enfermedades crónicas a largo tiempo.

Los plaguicidas más usados en la producción convencional de alimentos son los organofosforados, carbamatos y piretroides, productos de alta residualidad en el suelo y en el ambiente.

Los plaguicidas afectan directamente las funciones celulares y el sistema inmunitario del ser humano, generando no solo toxicidad sino también enfermedades crónicas.

Las principales enfermedades generadas por efecto de los plaguicidas son el cáncer, la leucemia, y las malformaciones.

Una manera de prevenir el riesgo de desarrollar estas enfermedades es mediante el uso adecuado

de los elementos de protección personal al momento de realizar labores con estos productos.

La producción orgánica o ecológica se divisa como una alternativa a la producción convencional, disminuyendo no solo la contaminación ambiental, sino también la exposición del trabajador agrícola a productos tóxicos.

Conflicto de Interés

Ninguno declarado por los autores

Financiación

Ninguna declara por los autores

Referencias

1. **ASOCAÑA.** Aspectos Generales del Sector Agroindustrial de la Caña 2018 - 2019 Informe Anual. Cali. 2020. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://www.asocana.org/documentos/2352019-DOCA1EED-00FF00,000A000,878787,C3C3C3,0F0F0F,B4B4B4,FF00FF,2D2D2D,A3C4B5.pdf>
2. **Chaparro Narváez, P., & Castañeda Orjuela, C.** Mortalidad debida a intoxicación por plaguicidas en Colombia entre 1998 y 2011. *Biomédica: Revista del Instituto Nacional de Salud*, 90-102. 2015. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/843/84340725010.pdf>
3. **Rozo Silva, Y. A., & Pérez Fierro, A. M.** SÍNTOMAS RESPIRATORIOS POR USO DE PLAGUICIDAS Y FACTORES (Tesis de Maestría). Bogotá: Universidad del Rosario - Universidad CES. 2020. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de

<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/25255/Tesis%20Síntomas%20Respiratorios%20por%20uso%20de%20Plaguicidas%20Final%20con%20Anexos.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

4. Paz Sánchez, C. E., Martínez Mora, S. F., Paz Illescas, C. E., & Acosta Gaibor, M. P. USO DE PLAGUICIDAS Y SU CONSECUENCIA EN LA LEUCEMIA LINFOIDE Y MIELOIDE EN TRABAJADORES AGRÍCOLAS. Ecuador. Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria. 2019. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <file:///C:/Users/user/Downloads/1382-3996-1-PB.pdf>
5. Velandia Galvis, P., Palma, M. R., & Varona Uribe, M. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A DIMETOATO Y O-METOATO EN TRABAJADORES DEL SECTOR FLORICULTOR, COLOMBIA, 2014. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13505/Art%20PABLO%20VELANDIA%20GALVIS%202017%2006%2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Beltrán Ordoñez, V., Frías Moreno, M.n., Parra Acosta, H., & Martínez Tapia, M.E. Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud. México. Universidad Autónoma de Chihuahua. Rev. Toxicol. 2019. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <http://rev.aetox.es/wp/wp-content/uploads/2019/12/vol-36-2-55-60.pdf>
7. Butinof, M., Fernández, R., Muñoz, S., Lerda, D., Blanco, M., Lantieri, M.J., Antolini, L., Gioco, M., Ortiz, P., Filippi, L., Franchini, G., Eandi, M., Montedoro, F., & Díaz, M. Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de Argentina y su potencial impacto sobre la salud. Argentina. Rev. Argent Salud Pública. 2017. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/55095/CONICET_Digital_Nro.1964d197-0a81-4e9c-9866-c2c78bb947f9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
8. Muñoz Quezada, M.T., Lucero, B., Iglesias, V., Muñoz, M.P., Achú, E., Cornejo, C., Concha, C., Grillo, A., & Brito, A.M. Plaguicidas Organofosforados y Efecto Neuropsicológico y Motor en la Región del Maule, Chile. Chile. Gac Sanit. 2016. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S021391111600008X?token=393582D9689525E39DA7EC8C66C43977D680A4BC355E2F6ECF7461D68F55F5CCC98E20F0F654EB453EC46AD33773C541>
9. Mendoza, E.C., González Ramírez, C., Martínez Saldaña, M.C., Avelar González, F.J., Valdivia Flores, A.G., Aldana Madrid, M.L., Rodríguez Olibarría, G., & Jaramillo Juárez, F. Estudio de exposición a malatión y cipermetrina y su relación con el riesgo de daño renal en habitantes del municipio de Calvillo Aguascalientes, México. México. Rev. Mex Cienc Farm. 2015. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/579/57945705007.pdf>
10. Aranda Camacho, G.L., Valenzuela Herrera, A., García Rincón, D.M., & Almeida Ospina, J.E. Efectos del Glifosato sobre la salud humana. Colombia. El Centauro.

2015. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/cenit/article/view/2473/1908>
- 11. Toscano Gallardo, C.E., & Iza Toapanta, M.B.** Determinación de daño hepático mediante TGO – TGP y fosfatasa alcalina en personal expuesto a plaguicidas en una empresa florícola de mayo a junio 2016. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2016. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8086/1/T-UCE-0006-011.pdf>
- 12. Camacho Quijano, R.M.** Determinación de la Genotoxicidad por exposición a plaguicidas en el personal agrícola mediante la técnica de ensayo cometa. Ecuador. Universidad Central de Ecuador. 2018. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17594/1/T-UCE-0014-CME-064.pdf>
- 13. López, K., Pinedo, C., & Zambrano, M.** Prácticas de Salud Ocupacional y niveles de biomarcadores séricos en aplicadores de plaguicidas de cultivos de arroz en Natagaima-Tolima, Colombia. Colombia. Revista de Toxicología. 2015. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/919/91942717005.pdf>
- 14. Ritterman, J.** Fundamentos y debates: América Latina y Monsanto. México. CIECAS. 2015. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de http://200.41.82.22/bitstream/10469/7000/1/R_EXTN-MS35-01-Ritterman.pdf
- 15. Butinof, M., Fernández, R., Lerdab, D., Lantieric, M.J., Filippid, I., & Díaz, M.** Biomonitorio en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina. Argentina. Gac Sanit. 2019. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <https://www.scielosp.org/pdf/ga/2019.v33n3/216-221/es>
- 16. Salvador Hernández, Y.R.** Efectos toxicológicos de diversos grupos químicos de plaguicidas. México. Instituto Mexicano del Seguro Social. 2017. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de https://anpuac.org/wp-content/uploads/2018/06/01_EFECTOS_TOXICOLOGICOS_DE_DIVERSOS_GRUPOS_QUIMICOS_DE_PLAGUICIDAS.pdf
- 17. Navas, I., & García Fernández, A.J.** PLAGUICIDAS Y BIOCIDAS: GENERALIDADES, CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA Y DE RIESGOS, LEGISLACIÓN EUROPEA APLICABLE. España. Universidad de Murcia. 2020. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/88181/1/Toxicologi%cc%81a%20de%20plaguicidas%20y%20biocidas-Generalidades.pdf>
- 18. Bravo, V.** Uso de plaguicidas en cultivos de caña de azúcar en Guanacaste, impacto ambiental y salud humana. Costa Rica. Gale OneFile: Informe Académico. 2015. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA414574850&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=1409214X&p=IFME&sw=w>
- 19. Grenón, D., Galá, E., Pernuzzi, F., & Guzmán, S.** IIRAmb: avances en el Índice Integrado de Riesgo Ambiental por el uso de

plaguicidas en cultivos. Argentina. Concejo Argentino de Agro informática. 2018. Recuperado el 05 de 10 de 2020, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/71081/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

20. **Sánchez Rivera, N.M., & Velásquez Soto, K.T.** Relación del polimorfismo Q192R de la paraoxonasa 1 con el riesgo cardiovascular y exposición a plaguicidas organofosforados en una población de caficultores de Caldas, Colombia. Colombia. Universidad Católica de Manizales. 2017. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1739/Natalia%20Maria%20%20Sanchez%20Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. **Arguello Solano, E., Chaves Arias, A., Chinchilla Marín, A., & Navarrete Flores, M.** Posibles efectos en la salud asociados a la exposición al agua para consumo humano contaminada por plaguicidas, en las poblaciones de Milano, Luisiana y El Cairo, Siquirres, estudios en el periodo de setiembre de 2013 a enero 2014. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2015. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3368/1/39201.pdf>
22. **Quenguan Cuaran, F.E., & Eraso Guerrero, E. G.,** Determinación de plaguicidas organofosforados y carbamatos en agua para consumo humano del departamento de Nariño mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC-VWD). Colombia. Universidad de Nariño. 2015. Recuperado el 07 de 10 de 2020, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51954797/tesis_pregrado_titulo_de_quimico_2015.pdf?1488209651=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDETERMINACION_DE_PLAGUICIDAS_ORGANO_FOSFO.pdf
23. **Bravo Durán, V., de la Cruz Malavassi, E., Herrera Ledezma, G., Ramírez Muñoz, F.** USO DE PLAGUICIDAS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS COMO HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DE PELIGROS EN SALUD. Costa Rica. Uniciencia. 2012. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/4759/475947762021.pdf>
24. **Barba, L.E., Becerra, D., Gutiérrez, H.M.** ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE PLAGUICIDAS USADOS EN CAÑA DE AZÚCAR PARA EL ACOPLADO CON SISTEMAS FOTOCATALÍTICOS. Colombia. Ingeniería de Recursos Humanos y del Ambiente. 2009. Recuperado el 03 de 10 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/23111639001.pdf>
25. **Ramírez Mora, E., Pérez Vázquez, A., Landeros Sánchez, C., Martínez Dávila, J.P., Villanueva Jiménez, J.A., & Lagunes Espinoza, L.C.** Uso histórico de plaguicidas en caña de azúcar del DR035 La Antigua, Veracruz. México. Acta universitaria. 2018. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v28n4/2007-9621-au-28-04-42.pdf>