



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS EN
AGUA Y SUELO”

Trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller en:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Guadalupe Doménica Vivas Darío
(ORCID: 0000-0001-8203-1174)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio
(ORCID: 0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2020



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°261-2020-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 26 de noviembre de 2020

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: “EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS EN AGUA Y SUELO”, presentado por:

- **Guadalupe Doménica Vivas Darío**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: “EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS EN AGUA Y SUELO” con N° de registro de la carrera: **0100-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Luis Abraham Gomero Osorio** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

RESUMEN

En el presente estudio se realizó una revisión teórica de los efectos de la contaminación por agroquímicos en agua y suelo con el fin de dar a conocer a la sociedad de lo que puede ocasionar el uso desmedido de este compuesto químico. La industria agrícola usa estas sustancias para incrementar su producción y abastecer la demanda de las personas, sin embargo, se han podido evidenciar eventos relevantes que se acontecieron y causaron mucha conmoción en el hombre debido a los efectos que estas sustancias químicas estaban generando, no solo sobre el agua y suelo, sino que también impactaron a seres vivos que estuvieron en contacto con estas sustancias.

Los efectos de los agroquímicos varían debido a su composición química y a los metabolitos que este pueda generar a partir de su degradación. Estos metabolitos pueden llegar a ser más tóxicos que la sustancia inicial. Además, los agroquímicos tienen la capacidad de bioacumularse y biomagnificarse en el ecosistema, por lo que persisten por mucho tiempo en el ambiente y sus efectos pueden llegar a ser letales; como en el caso de la pérdida de las aves por el uso de DDT en los años 50. Por otro lado, los impactos de estas sustancias dependen también de las condiciones climáticas, del tipo de suelo, las características físico químico del agroquímico y de su solubilidad en el agua. En resumen, estos compuestos químicos son considerados tóxicos para los factores abióticos y bióticos.

Palabras clave: agroquímicos, sustancias, efectos, tóxicos, biomagnificarse, agua, suelo, ambiente.

ABSTRACT

In the present study, a theoretical review of the effects of agrochemical contamination on water and soil was carried out in order to inform society of what may cause the excessive use of this chemical compound. The agricultural industry uses these substances to increase its production and supply the demand of people, however it has been possible to show relevant events that occurred and caused a lot of shock in man due to the effects that these chemicals were generating, not only on water and soil but also impacted living beings who were in contact with these substances.

The effects of agrochemicals vary due to their chemical composition and the metabolites that this may generate from their degradation. These metabolites may become more toxic than the initial substance. In addition, agrochemicals have the ability to bioaccumulate and biomagnify in the ecosystem, so they persist for a long time in the environment and their effects can be lethal; as in the case of the loss of birds due to the use of DDT in the 50s. On the other hand, the impacts of these substances also depend on the climatic conditions, the type of soil, the chemical physical characteristics of the agrochemical and its water solubility. In summary, these chemical compounds are considered toxic for abiotic and biotic factors.

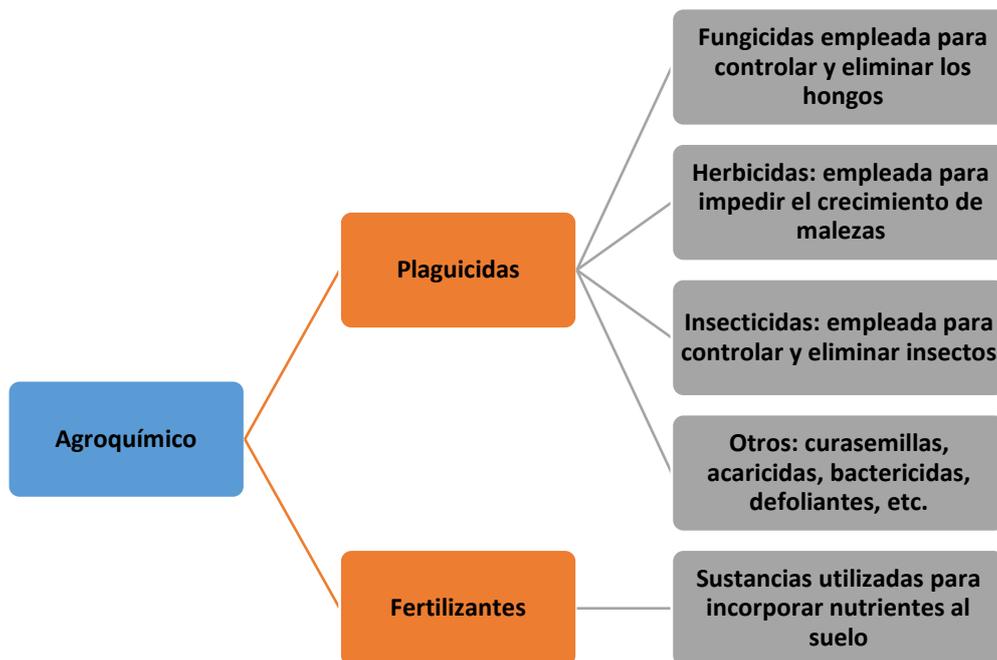
Keywords: agrochemicals, substances, effects, toxic, biomagnify, water, soil, environment.

REVISIÓN TEÓRICA

En cuanto al origen del uso de los agroquímicos, esta toma lugar en la línea de tiempo en el siglo XIX, en donde los primeros químicos que se usaron fueron compuestos a base de azufre, arsénico, cal y fósforo. Asimismo, en el siglo XX el empleo de agroquímicos se incrementó significativamente desde el suceso de la Segunda Guerra Mundial y se relacionó con las modificaciones que se llevaron a cabo en la producción y en los cultivos, este cambio permitió duplicar la producción de alimentos (Pacheco & Barbona, 2017). Por otro lado, los chinos utilizaban insecticidas botánicos y compuestos a base de mercurio y arsénico hace ya unos 1200 años AC. (Magdalena et al., 2010). En lo que respecta a los primeros plaguicidas usados datan desde la década de los 40 y 50 los cuales eran los organoclorados (DDT), los organofosforados (parathion, malathion) y carbamatos (aldicarb, carbofuran) según nos comenta Pina 2012.

De acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud), menciona que los agroquímicos son sustancias o la combinación de sustancias encargadas de la prevención o destrucción de ácaros, roedores, insectos, moluscos, hongos, bacterias, malas hierbas y otros animales o vegetales que son perjudiciales para los cultivos, así como también para la salud de las personas (Pacheco & Barbona, 2017). En cuanto a la clasificación de estos compuestos es según al organismo al que está dirigido su acción, así pues, tenemos a los herbicidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas, fertilizantes y fitoreguladores (INTA, s.f.). Sin embargo, Magnasco y Di Paola (2015), los agrupa de la siguiente manera, así como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Clasificación de los agroquímicos según Magnasco y Di Paola



Hoy en día el crecimiento demográfico ha generado que haya mayor demanda de alimentos en periodos más cortos, por lo que los productores del sector agrícola se han visto en la necesidad de buscar métodos para que aumente su producción y así evitar que haya pérdida en el cultivo. Actualmente los agricultores ponen en práctica métodos de prevención contra las plagas que podrían afectar el rendimiento de la producción, un ejemplo de estas técnicas es el uso de los plaguicidas y fertilizantes pero la falta de información sobre el uso de estos compuestos trae como consecuencia que los agricultores tengan un uso desmedido de dichos agroquímicos, ocasionando así problemas posteriores (Salazar & Aldana, 2011). La expansión de la agricultura, así como de la ganadería ha provocado pérdidas de hábitats naturales, puesto que en todo el planeta la agricultura ocupa 20 millones de km² equivalente a la superficie de América Latina y la ganadería ocupa alrededor de 35 millones de km²; esto significa que el hombre ha transformado más del 40% de los terrenos del planeta en actividades

agropecuarias provocando así el deterioro de los ecosistemas naturales y la degradación del suelo (Romero, 2001).

IMPACTOS DE LOS AGROQUIMICOS SOBRE EL SUELO Y EL AGUA

Uno de los impactos más conocido por el uso de los agroquímicos se registran en el libro escrito por Rachel Carson en el año 1962, “Primavera Silenciosa”, a consecuencia del efecto de los pesticidas (Planes & Fuchs, 2015). Este caso es sobre la declinación de aves silvestres en el hemisferio norte durante las décadas de los 50 y 60; debido al uso del plaguicida conocido como DDT y otros pesticidas clorados que se usaban en la agricultura, estos fueron identificados como los agentes causantes de ese efecto, ya que son compuestos tóxicos que se bioacumulan y se biomagnifican en el ambiente (Newman, 2001). Otro caso relevante es el que se aconteció en 1980 en los animales que habitaban en las zonas árticas (osos polares y focas); se hallaron compuestos de pesticidas clorados y bifenilos policlorados, a pesar de que en esta región no se usaban, por lo que se llegó a determinar que estas sustancias se podían transportar a través de la atmosfera y llegar a regiones alejadas del sitio de emisión, estos compuestos se determinan como COPs (Compuestos Orgánicos Persistentes), ya que son bioacumulables, tóxicos y resistentes a la degradación (Wright & Welbourn, 2002).

Por otro lado, en la guerra de Vietnam entre 1960 al 71 la fuerza armada de USA utilizó un herbicida que contiene diversas estructuras cloradas del ácido fenoxiacético y dioxinas para destruir la selva tropical donde se hallaban los vietnamitas. A este compuesto se le denominó “Agente naranja” debido al color que esta presentaba, pues esta sustancia fue utilizada como material de guerra y trajo consigo pérdida del ecosistema y problemas en la salud humana como trastornos en la reproducción.

Asimismo, en una investigación hecha en Australia indico la existencia de enfermedades en el sistema nervioso central, sistema cardiovascular, sistema óseo y malformaciones en los hijos de soldados expuestos en la guerra por el agente naranja (Ribas, 2005).

Con respecto al ingreso continuo de los agroquímicos en el ecosistema del suelo en diversos estudios mencionan que afectan a los microorganismos y a su actividad, por consiguiente, ocasionan modificaciones en los procesos biológicos que son necesarias para la productividad y fertilidad de los cultivos (Alvear et al., 2006; Cycon et al., 2010).

En cuanto a la dispersión y la persistencia de estas sustancias en la tierra dependen de las características de este, las condiciones climáticas y las propiedades físico química de los agroquímicos (Sawunyama et al., 2001; Hernández et al., 2007; Caldiz et al., 2007).

En lo que respecta a los estudios realizados por Monsanto Chemical durante la década de los 80 acerca del herbicida Roundup, se indicó que el glifosato se absorbe con mayor rapidez a las partículas del suelo contaminado y que el tiempo de vida media de su degradación es alrededor de los 20 días (Ermakova et al., 2010). El uso continuo del herbicida y las practicas inadecuadas de su aplicación por más de 30 años, han incrementado sus residuos en las plantas, el suelo y agua, de tal manera que estos residuos afectan la salud humana como de otros organismos expuesto a este compuesto (Ruiz, 2012).

El efecto de los plaguicidas está relacionado a la manera en que los agricultores manejan su cultivo, ya que de esto depende la gravedad del impacto que pueda ocasionar, por lo general se exceden en la dosis de aplicación, tal como lo muestran Chowdhury et al. (2013), en su estudio, en la cual reportaron que los niveles de los residuos de los plaguicidas se encontraban por encima de los límites máximos de residuos LMRs en los

vegetales de las diferentes regiones agrícolas de Bangladesh hallando así carbofuran, diazinon, clorpirifos, endosulfán, cypermetrina, carbaryl, dimetoato y malathion como los residuos más frecuentes. Igualmente, Muñoz-Quezada et al. (2012), encontraron relación entre la presencia de clorpirifos y otros residuos de plaguicidas con los metabolitos de los organofosforados en la orina de niños de 6 a 12 años de edad en la provincia de Talca, Chile.

Por otra parte, Wilson & Tisdell (2001), señalaron que el uso de pesticidas ha provocado un incremento en la producción agrícola. Sin embargo, han causado externalidades negativas como daños a la flora, fauna, al suelo y a la pesca, asimismo la destrucción de los depredadores beneficiosos de las plagas. Con respecto a la salud de los agricultores que se encargan de aplicar estas sustancias existen reportes como el de Montoro et al. (2009), que nos dan a conocer que hay insuficiente uso de los equipos de protección y también que se han reportado casos de intoxicación por metamidofos y carbofuran en las provincias de Concepción y Chupaca del Perú. Por otro lado, los pesticidas reducen la acción de las enzimas en el suelo influyendo así en las reacciones bioquímicas, como en la descomposición de la materia orgánica, la denitrificación, nitrificación, metanogénesis, amonificación y las reacciones redox (Hussain et al., 2009).

Dado a que últimamente ha habido una mayor preocupación sobre los efectos de los agroquímicos en el ambiente han surgido diversos estudios para determinar su impacto. Entre ellos el estudio realizado por Chávez et al. (2013), acerca de los efectos de algunos agroquímicos como el Glifosato, Bispiribac, Azoxystrobin y Malathión; aplicados en dosis comerciales en un cultivo de arroz para el control de plagas, resultaron tener impacto sobre la microbiota, de tal manera que los microorganismos más afectados fueron los

hongos, los actinomicetos y los solubilizadores de fósforo, ya que se observó reducciones en su abundancia. Asimismo, en sus resultados señalan que los compuestos utilizados en el estudio impactan de diferente forma a los microorganismos que están encargadas de la descomposición del suelo.

En Costa Rica en la industria de la piña Quijandría et al. (1997), indican que para el control de plagas utilizan fungicidas y herbicidas pero debido a su uso exhaustivo de estos agroquímicos provoca deterioro en la actividad de los microorganismos del suelo causando la muerte no solo de los organismos patógenos para la cual se aplica, sino que también de todas las especies que viven en relación con la tierra. Por lo tanto, los cambios en el balance biológico y químico del suelo podrían provocar serios problemas, tales como la merma de la capacidad productiva del suelo y la erosión. Asimismo, Espinoza et al. (2003), dan a entender que el uso constante y elevado de plaguicidas tiene como consecuencia; la pérdida de permeabilidad de los suelos, la erosión, la reducción de la biodiversidad, conduce al desequilibrio y la extenuación de los agroecosistemas e intensifica la vulnerabilidad a las plagas y enfermedades.

Por otro lado, Pérez et al. (2013), mostraron que aun en México se utilizan y se autorizan algunos plaguicidas que han sido prohibidas en otros países, debido a sus efectos en el suelo. Asimismo, se encontraron una serie de productos químicos en uso que están caducados y que son almacenadas de forma inadecuada, además se detectó la presencia de los residuos de este agroquímico en hortalizas y frutas en más del 50 % de las muestras evaluadas en los monitoreos de producción para la exportación a Estados Unidos y los que son para el consumo nacional.

Los impactos generados por los agroquímicos sobre el ambiente acuático son complejos y variados, ya que abarcan diferentes tipos de ecosistemas, corrientes de aguas, ríos, lagos, las aguas marinas del océano, las costas marinas y estuarios (Rand, 1995). Estas sustancias químicas pueden ingresar a los ecosistemas por distintas vías, movilizándose por la superficie terrestre y entrando en el suelo por la acción del viento y el agua arrastrando consigo partículas que podrían llevar plaguicidas absorbidos. Estos compuestos logran abrirse paso hasta los lagos, ríos, tierras húmedas, las aguas subterráneas y hasta los océanos en forma de cargas químicas y de sedimentos trasladada por los ríos. Del mismo modo las aguas que circulan sobre la superficie de la tierra con dirección a las zonas bajas, ya sea por las irrigaciones, lluvias o por otras fuentes, provocan que en su recorrido se disuelvan los agroquímicos presentes en el suelo de tal manera que se bioacumulan en el ambiente; a esto también se le suma el hecho de que los agricultores frecuentemente lavan los contenedores y otros envases que utilizan para la aplicación de los plaguicidas en los lagos, ríos y presas cercanas provocando así la alteración de la calidad del agua (Criswell, 2002).

Como se mencionó anteriormente, una vez que el plaguicida se disuelve en el agua, esta se va trasladando de un lugar a otro y su distribución se da por difusión, mientras que si esta sustancia se asocia a partículas del suelo se va a dispersar mecánicamente (Dierksmeier, 2001). En lo que respecta a la solubilidad del plaguicida en el agua es clave entender su comportamiento, ya que ella contribuye en la bioconcentración y adsorción de la sustancia en el sedimento. Para pronosticar el comportamiento del plaguicida en el ambiente se tienen que tener en cuenta los siguientes parámetros, la presión a vapor y la disolución de la sustancia en el agua medida a 20°C. Por otra parte, el factor de bioconcentración y el coeficiente de partición n-octanol/agua (K_{ow} o P_{ow}) se utilizan

para prevenir la evolución o transformación de un plaguicida en el medio acuático (FAO, 1982; Swann, 1983; Dierksmeier, 2001). Por tal razón la vulnerabilidad del ambiente acuático frente a una sustancia química va a depender de diversos factores tales como: las propiedades físico-químicas de la sustancia y de sus productos de degradación, también la concentración del compuesto en el agua, duración y tipo de entrada y finalmente de las propiedades del ecosistema (Rand, 1995). El efecto de los contaminantes en el ambiente puede ser desde pequeñas alteraciones hasta grandes daños ecológicos, con consecuencias en los mamíferos, aves y peces, así como también sobre la salud humana (Pimentel & Greiner, 1997).

Masís et al. (2008), tras investigar sobre los remanentes de los agroquímicos en los sedimentos de los afluentes de Poás, Colorado y Poasio en Costa Rica, señalan que se detectó la existencia de agroquímicos principalmente en los 2 últimos ríos mencionados, encontrando una relación en la concentración de plaguicidas con la cantidad de materia orgánica del sedimento, esto se debe a que cerca de estos ríos se encuentran actividades agrícolas. Asimismo, mencionan que en el río Colorado se detectaron residuos de Endosulfán (insecticida organoclorados) y el pentacloronitrobenceno (PCNB, fungicida organoclorados). De acuerdo con Squillace & Thurman (1992), el transporte de los herbicidas persistentes se da en un periodo de 2 a 6 semanas después de la aplicación y en cuanto a su contaminación, esta llega a ser difusa en el agua, debido a que estos agroquímicos son adsorbidos en la fase orgánica del sedimento. Además, Robert (1995) y Lee et al. (2001), aseguran que las sustancias orgánicas como la materia orgánica y minerales secundarios o hasta la arcilla cooperan de manera significativa en las fuerzas de adsorción de los sedimentos. Es más, Hung et al. (2007), demostró en su estudio correlaciones significativas con respecto a la concentración total de residuos de

agroquímicos y el contenido de carbono orgánico de los sedimentos, de manera que la adsorción se pueda dar a través de interacciones de intercambio iónico con relación a los compuestos orgánicos ionizables.

Con respecto a la contaminación de las aguas por pesticidas en Almería - España Martínez et al. (2004), indicaron que las actividades agrícolas en esta provincia han provocado la degradación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, debido a la aplicación de estas sustancias en la producción de sus alimentos. De acuerdo a sus resultados determinaron que los plaguicidas hallados en sus muestras extraídas fueron clorpirifos etil, endosulfán sulfato y endosulfán alfa dentro de las aguas subterráneas, mientras que en las aguas superficiales hallaron endosulfán sulfato, alfa y beta y. Sin embargo, el malathión fue el plaguicida que tenía mayor nivel de concentración. Por otro lado, Carvalho et al. (1998), mencionan que al realizar un seguimiento de los pesticidas en los trópicos encontraron que el Río Mississippi de Estados Unidos en 1989 pudo haber transportado hacia el Golfo de México aproximadamente 430 toneladas de atrazina desde los campos de cultivos de soya y maíz del medio oeste.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión teórica del presente estudio acerca de los efectos de la contaminación de los agroquímicos sobre el suelo y el agua se concluye que muchos de estos compuestos químicos se bioacumulan y se biomagnifican en el medio ambiente. Con respecto a los efectos en el suelo se mostraron que estos compuestos químicos provocan la pérdida de permeabilidad de los suelos, la reducción de la biodiversidad, conduce al desequilibrio y la extenuación de los agroecosistemas, la merma de la capacidad productiva y la erosión del suelo.

Por otro lado, en el medio acuático el efecto de los agroquímicos causa alteraciones en la calidad del agua y por consiguientes la bioconcentración de los agroquímicos en los sedimentos. Asimismo, son considerados tóxicos para los animales, plantas, microorganismos y para los seres humanos, ya que estos ingresan al organismo y provocan alteraciones trayendo consigo la mortandad de algunas especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvear, M., López, R., Rosas, A., & Espinoza, N. (2006). Efecto de la aplicación de herbicidas en condiciones de campo sobre algunas actividades biológicas. *Rev. Cien. Suelo y nutr.* 64 - 76.
- Caldiz, D. O., Rolon, D. A., Di Rico, J. & Andreu, A. B. (2007). Performance of dimethomorph + mancozeb applied to seed potatoes in early management of late blight (*Phytophthora infestans*). *Potato Res.* 59 - 70.
- Carvalho, F.P., Nhan, D.D., Zhong, C., Tavares, T. & Klaine, S. (1998). Results of an international research Project tracking pesticides in the tropics. Recuperado de: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/675070>
- Chávez, G., Ortíz, M. & Ortiz, L. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. 66-72.
- Chowdhury, M., Fakhruddin, A., Nazrul Islam, M., Moniruzzaman, M., Hua Gan, S. & Khorshed Alam, M. (2013). Detection of the residues of nineteen pesticides in fresh vegetable samples using gas chromatography-mass spectrometry. *Food Control*, 34 (2), 457-465.
- Criswell, J. (2002). *Water Quality Handbook for Nurseries*, Division of Agricultural Sciences and Nature Resources, Oklahoma, State University. Recuperado de: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2222/e-951.pdf>
- Cycoń, M., Piotrowska-Seget, Z., & Kozdrój, J. (2010). Responses of indigenous microorganisms to a fungicidal mixture of mancozeb and dimethomorph added to sandy soil. *Intern. Biodeter. Biodegrad.* 316 - 323.

- Dierksmeier, G. (2001). Plaguicidas, residuos, efectos y presencia en el medio, Ed. Científico-Técnica, La Habana. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books/about/Plaguicidas.html?id=LYRAAAACAAJ&redir_esc=y
- Ermakova, I., Kiseleva, N., Shushkova, T., Zharikov, M., Zharikov, G., & Leontievsky, A. (2010). Bioremediation of glyphosate-contaminated soil. *Appl Microbiol Biotechnol*, 88, 585-594. doi:10.1007/s00253-010-2775-0
- Espinoza, A., Vaquerano, B., Torres, R. & Montiel, H. (2003). Efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente en Costa Rica.
- FAO (1982). Criterios ecológicos para el registro de plaguicidas. *Protección y Producción Vegetal* 28, Roma.
- Hernández-Soriano, M. C., Mingorance, M. D., & Peña, A. (2007). Interaction of pesticides with a surfactant-modified soil interface: Effect of soil properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 49 - 55.
- Hung, C.C., Gong, G.C., Chen, H.Y., Hsieh, H.L., Santschi, P.H., Wade, T.L. & Sericano J.L. (2007). Relationships between pesticides and organic carbon fractions in sediments of the Danshui River estuary and adjacent coastal areas of Taiwan. *Environmental Pollution* 148, 546-554.
- Hussain, S., T., S., Saleem, M., Arshad, M., & Khalid, A. (2009). Impact of pesticides on soil microbial diversity, enzymes, and biochemical reactions. Chapter 5. *Adv. Agron.* 102,159 - 200.
- INTA, (s.f.). Capítulo 2: Plaguicidas químicos, composición y formulaciones, etiquetado,

clasificación toxicológica, residuos y métodos de aplicación. Aplicación eficiente de fitosanitarios (pp.14).

Lee, K., Tanabe, S. & Koh, C. (2001). Distribution of organochlorine pesticides in sediments from Kyeonggi Bay and nearby areas, Korea. *Environmental Pollution* 114, 201-213.

Magdalena, J., Castillo, B., Di Prinzio, A., Homer, I. & Villalba, J. (2010). Pasado y presente de la aplicación de agroquímicos en agricultura. 1a ed. Tecnología de aplicación de agroquímicos (pp. 17-25). Buenos Aires, Argentina.

Magnasco, E. & Di Paola, M. M. (2015). Agroquímicos en argentina ¿Dónde estamos? ¿A dónde vamos? 1a ed. Informe Ambiental Anual 2015 (pp.147-164). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

Martínez, J. L., González, M. J., Belmonte, A. & Garrido, A. (2004). Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería. *Revista Ecosistemas*, 13 (3), 30-38.

Masís, F., Valdez, J., Coto, T. & León, S. (2008). Residuos de agroquímicos en sedimentos de ríos, Poás, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 32(1), 113-123.

Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L. & Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26 (4), 466-472.

Muñoz-Quezada, M., Iglesias, V., Lucero, B., Steenland, K., Barr, D.B., Levy, K., Concha, C., Ryan, P.B., Alvarado, S. & Concha, C. (2012). Predictors of exposure to organophosphate pesticides in schoolchildren in the Province of Talca, Chile.

Environment International, 47, 28-36.

Newman, M. (2001). *Fundamentals of Ecotoxicology*. Boca Raton: Lewis/CRC Publishers.

Pacheco, R. M., & Barbona, E. I. (2017). *Manual de uso seguro y responsable de agroquímicos en cultivos frutihortícolas* (INTA; R. Evaristo & A. Zárate, eds.). 1a ed. Recuperado de: <https://doi.org/10.1086/605941>

Pérez, M., Navarro, H. & Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 29, 45-64.

Pimentel, D. & Greiner, A. (1997). *Environmental and Socio-Economic Cost of Pesticides Use. Techniques for Reducing Use: Environmental and Economic Benefits*, D. Inglaterra, 51-78.

Pina, J. I. (2012). *Introducción*. 1a ed. *Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios: Criterios Regulatorios Locales e Internacionales* (pp. 11). Buenos Aires, ILSI Argentina.

Planes, E. & Fuchs, J. (2015). *Cuáles son los aportes de la ecotoxicología a las regulaciones ambientales*.

Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). *La Industria de la Piña en Costa Rica Análisis de Sostenibilidad*. Centro Latinoamericano para la Sostenibilidad y el Desarrollo Sostenible, 7.

Rand, M. C. (1995). *Fundamentals of Aquatic Toxicology*, Cap.1, Second Edition. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentals_Of_Aquatic_Toxicology.html?id=nTHWicichfoC&redir_esc=y

- Ribas, B. (2015). Desfoliantes. Agente Naranja. Otros agresivos químicos y su control. 431-450.
- ROBERT L. 1995. Modern practice of gas chromatography. 3 ed. USA, John Wiley & Sons. 888 p.
- Romero, M. (2001). Informe del Ecuador, Recursos Forestales y Cambio del uso de la tierra. Recuperado de: www.rlc.fao.org.
- Ruiz, A. (2012). Efecto y persistencia del glifosato sobre parámetros biológicos del suelo en bosque secundario, en sucumbíos. Tesis de Grado, Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ibarra.
- Salazar, J. & Aldana, M. (2011). Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. *BIOTecnia*, 8 (2), 23-28.
- Sawunyama, P., & Bailey, G. W. (2001). Modeling the interaction of agrochemicals with environmental surfaces: pesticides on rutile and organo-rutile surfaces. *J. Mol. Structure*. 119 - 129.
- Squillace, P., Thurman, E. (1992). Herbicide transport in rivers: importance of hydrology and geochemistry in nonpoint-source contamination. *Environ. Sci. Technol.* 26(3), 538-545.
- Swann, R. L., Laskowski, D. A., Mc Call, P. J., Kuy, K. V. & Distrburger, H. J. (1983). A Rapid Method for the Determination (Stimation) of the Enviromentals Parameters, Octanol/Water Partition Coefficient, Soil, Sorption Constan, Water to Air Ratio and Water Solubility. *Res Reviews* 85, 17-28.
- Wilson, C. & Tisdell, C. (2001). Why farmers continue to use pesticides despite

environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics*, 39 (3), 449-462.

Wright, D. & Welbourn, P. (2002). *Environmental toxicology*. Cambridge Environmental Chemistry Series/11. Cambridge: University Press, 621 pp.