

Contaminación de fuentes hídricas provocadas por agroquímicos en Colombia: revisión

Pollution of water sources caused by agrochemicals in Colombia: review

Lizeth Lorena Muñoz Villareal^{1*}; Slim Camilo Álvarez Alarcón*;
Roberto Antonio González Gordon

Resumen

Este estudio tiene como objetivo informar acerca del estado ambiental de algunas fuentes hídricas de Colombia, centrándose en aquellas que se encuentran contaminadas por la actividad agrícola. Para lograr el objetivo propuesto fue necesario la consulta de varios autores que han trabajado el tema de contaminación por agroquímicos en efluentes, ya que, en el área de cultivo, las plantas son tratadas con agroquímicos para evitar enfermedades o plagas y a la vez se efectúan riegos para garantizar un ambiente óptimo para el desarrollo de la planta. Sin embargo, el uso de riego en los cultivos, produce lixiviación de aguas contaminadas y vertimiento de las mismas a sitios puntuales de aguas superficiales, provocando así contaminación al ecosistema por la presencia de agroquímicos en agua de riego y su vez un daño a la ciudadanía, por el hecho de que la población colombiana se abastece de aguas naturales para sus necesidades domésticas, de pesca, turismo, y afectando la biodiversidad de especies acuáticas que se encuentran presente en las fuentes hídricas del país, las cuales están siendo gravemente impactadas. evidenciándose que han sido estudiados hace más de ocho años, deduciendo así que la escasez de estudios de este tipo puede deberse a la gran dependencia económica que tiene el país en temas agrícolas, sin embargo, es necesario conocer el impacto ambiental que ha provocado esta actividad con la finalidad de crear conciencia y buscar soluciones al respecto, permitiendo conocer las dos cara de la actividades y encontrar un equilibrio ecológico y así tener una economía sostenible que permita usar los recursos naturales pero respetando el ecosistema y cuidando la biodiversidad Colombiana, ya que es ella quien hace destacar el país, como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo.

Palabras claves: Agroquímicos, contaminación, sustancias químicas, agricultura

Summary

The objective of this study is to inform about the environmental state of some water sources in Colombia, Focusing in those which are contaminated for the agricultural activity. To achieve this, it was necessary the query from different authors who have worked in the pollution issue by agrochemicals in effluents, since in the crop area, plants are treated with agrochemicals to avoid diseases or plagues and to guarantee and optimal environment for the development of the plant. However, the use of irrigation in the farming produces leaching of contaminated water and the dumping of it to superficial water, causing pollution to the ecosystem by the presence of agrochemicals in water irrigation and damage to the citizenship at the same time due to the fact that Colombian population supplies its domestics needs, fishing and tourism from natural water. This also affects the biodiversity of some water species which are in the country's water sources and are being severely impacted. this study aims to inform about the environmental condition of some water sources of the country, identifying the evidenced hydric sources that have been studied around eight years, infering the lack of studies from this type could be due to the heavy economical dependence the country has on agricultural topics, nevertheless, it is necessary to know the environmental impact this activity has caused with the objective of creating awareness and looking for solutions with long term applications. The intention of this article is to make known the other face of the agricultural activity and seek solutions to have an ecological balance and a sustainable economy which allows the use of natural resources preserving the ecosystem and care of the Colombian biodiversity, since it highlights the

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784. E-mail: lizethmunozvillarreal@gmail.com; ragonzalezg@sena.edu.co

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: lizethmunozvillarreal@gmail.com (L. L. Muñoz).



country as one with the largest biodiversity in the world and for this reason it is needed to identify the environmental state of the water sources in Colombia.

Keywords: agrochemicals, pollution, chemical substances, agriculture

Introducción

Contar con agua segura es esencial para la salud de los consumidores, cuyas características finales dependerán de su origen (agua subterránea o superficial) y del tratamiento de potabilización implementado en la fuente (Rodríguez, 2017). Teniendo en cuenta que el 75% de la superficie terrestre está ocupada por agua, y el 2.76% corresponde a agua dulce y finalmente por su accesibilidad, sólo el 0.62% está disponible para el consumo humano, (subterránea y superficial). En todos los lugares del mundo, cada vez es más difícil acceder a recursos hídricos óptimos para el consumo doméstico, por lo que en varios países se ha vuelto un grave problema social (Jofre, 2015). La necesidad de producir la cantidad suficiente de alimentos ha repercutido, de manera diferente, en las prácticas agrícolas de todo el mundo. Según el inventario global realizado por Hydrology and Earth System Sciences (2010), la agricultura es el mayor consumidor de agua dulce, usando un promedio global del 70% de todos los suministros hídricos superficiales. El uso industrial (incluye generación de energía el cual regresa aproximadamente el 95% del agua que utiliza) es de alrededor el 20% y un 10% corresponde al uso doméstico. (FAO– AQUAST- 2008).

Sin embargo, pese al retorno de riego y lixiviación, la agricultura es, a la misma vez, la principal causa de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos mediante la erosión y residuos agroquímicos y anegamiento de cultivos de regadío, debido al uso de agua residual, superficial y subterránea contaminada, obliga a tomar medidas de remediación, debido a la afectación de cultivos y transmisión de enfermedades a los consumidores y agricultores. Todo residuo agrícola, independientemente del tipo de agricultura, se considera como contaminación de fuentes no localizadas, la característica principal de esta fuente es que su comportamiento depende de las condiciones hidrológicas, no es fácil su medición ni control directamente, por lo tanto, son difíciles de regular, en consecuencia, los residuos generados se desplazan por la superficie terrestre o se infiltran en el suelo, arrastrados por la lluvia y el deshielo de la nieve. Estas sustancias alcanzan aguas subterráneas, humedales, ríos, lagos y finalmente llegan al mar transportadas por

el río, en forma de sedimento y carga química (Iagua, 2018).

Pocos contaminantes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en el caso de que se produzca una contaminación masiva accidental debido a un eventual derrame o mala disposición de desechos tóxicos (OPS 2009, WHO 2011). Como hemos mencionado en párrafos anteriores, la contaminación del agua es una de las formas de exposición crónica a bajas dosis de plaguicidas a las cuales está sometido el ser humano, así como la fauna acuática y terrestre; adicionalmente, es una de las vías a través de las cuales se transportan los plaguicidas COP aguas abajo de los lugares donde fueron aplicados (Molina-Morales *et al.* 2012).

Una zona muy reconocida en Colombia como es el Urabá antioqueño; la cual es la principal zona de producción de banano en Antioquia, demanda el uso de agroquímicos como fungicidas, fertilizantes, herbicidas y nematicidas. Según Augura, esta zona del país consume aproximadamente 310.724 toneladas anuales de agroquímicos (Augura, 2018). En la región de Urabá se encuentran aproximadamente 800 fincas bananeras, según cifras del ICA, las cuales vierten aguas residuales a cuerpos hídricos de la región, teniendo en cuenta que la comunidad se beneficia de los cuerpos hídricos en actividades como pesca y uso doméstico.

Según un estudio hecho por la Universidad de Guadalajara México los agroquímicos se caracterizan por poseer ciertos niveles de fósforo y nitrógeno ya que estos son fundamentales para el óptimo desarrollo de la planta, sin embargo, los cuerpos de agua con exceso de esos nutrientes en combinación con temperaturas altas y luz solar, estimula el crecimiento excesivo de algas. Durante el día, las algas contribuyen oxígeno al agua porque lo producen durante la fotosíntesis. Durante la noche, cuando no hay luz solar para la fotosíntesis, las algas utilizan el oxígeno en el agua para la respiración. El nivel de oxígeno se reduce aún más cuando las algas mueren. Cuando grandes cantidades de algas mueren, su descomposición consume mucho oxígeno, dejando muy poco para los peces. Este proceso se llama eutricación, la cual, también puede ocurrir cuando las capas superficiales de agua, que están llenas de algas, se invierten y se

mezclan con aguas profundas, provocando un aumento rápido en la demanda de oxígeno. Todos los organismos acuáticos, incluso los peces, necesitan oxígeno para vivir. Si el nivel de oxígeno baja demasiado, los peces pueden morir (técnica para la agricultura sostenible, 2017).

Según el doctor Raúl Montenegro profesor titular de la cátedra de biología evolutiva de la Universidad de Córdoba en Argentina considera que hay 6 millones de productos potencialmente tóxicos que fueron creados en el siglo XX de los que se usan unas 100.000 sustancias con efectos cancerígenas en el mundo y sólo en un 10% se conocen sus efectos a mediano plazo y además existen más de 600 ingredientes activos y alrededor de 50.000 formulaciones de plaguicidas, algunas de las cuales contienen solventes orgánicos y otros compuestos, que pueden agregar riesgos tóxicos (Riccioppo, 2011).

Fuentes de contaminación

Se catalogan como fuentes de contaminantes no puntuales procedente de la actividad agrícola: las escorrentías de cualquier tipo de cultivo dirigidas hacia agua superficial o subterránea debido a su elevado contenido en las siguientes sustancias como:

Nutrientes (nitrógeno, fósforo), fertilizantes, pesticidas, metales, patógenos, sedimentos, demanda biológica de oxígeno y elementos trazas (Iagua, 2018). Entre los impactos ambientales debido a la actividad agrícola son los siguientes:

Teniendo en cuenta como principales contaminantes del agua (Segura, 2015) los siguientes:

Agentes Patógenos: Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.

Desechos que requieren oxígenos: Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el agua, matando así las formas de vida acuáticas.

Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo), envenenan el agua. Los nutrientes vegetales también pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas.

Sustancias Químicas orgánicas: petróleo, plástico, plaguicidas y detergentes.

Sedimentos o materias suspendidas: Partículas insolubles del suelo que proporcionan turbidez al agua y que son la mayor fuente de contaminación.

Sustancias radioactivas: que puede causar efectos congénitos o cáncer.

Uso de fertilizantes y estiércol

El estiércol se utiliza como fertilizante. La contaminación por fertilizantes se produce cuando se utiliza en mayor cantidad de la que los cultivos absorben, o cuando son eliminados por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que sean absorbidos. Estudios demuestran, en algunos países, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5-10% por infiltración.

Además, los fertilizantes y estiércol conducen a un excesivo crecimiento de algas generando ambientes anóxicos suprimiendo otras algas o especies acuáticas. En el caso de estiércol, el agua superficial resulta altamente contaminada por patógenos, metales, fósforo y nitrógeno. Uno de los principales contaminantes es el nitrato derivado de los compuestos nitrogenados utilizados como fertilizantes. Cuando se infiltra y alcanza las aguas subterráneas produce un aumento en la concentración de nitratos que son peligrosos para la salud pública. Para estudiar y evaluar la contaminación derivada de la agricultura es imprescindible conocer el ciclo del nitrógeno, como se observa en la figura 1. (Impacto Ambiental de la Agricultura Moderna, 2018).

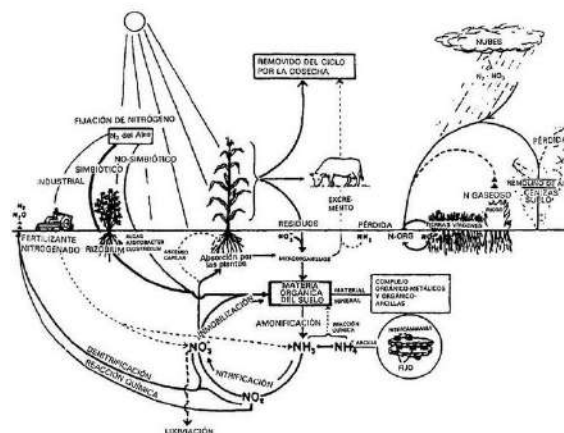


Figura 1. Ciclo del Nitrógeno

Aplicación de plaguicidas

Los plaguicidas una vez aplicados, sufren procesos de degradación y transformación, total o parcial, que conducen a la formación de nuevos productos que puede ser, incluso, más móviles, persistentes y peligrosos que los compuestos iniciales. Además de los plaguicidas se utilizan herbicidas e insecticidas. Estos productos se están aplicando de manera intensiva en muchos países. Provoca la contaminación tanto del recurso hídrico como a la biota, debido a la presencia de productos cancerígenos y otros venenos. En algunos casos puede producir disfunción en el sistema ecológico por pérdidas de los depredadores debido a la inhibición en la reproducción. Efectos en la salud pública por alimentación de peces infectados. En las aguas subterráneas puede tener consecuencias graves si alcanza un pozo de abastecimiento, como se observa en la figura 2 (Iagua, 2018).

Se estima que, de los plaguicidas utilizados en la agricultura en forma preventiva, sin importar si se presenta o no una plaga, sólo 1% alcanza los cultivos, el resto contamina suelo, aire y, principalmente, los cuerpos de agua. En el Distrito de Riego estudiado, se reporta la presencia de 25 plaguicidas; los 13 de mayor uso incluyen cinco triazinas, cuatro carbamatos y cuatro plaguicidas organoclorados, todos ellos en concentraciones que rebasan los límites de la Norma Oficial Mexicana (nom-127-ssa1-1994) para agua de uso y consumo humano (Mazari, 2014).

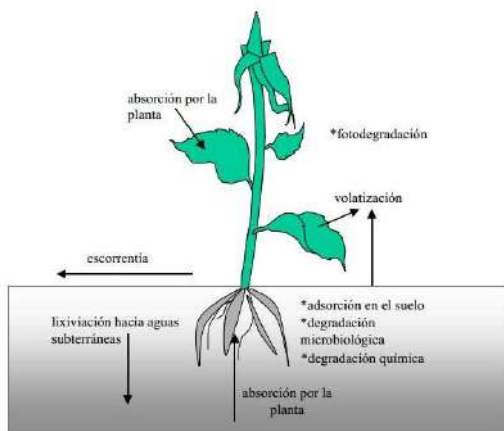


Figura 2. Procesos que afectan a los plaguicidas

Regadío

El retorno de agua de regadío conduce a una salinización, además de vertido de productos antes mencionados como fertilizantes y pesticidas, supone una amenaza para el sistema ecológico. Se pueden presentar elementos elevados de oligoelementos como selenio, provoca graves daños ecológicos y efectos en

la salud humana. Cabe destacar el papel tan importante que juega el suelo en estos episodios de contaminación, el vertido de los diferentes residuos procedentes de la agricultura es dirigido directamente a las aguas superficiales. En cambio, para que un vertido alcance la zona saturada es necesario que atraviese el suelo y la zona no saturada. En esta fase de infiltración las sustancias pueden sufrir procesos que hacen disminuir la concentración que alcanza en las aguas subterráneas. El suelo se puede considerar como un sistema depurador porque es capaz de degradar e inmovilizar contaminantes. Esta característica depende de las propiedades de sus horizontes como actividad microbiológica, contenido en arcilla y materia orgánica, capacidad filtrante y espesor, que a su vez está relacionado con las propiedades del suelo como: textura, estructura, porosidad y permeabilidad, capacidad de intercambio catiónico, ph, con lo cual el suelo es un factor importante en la vulnerabilidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación (Mazari, 2014).

Contaminación por plaguicidas en aguas superficiales en otros países de Latinoamérica

La práctica agroindustrial intensiva basada en el empleo de agroquímicos, instalada a partir de los años 50, aún está vigente en toda Latinoamérica, y según algunos autores, sus efectos negativos sobre el ambiente y la salud se acentuaron a partir de los años 90 con la introducción de los cultivos transgénicos, fenómeno que se conoce como la “nueva revolución verde” y que ha incrementado la utilización de agroquímicos (Reboratti 2010, Segrelles Serrano 2005).

Uno de los ejemplos más importantes de esta situación se encuentra en la explosión de la floricultura que ha experimentado Ecuador. Aunque la actividad florícola no es la única responsable de la contaminación de los cursos de aguas superficiales, se ha considerado que es de mayor envergadura y extensión que la producida por la actividad agrícola dedicada a la explotación de los rubros agroalimentarios tradicionales, como papa y pastos para la ganadería. Debido a que el mercado demanda “flores perfectas”, se ha combinado la mejora genética con una intensa y extensa aplicación de agroquímicos, dando como resultado una práctica agrícola de alto impacto ambiental con las respectivas consecuencias para la salud (Breilh 2007, Tillería 2010).

Como un ejemplo de esta situación, encontramos que el consumo de plaguicidas en la floricultura colombiana se estimó entre 200 y 300 kg/ha/año para 2002, mientras que los floricultores holandeses

emplearon 100 kg/ ha/año (Ardila Carrillo y Ulloa Unanue 2002). En un trabajo realizado en la población de Suesca ubicada en la ribera del río Bogotá (Salcedo Monsalve et al. 2012), donde la floricultura es una de las actividades económicas más importantes, se reportó la presencia de plaguicidas OC en concentraciones que alcanzan los 14.3 µg/L, destacándose la presencia de β-BHC y endosulfán, cuyos MAC-EQS son 0.05 y 0.01 µg/L, respectivamente (European Parliament and Council 2008). También se hallaron plaguicidas OF que alcanzan una concentración promedio de 26.1 µg/L, siendo el más frecuentemente detectado el metil bromofos, para el cual no se reporta EQS ni CCC, pero se encuentra por encima de los criterios para agua potable de la EU (0.1 µg/L). Problemas similares se han reportado en la región de Antioquia, donde se detectaron evidencias de genotoxicidad en extractos orgánicos obtenidos a partir de diferentes fuentes de aguas superficiales, indicando que la actividad genotóxica se genera como consecuencia de vertidos contaminados con plaguicidas derivados de la intensa actividad agropecuaria que se realiza en la zona (Tobón y López 2011).

En Argentina al parecer la situación es diferente, a pesar de que este país no escapa a los programas transnacionales para la implementación de esquemas de producción basados en la utilización de agroquímicos (Reboratti 2010). Los estudios realizados para evaluar la contaminación por plaguicidas en algunos cursos de aguas superficiales han revelado que los principios activos analizados se encuentran en concentraciones por debajo de los niveles máximos permitidos para la preservación de la vida acuática; en estos estudios se han incluido plaguicidas de los grupos químicos OC, OF, CB y TA (Gil et al. 2005).

En México, que fue la puerta de entrada de la “revolución verde” en Latinoamérica (Heinisch 2013), la situación parece ser más parecida a los casos de Venezuela, Colombia y Ecuador. Para el año 2000 el consumo de plaguicidas en México se estimó en 50 000 t/año, con un valor de mercado entre 400 y 600 millones de dólares americanos. Entre los estados que reportan mayor uso de plaguicidas se encuentran Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca; sólo en el estado de Nayarit se registran más de 100 intoxicaciones agudas por año (González-Arias et al. 2010).

Un estudio hecho en Venezuela, revela los valores máximos de los residuos de plaguicidas encontrados, durante un análisis preliminar realizado entre mayo y

julio de 2002 (datos no publicados), en los principales cursos de agua y acueductos de la región de Bailadores. En ese estudio se investigó la presencia de ocho principios activos entre los que se encontraban los OF monocrotofos, dimetoato y etil paratión; los CB metomilo, carbofurán y mancozeb; la cloroacetanilida (CA) metolaclo y la triazina (TA) metribuzin; la frecuencia de detección varió entre 50 % y 63 % en los ríos y de 0 % a 38 % en los acueductos (Benítez, 2013).

Morales y colaboradores (2012) en un estudio realizado en Venezuela sobre los cuerpos de agua (ríos Las Tapias, Las Playitas y Mocotíes) en mayo de 2008 y 2010, se muestran los niveles máximos de residuos encontrados en un muestreo realizado durante cuatro semanas. En este caso, el estudio se extendió a trece principios activos: los OF malatión, etil paratión, metil paratión, metamidofos, dimetoato, clorpirifos y diazinón; los CB carbofurán, metomilo y mancozeb; las TA atrazina y metribuzin; y el derivado de urea (DE) linurón. En los respectivos cuadros se indican los plaguicidas que superan los MAC-EQS (concentración máxima aceptable) y CCC (criterio de concentración crónica), desafortunadamente ni la UE ni la US-EPA incluyen todos los plaguicidas estudiados en las listas de sustancias que consideraron al elaborar los criterios de conservación para aguas superficiales (European Parliament and Council 2008, EPA 2013), razón por la cual Molina-Morales y colaboradores (2012) emplean los criterios de la UE establecidos para agua potable, indicando que en la mayoría de los casos se superan los límites tanto para plaguicida individual como para la sumatoria de plaguicidas, también se rebasan los límites establecidos por la legislación venezolana que es la menos exigente.

Una zona muy reconocida en Colombia como es el Urabá Antioqueño la cual es potencialmente productora de banano, por lo tanto, demanda el uso de agroquímicos como fungicidas, fertilizantes, herbicidas y nematicidas. Según Augura esta zona del país consume aproximadamente 310.724 toneladas anuales de agroquímicos. En la región de Urabá se encuentran aproximadamente 800 fincas bananeras, según cifras del ICA, las cuales vierten aguas residuales a cuerpos hídricos de la región, teniendo en cuenta que la comunidad se beneficia de los cuerpos hídricos en actividades como pesca y uso doméstico (Augura, 2017).

Fuentes hídricas contaminadas en Colombia

Entre las fuentes hídricas contaminadas por actividad agrícola en Colombia, se destacan:



Quebrada Fray Juana

Quebrada el Hato

Según Tobón (2010), la quebrada Fray Juana y la Quebrada el Hato son contaminadas por la Hacienda La Montaña la cual se dedica a la actividad agrícola y porcina, originando así tres factores fundamentales de contaminación en las fuentes hídricas:

- Descarga directa de aguas residuales, resultado del lavado de la infraestructura productiva
- Descarga directa de residuos sólidos.
- Utilización inadecuada de plaguicidas y pesticidas tóxicos, contaminantes de dichas fuentes hídricas que merecen particular atención, como son los compuestos organoclorados, organofosforados y los carbamatos.

Además, Algunos productos químicos tóxicos utilizados en la Hacienda y en la población de la vereda en donde se ubica son: Límpido® (Hipoclorito de sodio 6 %); Úrea (compuesto ureico de nitrógeno); Roundup® (Glifosato), herbicida total no selectivo de amplio espectro para eliminar hierbas y arbustos perennes. No obstante, Según estudios reportados por Yoke CH (2005), la exposición al Glifosato es un factor de riesgo que puede afectar el ácido desoxirribonucleico-ADN, a cientos de células. En contraste, estudios de la Organización Mundial de la Salud (2010), lo cataloga de baja toxicidad. (Tobón, 2010).

Según Segura (2015), las cuencas hídricas en Colombia son afectadas por diversas fuentes de contaminación, entre las que se encuentran: materia orgánica (Tabla 1), plaguicidas y fertilizantes (tabla 2), hidrocarburos y sustancias químicas (Tabla 3), las cuales son aportadas de forma diferencial a cada cuenca hídrica de acuerdo a las actividades propias de cada región de influencia de la misma; en las siguientes tablas se pueden observar las principales cuencas afectadas por los tipos de contaminantes referenciados previamente y la región respectiva que aporta dichos contaminantes.

Tabla 1. Principales fuentes de contaminación por materia orgánica y sus respectivas cuencas afectadas.

Fuente de contaminación	Cuenca afectada
Bogotá	Sabana de Bogotá
Medellín-Valle de Aburrá	Medio Cauca
Cali-Jumbo	Alto Cauca

Barranquilla-Cartagena-Sta Marta	Bajo Magdalena
Bucaramanga	Sogamoso
Manizales	Medio Cauca
Pereira	Medio Cauca
Cúcuta	Catatumbo
Tunja	Sogamoso
Pasto	Patía

Fuente: García, 2001

Tabla 2. Principales áreas contaminadas por adición de plaguicidas y fertilizantes y sus respectivas cuencas afectadas

Áreas potenciales de contaminación	Cuencas afectadas
Zona Fundación	Rio Magdalena
Zona Cesár-Guajira	Rio Cesar
Córdoba	Rio Sinú
Altiplano- Rio negro	Medio Cauca
Valle del Zulía	Catatumbo
Alto Chicamocha	Sogamoso
Altiplano Cundiboyacense	Sabana de Bogotá
Llanos del Tolima	Alto Magdalena
Piedemonte Llanero	Meta Guaviare
Cauca y Valle del Cauca	Alto Cauca
Llanos del Huila	Alto Magdalena
Altiplano de Nariño	Patía
Valle del Sibundoy	Putumayo
Zona de Abrego	Catatumbo

Fuente: García, 2001

Tabla 3. Principales fuentes de contaminación por aporte de hidrocarburos y sustancias químicas y sus respectivas cuencas afectadas.

Fuentes potenciales de contaminación	Cuencas Afectadas
Refinería de Barrancabermeja	Medio Magdalena
Refinería de Cartagena	Mar Caribe
Oleoducto Caño Limón-Coveñas	Catatumbo, Arauca, Bajo Magdalena
Oleoducto Central de los llanos	Meta, Medio y Bajo Magdalena
Oleoducto Orito-Putumayo	Putumayo, Patía, Mira

Fuente: García, 2001

Por otra parte, Lans y colaboradores (2008) publicaron un estudio de contaminación por plaguicidas OC realizado en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú, en cuyos alrededores se lleva a cabo una intensa actividad agrícola con el empleo de grandes cantidades de agroquímicos, describiendo la presencia de α -BHT (0.031 - 0.112 $\mu\text{g/L}$), β -BHT (0.316 - 0.586 $\mu\text{g/L}$), γ -BHT (0.115 - 0.060 $\mu\text{g/L}$), aldrin (0.110 - 0.280 $\mu\text{g/L}$) y heptacloro epóxido (0.281 - 0.549 $\mu\text{g/L}$); los autores indican que en la mayoría de los sitios de muestreo las concentraciones sobrepasan los 0.1 $\mu\text{g/L}$ que establece la norma colombiana para plaguicidas individuales (Lans et al. 2010). Este reporte confirma la utilización de plaguicidas de alta peligrosidad considerados COP (residuos de plaguicidas) en Colombia.

Daños ocasionados por agroquímicos

Algunos pesticidas provocan alteraciones ocasionadas por la intoxicación con organofosforados en ratón sugieren un posible deterioro de la fertilidad a mediano y largo plazo, en tanto que las observadas en la lombriz, junto con ser indicadores apropiados de la contaminación del terreno, destacan a este organismo como una eficiente especie biocentinel. Dado que la melatonina disminuye el daño, es posible postular que éste se debe fundamentalmente al aumento de especies reactivas del oxígeno ocasionado por el pesticida (Bustos E, 2007).

Por otro lado, el Dr. Hugo “Bubi” Gómez Demaio asegura que niños con mielomeningoceles, anencefalia total o alguna otra deformación congénita era gestados en zonas de uso masivo de agroquímicos (El paranaense, 2015). A su vez, la OMS asegura que la ingestión prevenible de un plaguicida asciende a 186.000 muertes según OMS, 2018

También se han originado daños por el uso de agroquímicos durante la historia, como por ejemplo el DBCP que en el año 1968-1979 miles de trabajadores de zonas bananeras de Costa Rica quedaron estériles debido a los compuestos organoflorados los cuales producen síntomas en la función neurológica como también con el deterioro de la función cognitiva en trabajadores expuestos a estas sustancias (La Nación, 2014).

Bibliografía

- Augura (2018) citado en <http://www.augura.com.co/>
Breilh J. (2007). Nuevo modelo de acumulación y agroindustria: las implicaciones ecológicas y epidemiológicas de la floricultura en

- Ecuador. *Ciência y Saúde Colectiva* 12, 91-104.
Bustos-Obregón, E., & Hartley, R. (2007). Contaminación química ambiental y daño espermatogénico. *Revista Internacional de Andrología*, 5(4), 332-336.
El paranaense (2015) citado en <http://grupodereflexionrural.com/campanapdf/agroquimicos-demaio.pdf>
European Parliament and Council (2008). Environmental Quality Standards Directive. Official Journal of the European Union L348, 84-97.
FAO– AQUAST (2008) citado en <https://www.iagua.es/blogs/gidahatari/impactos-de-la-agricultura-en-el-recurso-hidrico>
García, M., Sanchez, f., Guzman, H., Verdugo, N., Dominguez, E. (2001). El medio ambiente en Colombia. Bogotá: Colombia, 2001. Pag 168.
Gil M., Aschkar G.A., Pozzo Adrizzi M.C., Pellejero G. y Abrameto M. (2005). Evaluación de residuos de plaguicidas en aguas del río Negro en sitios estratégicos para la captación de agua potable. *Revista Pilquen* VII, 1-9.
González-Arias C., Robledo-Marengo M.L., Medina-Díaz I.M., Velázquez-Fernández J.B., Girón-Pérez M.I., Quintanilla-Vega B., Ostrosky-Wegman P., PérezHerrera N.E. y Rojas-García A.E. (2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 26, 221-228.
Heinisch C. (2013). Soberanía alimentaria: un análisis y So isis del concepto. En: F. Hidalgo, P. Lacoix y P. Román, eds. *Comercialización beranía Alimentaria*. Quito - Ecuador: SIPAE y Agronomes y Vétérinaires Sans Frontières 11-35.
Hydrology and Earth System Sciences (2010) citado en https://www.researchgate.net/journal/1027-5606_Hydrology_and_Earth_System_Sciences
Iagua (2018), citado en <https://www.iagua.es/blogs/gidahatari/impactos-de-la-agricultura-en-el-recurso-hidrico>
Jofre, R., Cervantes, J., Barradas, L. (2015). Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del



- río Pixquiac, Veracruz, México: resultados preliminares. Elsevier. 2(18), 122-130.
- La Nación (2014) citado en <https://www.nacion.com/el-pais/salud/525-exbananeros-exigen-400-millones-por-danos-de-nemagon/FPOWKCIOKVFTPMYO-MARHANT364/story/>
- Lans E., Marrugo J. y Díaz B. (2008). Estudio de la contaminación por pesticidas organoclorados en aguas de la Ciénaga Grande del Valle Bajo del Río Sinú. *Temas Agrarios* 13, 49-56.
- Mazari, M. (2014). Agricultura y contaminación del agua. *Scielo*. 177(45), 301-3016.
- Molina-Morales, Y., Flores-García, M., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P., & Miranda-Contreras, L. (2012). Niveles de plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela, entre 2008 y 2010. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(4), 289-301.
- OMS (2018). Organización Mundial de la Salud. Citado en <http://www.who.int/es>
- OPS (2009). Herramientas de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases. 2da ed.: AAMMA, Organización Panamericana de la Salud, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Buenos Aires, Argentina
- Reboratti C. (2010). Un mar de soja: la nueva agricultura en argentina y sus consecuencias. *Rev. Geog. Norte Grande* 45, 63-76.
- Riccioppo, R. (2011). Agroquímicos: sus efectos en la población-Medidas de prevención. Colegio de médicos de la provincia de Buenos Aires. Pag 2-20.
- Rodríguez, M., Moraña, L., Salusso, m., Seghezzo L. (2017). Caracterización espacial y estacional del agua de consumo proveniente de diversas fuentes en una localidad periurbana de Salta. Elsevier. 4(49), 366-376.
- Segrelles Serrano J. (2005). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una “nueva” revolución verde. *Entorno Geográfico* 3, 93-120.
- Segura L. (2015). Estudios de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Escuela superior de administración pública ESAP. Bogotá: Colombia. Pag 28-30
- Técnica para la agricultura sostenible (2017) citado en <http://agriculturers.com/tecnicas-de-agricultura-sustentable/>
- Tillería Y. (2010). Impactos de la floricultura en la salud y el ambiente. En: *¿Estado Constitucional de Derechos? Informe sobre derechos humanos Ecuador 2009*. (Q. Ortiz, Ed.). 1ª. Ed. Universidad Andina Simón Bolívar / Ediciones Abya-Yala. Quito – Ecuador, pp. 285-290
- Tobón, F., López, N., Paniagua, R. (2010). Contaminación del agua por plaguicidas en un área de Antioquia. *Salud pública*. 12(2), 300-307.
- WHO (2011). Guidelines for drinking-water quality. 4a ed. World Health Organization. Ginebra, Suiza
- Yoke CH 2005. Inquietantes efectos del Roundup® (Glifosato) en los seres humanos y el ambiente. [Internet].p.7. Disponible en: http://www.redtercermundo.org.uy/texto_completo.php?id=2717.