

ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS POR PLAGUICIDAS  
UTILIZADAS EN LOS CULTIVOS DE ARROZ EN COLOMBIA

LAURA PATRICIA PINTO CARVAJAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE(ECAPMA)

INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA

2017

ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS POR PLAGUICIDAS  
UTILIZADAS EN LOS CULTIVOS DE ARROZ EN COLOMBIA

LAURA PATRICIA PINTO CARVAJAL

Trabajo de Grado para Obtener el Título de Ingeniera Ambiental

ASESOR: LUIS FABIAN YANEZ URBINA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE(ECAPMA)

INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA

2017

## CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	12
<i>CAPITULO I</i> .....	14
1.1 <i>Descripción del problema de investigación</i> .....	14
1.2. <i>Formulación del problema</i> .....	17
1.3. <i>Justificacion</i> .....	18
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	21
1.4.2 <i>Objetivos específicos:</i> .....	21
1.5 <i>Marco Teorico</i> .....	22
1.6. <i>Marco Conceptual</i> .....	25
1.6.1 <i>Importancia del Uso de Plaguicidas</i> .....	26
1.7 <i>Metodo</i> .....	80
1.7.1 <i>Tipo de Estudio</i> .....	80
1.7.2 <i>Alcance documental</i> .....	80
1.7.3 <i>Poblacion</i> .....	80
1.7.4 <i>Unidad de Trabajo</i> .....	80
1.7.5 <i>Criterios de inclusion</i> .....	80
1.7.6 <i>Critesriosn de exclusion:</i> .....	81
1.7.7 <i>Fase Heurística</i> .....	81
1.7.8 <i>Fase Hermenéutica:</i> .....	82
1.7.9 <i>Fase de consolidación monográfica:</i> .....	82
1.7.10 <i>Fase de validación</i> .....	82
1.7.11 <i>Aspectos Éticos:</i> .....	82
<i>CAPITULO II</i> .....	83
2. <i>Sector Agrícola en Colombia</i> .....	83
2.1 <i>Cultivo de arroz en Colombia</i> .....	83
2.2 <i>Producción de plaguicidas</i> .....	87
2.4 <i>Situación Actual por la Contaminación de Plaguicidas</i> .....	89
2.5 <i>Plaguicidas</i> .....	89
2.5. <i>Clasificación</i> .....	90
2.6 <i>Uso</i> .....	90

2.6.1 Generalidades de los plaguicidas .....	91
2.6.2 Mecanismo de acción de los plaguicidas en el cuerpo humano.....	91
2.6.3 Modo de incorporación y de acción en la plaga.....	93
2.6.4 Modo de Acción.....	94
2.6.5 Penetración en la planta.....	94.
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>96</b>
3. Efecto de los Plaguicidas en el Ambiente.....	96
3.1 Suelo.....	97
3.1.1 Transporte de un contaminante durante infiltración vertical.....	97
3.1.2 Aire.....	98
3.1.3 Plaguicidas en agua.....	98
3.1.4 Mecanismo de propagación de un contaminante en el agua subterránea.....	100
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>101</b>
4. Efecto de los plaguicidas en el salud.....	101
4.1 Salud.....	101
4.2 Efectos a la salud de plaguicidas .....	102
<b>CAPITULO V METODOLOGIAS DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>104</b>
5. Metodología de tratamiento.....	104
5.2 Humedales de flujo subsuperficial (HFS).....	105
5.3 Fito remediación.....	106
5.4 Rizo filtración.....	106
5.5 Vetiver.....	107
5.6 Procesos avanzados de oxidación (PAOs).....	108
5.7 Procesos fotoquímicos.....	109
5.8 Fotocatálisis solar heterogénea.....	109
5.9 Foto-fenton. (fotocatálisis homogénea).....	109
5.10 Fotolisis del agua en el ultravioleta de vacío (UVV).....	109
5.11 UV/Peróxido de hidrógeno.....	109
5.12 Procesos no fotoquímicos.....	111
5.11 Ozonización con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	111
5.12 Oxidación electroquímica.....	111

<i>5.13 Radiólisis <math>\gamma</math> y tratamiento con haces de electrones</i> .....	112
<i>5.14 Plasma no térmico</i> .....	132
<i>CAPITULO VI</i> .....	100
<i>6. Discusión</i> .....	114
<i>7. Conclusiones</i> .....	120
<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	134

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Crecimiento agropecuario.....	86
Figura 2 Paises con mayor promedio de uso de plaguicidas.....	88

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Procesos naturales de remoción en un humedal artificial.....	105
Tabla 2 Mecanismos de fitorremediación.....	106
Tabla 3. Ventajas de los Procesos avanzados de oxidación.....	109
Tabla 4 Ventajas y Limitación de la oxidación electroquímica.....	112

## DEDICATORIA

*A Dios por ser el motor por las grandes bendiciones y oportunidad que me ha brindado ,por iluminar mi camino guiándome en mi caminar y fortaleciéndome para salir adelante.*

*A mi familia por infundir en mi vida y deseo de superación, resaltando el apoyo incondicional momentos por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar agradecer a Dios por permitirme terminar los estudios , a mi familia por el apoyo incondicional, comprensión y tiempo; gracias a ellos pude salir adelante y culminar la meta . A mi tutor Luis Fabián Yáñez Urbina que con sus conocimientos siempre estuvo dispuesto a ayudarme, darme su apoyo, consejos y conocimientos.*

*Muchas gracias por estar conmigo en este largo proceso.*

*A la Universidad Nacional Abierta y A Distancia por darme la oportunidad de afianzar y multiplicar mi formación profesional.*

*“Ponerse en movimiento es importante, pero lo más importante es mantener el entusiasmo inicial, persistir y no rendirse a pesar de las dificultades. La clave no está en no caerse, sino en saber levantarse y continuar”*

*Paulo Coelho*

## RESUMEN

Esta revisión documental se enfatiza en las alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas utilizadas en los cultivos de arroz en Colombia. Se hace un análisis económico del problema de la contaminación por el uso de plaguicidas en las actividades agrícolas, reconocimiento del sector agrícola en Colombia y cultivo de arroz, el uso de plaguicidas, situación de la contaminación por plaguicidas, efecto de los plaguicidas en el ambiente y en la salud, metodologías de tratamiento, además de exponer los aspectos fundamentales de los plaguicidas relacionados con la salud humana y el ecosistema se mencionó su uso, la clasificación, los usos más frecuentes, los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana y las alternativas de su empleo.

Palabras Claves: Agua, alternativas de tratamiento, contaminación, pesticidas, salud.

## **ABSTRACT**

This documentary review emphasizes the alternatives for the treatment of water contaminated by pesticides used in rice crops in Colombia, an economic analysis is made of the problem of contamination by the use of pesticides in agricultural activities, recognition of the agricultural sector in Colombia and rice cultivation, the use of pesticides, situation of pesticide contamination, the effect of pesticides on the environment and on health, treatment methodologies, as well as exposing the fundamental aspects of pesticides related to human health and the ecosystem its use, classification, most frequent uses, effects on the environment and human health and alternatives to its use were mentioned.

Key words: Water, treatment alternatives, pollution, pesticides, health.

## INTRODUCCIÓN

El arroz es el principal producto en la dieta alimenticia de los colombianos, y el más importante a nivel mundial por su aporte energético. Por lo anterior para la FAO (2004) “es un cultivo de gran importancia en la mayoría de países y especialmente en aquellos de bajos recursos donde representa un patrimonio cultural y una necesidad socioeconómica”(p.34).

Por lo anterior, es de gran importancia conservar e impulsar la industrialización de cultivos como éste-, mediante estrategias sanas y sostenibles para el medio ambiente, además Colombia es un país poco competitivo en el cultivo del arroz con poca incursión en mercados internacionales, al contrario se debe importar por que no satisface la demanda local— se ve la necesidad que el cultivo del arroz sea más rentable y competitivo a nivel mundial ha hecho que las distintas agremiaciones y empresas involucradas en esta explotación implementen nuevas alternativas que incrementen la competitividad. Es por tal motivo que surge la idea de implementar nuevas tecnologías en el cultivo, así volviendo esta explotación más rentable y siendo cada vez más competitivo.

Según Benítez (2002) “ la agricultura colombiana el uso de plaguicidas se utiliza para proteger a los cultivos de los efectos nocivos, que por su persistencia y su alto número de individuos se pueden convertir en una plaga no deseada” (p.15), se concluye que el uso indiscriminado puede tener efectos a largo plazo en la salud como cáncer, y enfermedades crónicas y que el medio

ambiente es uno de los entornos que a los que más está expuesto a la contaminación y degradación de los recursos, como el agua, los alimentos y el aire-.

Según, el documento “El Uso de plaguicidas en la agricultura” se afirma que Colombia, como parte de Sistema Andino armonizado de registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, debe apoyar en renovar los diferentes escenarios de su producción, comercialización, utilización y disposición final de los desechos provenientes del uso de plaguicidas” (PUNMA,1998,p.40).

En tal sentido importante resaltar la preocupación frente a esta problemática ya que el uso masivo de plaguicidas, carbamatos y organofosforados especialmente, con categorías toxicológicas I,II y III, ya que es una gran amenaza para la biodiversidad y la salud humana, debido al impacto perjudicial con el ambiente y su entorno.

El uso indiscriminado de los plaguicidas se puede ver reflejado por el continuo crecimiento demográfico en Colombia que actualmente se evidencia la necesidad de producir alimentos para toda la población, ha generado que los plaguicidas tengan un desempeño importante en su rápido avance en la producción de estos compuestos químicos.

Con lo anterior, y de acuerdo con lo que sugiere Satikas & Konidari\_(2001), -“la presencia de residuos de plaguicidas en el ambiente, y el interés público acerca de sus posibles efectos tóxicos ha obligado a instituciones oficiales internacionales a establecer los niveles de la máxima concentración permisible de estos químicos” (p.13).

Es evidente el deficiente control institucional por parte de las autoridades ambientales y municipales, hacer cumplir las normas ambientales y de seguridad industrial establecidas para evitar el deterioro de los ecosistemas y el uso de las malas prácticas por parte de los agricultores y el desarrollo de prácticas no convencionales para el cultivo de arroz.

## CAPITULO I

### 1.1 Descripción del problema de investigación

En Colombia uno de los sectores que genera una carga contaminante alta a los cuerpos de agua, es el sector agroindustrial, que pese a ser un generador de crecimiento económico está degradando los recursos naturales. Para Ramos (2002)– “se está afectando a los centros poblacionales al utilizar fertilizantes químicos y la inadecuada utilización de los procesamientos fitosanitarios causando daños ambientales en cuanto a la cantidad y calidad del agua disponible” (p.47).

Se infiere que en la actualidad no es posible una agricultura con altos rendimientos sin la utilización de compuestos químicos que brinden medidas de protección debido al constante crecimiento del sector agroindustrial es su constante crecimiento, aunque actualmente en Colombia se está promoviendo la implementación de criterios de sostenibilidad en los sectores productivos donde se establecen incentivos, sellos ecológicos y reconocimientos, que le brindan a los sectores mayor competitividad en el mercado, lo que motiva a los sectores a mejorar su desempeño en términos ambientales y sociales.

Los plaguicidas no han sido usados única y exclusivamente con fines agrícolas, su empleo ha estado asociado a la lucha antivectorial, principalmente contra los vectores

del Paludismo, Fiebre Amarilla y los vectores de la enfermedad de chagas, leishmaniasis, encefalitis, tífus, entre otras (Rubio & Vallejo, 2014, p.56).

Los plaguicidas y otros productos tóxicos pueden causar muchas enfermedades a largo plazo, algunos problemas de salud son el cáncer, daños al sistema reproductivo, al hígado, al cerebro y a otras partes del cuerpo- debido a la exposición.

El empleo de plaguicidas en la agricultura y la lucha antivectorial implica riesgos para el hombre, los animales y el ambiente. Así como su uso indiscriminado genera resistencia y resurgencia de las plagas y –efectos indeseables.

La industria colombiana de plaguicidas se inicia en el proceso de formulación de productos en el año de 1962, basado en las importaciones de ingredientes activos de diferentes países en el mundo. Hacia el año de 1964 se amplía la tecnología de la industria hacia la síntesis de algunos ingredientes activos basada en la utilización de materias primas de origen nacional o importado. La síntesis a nivel nacional se inicia en 1985 con un herbicida y en 1995 con un fungicida (Costa, 2013, p.15).

Para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005) –“en términos generales, se estima que la tasa de utilización de la capacidad instalada para la formulación de plaguicidas en Colombia es del orden del 60 % se tienen registradas 98 empresas dedicadas a la producción y comercialización de plaguicidas” (p.13).

Así mismo la agricultura moderna ha ido aumentando progresivamente la utilización de productos químicos, con la finalidad de aumentar la productividad de los sistemas agrícolas, sino

también para evitar su disminución debido a prácticas de manejo inadecuadas. –Según afirma (García.2010) “los plaguicidas corresponden a una amplia gama de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas utilizadas para el control de plagas y enfermedades en las actividades agropecuaria y forestal” (p.20). Esto se ve reflejado en la industria química ha continuado produciendo y lanzando al mercado gran cantidad y diversidad de nuevos productos que los productores agropecuarios utilizan en forma intensiva, sin un control de los efectos sobre el ambiente y la salud humana.

Es importante reflexionar que la contaminación del ambiente y las personas que generan estas sustancias se produce en todo el ciclo de vida, es decir desde su fabricación pasando por el transporte, envasado, uso, contaminación de alimentos, suelo, agua, disposición final de envases y productos contaminados en, general- -además -se crean -problemas importantes de analizar —que son los mayores residuos que quedan en las plantas y la contaminación ambiental amenazando así la salud del hombre y los animales determinándose un mal uso y mal manejo de plaguicidas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son las alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas utilizadas en los cultivos de arroz en Colombia?

### 1.3. Justificación

En Colombia, los plaguicidas son utilizados ampliamente en diferentes campos, principalmente en la agricultura para mejorar la calidad y la cantidad de los alimentos, a nivel doméstico para eliminar insectos y a nivel de la salud pública, para el control de vectores transmisores de enfermedades, entre los efectos adversos que se pueden citar están la contaminación ambiental y la toxicidad para los humanos. Para Fernández (2010) “una de las mayores metas tanto a nivel internacional como nacional será el de lograr un uso racional de los insumos químicos que se generan en las cadenas productivas de alimentos” (p.30).

El uso de productos químicos en la agricultura ha supuesto un rendimiento de las cosechas como un gran beneficio, sin embargo ha traído como consecuencia la llegada de estos residuos a las fuentes de agua a desequilibrado el ecosistema. Es necesario el establecimiento de nuevas tecnologías y nuevos métodos debe ser acompañado por un cambio cultural, educación a los productores y apoyo gremial creando una conciencia.

Según La FAO (2014) “establece las principales dimensiones ambientales y de salud pública del problema de la calidad del agua dulce en el mundo como los siguientes: cinco millones de defunciones anuales debido a enfermedades transmitidas por el agua, disfunción del ecosistema y biodiversidad” (p.60).

En la actualidad, las actividades antrópicas que generan grandes cargas de contaminantes, se encuentra el uso de los plaguicidas como un producto químico al que se le ha atribuido la contaminación de sistemas hídricos— utilizado en las actividades agrícolas, industriales y

extractivas, siendo un problema latente que como consecuencia a su exposición el consumo de alimentos contaminados es cada vez mayor. Para- Cochard (2014) “la concentración de plomo, cadmio, arsénico y mercurio, son algunos de los compuestos de los que están fabricados los plaguicidas inorgánicos, los cuales están siendo consumidos por la comunidad en general” (p.79).

Es por lo anterior que el uso de plaguicidas en la agricultura implica numerosos riesgos para la salud de la población, los animales y el medio ambiente, aumentando el uso del producto en altas concentraciones y por tanto el incremento de impactos negativos, aun así la agroindustria en Colombia presenta una dependencia de la evolución de la actividad agrícola, especialmente de la agroindustria.

En Colombia el cultivo de arroz es catalogado como uno de los más importantes en el sector de la agricultura sin embargo este cultivo sobresale debido al volumen de agua extraídas de fuentes superficiales o subterráneas y en donde se identifica la importante presión ejercida hacia el recurso hídrico (Costa, 2013, p.41).

Es por lo anterior la importancia de disminuir los impactos negativos, que- produce la utilización de pesticidas debido a la intensificación de la agricultura, motivada por la necesidad de proveer productos agrícolas a una población cada día creciente, trae como consecuencia la proliferación de plagas y enfermedades. La alta presión de los diferentes problemas fitosanitarios y su manejo inadecuado, conducen a que éstos ejerzan un impacto negativo no sólo en las cosechas, sino en el suelo, el agua y en la calidad del agroecosistema. Por ello, día a día, es fundamental que los productores realicen un manejo integrado de plagas, partiendo del diagnóstico adecuado e incorporando prácticas como el uso de estrategias de control biológico, control botánico y prácticas de manejo cultural, entre otras.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar una revisión documental sobre las alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas en cultivos de arroz en Colombia.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

1. Identificar alternativas de tratamiento para el agua contaminada por el uso de plaguicidas en el cultivo de arroz en Colombia.
2. Reconocer la metodología de tratamiento que logran minimizar la contaminación de agua por plaguicidas
3. Establecer las consecuencias para la salud de la contaminación por plaguicidas.
4. Analizar el grado de afectación del sector agrícola en el cultivo de arroz en Colombia

## 1.5 Marco Teórico.

De acuerdo a (Martinez.2006) “el hombre siempre ha tenido que enfrentarse a enfermedades, molestias y grandes pérdidas económicas. Algunos de los métodos de control de plagas datan de muchos siglos, los agricultores antiguos utilizaban casi totalmente productos naturales o preparaciones derivadas de ellas”(p.45). Además de la contaminación del medio ambiente, uno de los principales problemas derivados del uso de plaguicidas, es la alta incidencia de intoxicaciones y muertes que se producen anualmente.

En Colombia, en el año 2007 se cultivaron 438.892 hectáreas de arroz, que produjeron 2.696.628 toneladas. El arroz es el tercer producto agrícola en extensión, después del café y el maíz, representa el 13% del área cosechada en Colombia y el 30% de los cultivos transitorios. Su producción representa el 6% del valor de la producción agropecuaria y el 10% de la actividad agrícola colombiana (Martinez, 2006, p. 3)

Además debido a la necesidad de que el cultivo del arroz sea más rentable y competitivo ha llevado a que las distintas agremiaciones y empresas involucradas en esta explotación implementen nuevas alternativas que incrementen la competitividad.

Entendiendo que los plaguicidas son sustancias o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio.

Para Espinal (2005) “el arroz es el tercer producto agrícola en extensión, después del café y el maíz. Representa el 13% del área cosechada y el 30% de los cultivos transitorios”(p.35). Su

producción representa el bajo porcentaje de la producción agropecuaria aunque el arroz se cultiva en casi todos los departamentos del país.

Según Garcia (2010) “En el país, predominan grandes modalidades del cultivo del arroz: el mecanizado, donde se emplea maquinaria agrícola para realizar las labores del proceso productivo del cultivo, y el manual donde solo se emplea mano de obra en proceso productivo” (p.25).

Por otro lado los efectos graves sobre la salud humana relacionados con los plaguicidas se deben a intoxicaciones agudas, intoxicaciones colectivas por alimentos contaminados, accidentes químicos en la industria exposición laboral en la agricultura. También podrían ser alarmantes para la salud pública los efectos crónicos cáncer, y efectos graves e irreversibles para la salud.

Las intoxicaciones asociadas con el uso de plaguicidas pueden ocurrir sin las medidas de control, debido al mal uso de los equipos de protección laboral y de los equipos de trabajo, según Cuevas (2013) “hay deficientes medidas de regulación, cambios en los patrones de uso de los plaguicidas y las diferentes mezclas que se hacen” (p.10).

Para Orozco, Torres & Pérez (2006) “La intoxicación aguda con plaguicidas es un problema mundial de salud pública y representa cerca de 300.000 muertes en todo el mundo cada año, han sido utilizados como pesticidas y agentes neurotóxicos”(p.65). Es importante tener en cuenta que su uso sigue siendo una amenaza constante para la población los plaguicidas han sido ampliamente utilizados en todo el mundo, y la intoxicación focalizándose en los países en desarrollo.

Es importante resaltar las muertes que se presentan en la población trabajadora y la comunidad en general debido al uso de plaguicidas, refleja la relación entre el agente y la persona expuesta,

pero además existe una interacción de otros factores que influyen, tales como: variables demográficas, aspectos educativos, tiempo de exposición, cultura y comportamiento, susceptibilidad de la persona, factores sociales, estado nutricional, factores económicos.

## 1.6 MARCO CONCEPTUAL

Para la FAO (2002) “ el plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, especies de plantas o animales”(p.65).

Ante esta situación se observa que entre los factores que limitan la producción agrícola y la calidad de las cosechas, están las plagas, las cuales atacan los cultivos, desde que las plantas inician su crecimiento, por otra parte las enfermedades transmitidas por vectores son un importante problema de salud pública en Colombia.

En resumen, los agroquímicos son sustancias que han demostrado ser eficaces a corto plazo para el combate contra las plagas dañinas que afectan los cultivos y son difícilmente sustituibles en la agricultura moderna, si bien es cierto que se puede moderar su uso mediante una correcta utilización, es de suma importancia la insistencia de proteger la salud, la conservación de los ecosistemas y un manejo integrado de plagas.

Son insumos que junto con los fertilizantes y las semillas forman parte del paquete tecnológico necesario para la producción de alimentos, aunque es indudable que constituyen una tecnología de riesgo por su gran potencial contaminante Beck (1998) señala al respecto:

Vivimos en una sociedad de riesgo y cuando hablamos de una sociedad de riesgo significa algo construido, y hablar de riesgo es discutir sobre algo que no está a la vista, pero que puede aparecer si no se toman ahora mismo cartas en el asunto (Beck, 1998, p.143-144)

Como se ha venido mencionado la utilidad y la importancia económica de los plaguicidas en el desarrollo de la agricultura, no obstante es necesario destacar que su potencial de riesgo se incrementa por la aplicación intensiva indiscriminada y sin control, considerando que la mayoría de ellos pueden causar intoxicaciones o inclusive la muerte al hombre y a los animales, de la misma manera deterioran la flora y fauna silvestre, contaminan el suelo. Así como favorecen la generación de plagas resistentes o contribuyen al deterioro de la capa de ozono.

En 1995, el estado de Nayarit estado del oeste de México, fue considerado el primer lugar en intoxicaciones por plaguicidas, reportando 1938 casos y 43 muertes en un periodo de seis años (1990-1996). Estos datos fueron recogidos después de la investigación documental realizada por la investigadora independiente Patricia Romo sobre los Huicholes que trabajan en la cosecha de tabaco, cultivo predominante en ese estado (Romo, 1996,p .28).

Entendiendo entonces que el uso de los plaguicidas puede causar la contaminación de aire, suelo y agua, y directamente a través de la cadena alimentaria, afectar a seres vivos, como pájaros, peces, abejas y vida silvestre y así llegar al hombre a quien puede provocar severos daños a la salud con la posibilidad de producir escasez de agua y desaparición de especies.

### **1.6.1 Importancia del uso de plaguicidas.**

Se ha comprobado a través de diversas investigaciones los efectos adversos que los plaguicidas tienen sobre el medio ambiente y la salud humana, principalmente su uso intensivo e indiscriminado entonces uno se pregunta por qué se usan y cuál es su utilidad.

Los agroquímicos son sustancias que han demostrado ser eficaces a corto plazo para el combate contra las plagas dañinas que afectan los cultivos. Según FAO (2001) “alude que son difícilmente sustituibles en la agricultura moderna, aunque se puede moderar su correcta utilización, es de suma importancia la insistencia” (p.40).

Son insumos que junto con los fertilizantes y las semillas forman parte del paquete tecnológico necesario para la producción de alimentos, aunque es indudable que constituyen una tecnología de riesgo por su gran potencial contaminante. U. Beck (2001) señala al respecto: “vivimos en una sociedad de riesgo y cuando hablamos de una sociedad de riesgo significa algo construido, pero que puede aparecer si no se toman ahora mismo cartas en el asunto”(p.29).

Para ilustrar lo que acontece en este problema de contaminación ambiental considero interesante citar el siguiente texto:

La naturaleza regula y asegura la existencia de los distintos medios que hacen posible toda forma de vida, como son las aguas, los aires y los suelos. Los intercambios y los equilibrios que se producen en estos ámbitos o medios de la existencia son imprescindibles para el funcionamiento de todo el sistema del que también formamos parte los humanos. Al asegurar la permanencia y reproducción de estos equilibrios en los que coexisten (Lezama, 2006, p. 15).

Se puede inferir que esto se debe a la desaparición del hábitat o espacios vitales en los que transcurre la existencia de individuos y especies, así como el abuso en la explotación de eso que los seres humanos consideramos como nuestros recursos naturales pone en peligro la viabilidad de ecosistemas enteros puesto que las especies dependen unas de otras.

Según INEGI (1993) “el suelo se define como el conjunto de cuerpos naturales, originado por sustancias minerales orgánicas que contienen materia viva y vegetación en forma natural, que en algunos lugares ha sido transformados por la actividad humana” (p. 39).

Es importante resaltar el aumento demográfico ha obligado al hombre a producir una cantidad mayor de recursos alimenticios, lo que implica una utilización intensiva de los suelos con el fin de obtener mayor rendimiento agrícola.

Se debe mencionar que el aumento en la productividad por las tecnologías desarrolladas bajo el concepto de la denominada revolución verde ha tenido un alto costo ecológico al consumir grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas para mantener la producción de cultivos de alto rendimiento y valor comercial. A mi modo de ver en la agricultura una de las causas de este deterioro ha sido el abuso de agroquímicos, el uso irracional de plaguicidas al no tomar en cuenta la dosis adecuada, intervalo de aplicación y período de persistencia o usar plaguicidas prohibidos ha deteriorado la calidad de la tierra.

Para INEGI (1993) “la fertilidad del suelo esto es la pérdida del humus y de las sustancias que lo hacen productivo, los plaguicidas afectan la capacidad de que microorganismos del suelo reintegren los elementos necesarios a los diferentes ciclos biológicos” (p.28).

De acuerdo a estudios especiales sobre la evaluación de la desertificación convocada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), adoptó una definición de la desertificación en los siguientes términos donde para Sagarpa (1990) “Por desertificación se entiende, en el contexto de la evaluación, la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas derivadas de los efectos negativos de actividades humanas” (p.47). Se puede

inferir que la desertificación disminuye la resistencia natural de las tierras ante la variabilidad climática natural.

Si a lo anterior agregamos la degradación de los suelos por efectos del uso irracional de plaguicidas que deterioran la calidad productiva de los mismos, se está disminuyendo aún más el uso potencial del suelo agrícola. La conservación de los suelos depende primordialmente de que sean utilizados de acuerdo con sus aptitudes naturales y de que su manejo sea técnicamente adecuado.

En cuanto a la política ambiental que orienta todas las acciones gubernamentales hacia la consecución de un objetivo general que es la de armonizar el crecimiento económico con el restablecimiento de la calidad del ambiente, promoviendo la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, derivada de esta política se establecen las acciones específicas para la regulación, distribución y utilización de plaguicidas y establece cual es el marco constitucional que sirve de base a leyes para proteger la salud, el ambiente y el equilibrio ecológico.

Ademas el código de conducta de la FAO (2002) “describe la responsabilidad compartida de varios sectores de la sociedad para trabajar conjuntamente, de modo que los beneficios que derivan del uso necesario y aceptable de plaguicidas, sean logrados sin efectos adversos a la salud humana o al medio ambiente”(p.35).

## 1.7. Método

**1.7.1 Tipo de estudio:** Monografía de Recopilación, la cual consiste en la búsqueda electrónica de documentos relacionados con las alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas en cultivos de arroz en Colombia revisión documental y análisis de la información para dar cumplimiento a los objetivos y finalmente, realizar la discusión y conclusiones a partir de los hallazgos.

**1.7.2 Alcance:** Documental, Descriptivo y Analítico. Documental porque se basa en artículos de diferentes autores que se relacionan con el tema propuesto y avalados por la comunidad científica. Descriptivo porque se explican los hallazgos dando a conocer los detalles que aporten al desarrollo de los objetivos, y analítico porque a partir de estos documentos se logra realizar afirmaciones o negaciones, o simplemente despertar dudas que se plasmen en el desarrollo del tema.

**1.7.3 Población:** Documento producido sobre alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas en cultivos de arroz en Colombia

**1.7.4 Unidad de Trabajo:** Se realiza selección de documentos extraídos de bases de datos como PUBMED, REDALYC y RESEARCH GATE, documentos que figuran en GOOGLE

ACADÉMICO, a partir de los criterios de inclusión y exclusión definidos a continuación.

Tesauros en Ciencias de la Salud: MeSH – Medical Subject Headings DeCS – Descriptores en Ciencias de la Salud). MeSH de Medline (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=mesh>) y DeCS de la Biblioteca Virtual en Salud de BIREME-OPS (<http://www.bvsalud.org/php/decsws.php?lang=es>); Pubmed

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>); Science Direct (<http://www.sciencedirect.com/>); Scielo (<http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es>); Redalyc (<http://www.redalyc.org/>); Springer link (<http://link.springer.com/>); Ebrary (<http://www.ebrary.com/corp/>); EBSCO (<http://www.ebscohost.com/>); Proquest (<http://www.proquest.com/>); Scopus (<http://www.scopus.com/>). Research Gate (<http://www.researchgate.net/>). Explore scientific, technical, and medical research on sciencedirect. <http://www.sciencedirect.com/>

**1.7.5 Criterios de inclusión:** Documentos en español e inglés, que estén directa o indirectamente relacionados con el tema, completos, serán tenidos en cuenta todos los artículos publicados sin importar país de origen, artículos de investigación, revisión de casos, metanálisis, estudios de cohorte y casos y control, que hayan sido publicados entre 2000 al 2016, así como textos y diccionarios en versión electrónica actualizados.

**1.7.6 Criterios de exclusión:** Documentos con restricción definitiva de reproducción.

**1.7.7 Categorías de análisis:**

- Alternativas de tratamiento para el agua contaminada por el uso de plaguicidas en el cultivo de arroz en Colombia.

- Afectación del sector agrícola en el cultivo de arroz en Colombia

- Metodologías de tratamiento que logran minimizar la contaminación de agua por plaguicidas

**1.7.8 Fase Heurística:** Búsqueda electrónica de fuentes primarias y secundarias, sobre con las , alternativas para el tratamiento de aguas contaminadas por plaguicidas en cultivos de arroz en Colombia revisión documental de 2000 a 2016. En las bases de datos se introducen palabras claves y se seleccionan los artículos puedan aportar al desarrollo del tema y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión ya mencionados.

**1.7.9 Fase Hermenéutica:** Análisis de información a partir de la depuración de fuentes con priorización en primarias y luego secundarias. Inicialmente se selecciona y depura información relacionada con cada tema, posteriormente se agrupa autores por tema y luego se realiza el contraste de información y conceptos dados por los autores para proceder a construir el documento monográfico.

**1.7.10 Fase de consolidación monográfica:** En ella se documenta la síntesis y análisis de la información a partir del orden determinado por categorías de análisis y su estructura de contenido.

**1.7.11 Fase de validación:** los autores y asesores de este trabajo monográfico, hacen un proceso que permite reconocer la validez interna y externa del documento, posteriormente se realiza la validez a través de jurado lector para evaluar aspectos de forma y fondo del documento monográfico y de cada una de sus categorías de análisis.

**1.7.12 Aspectos Éticos:**

1. Respeto por los derechos de autor.
2. Solicitud de autorización, si se requieren adaptaciones en los documentos que oficialmente esté prohibida su reproducción sin autorización.

## CAPITULO II

### 2. SECTOR AGRICOLA EN COLOMBIA

En capítulos anteriores se ha explicado la acción de los plaguicidas, su importancia en la agricultura para la obtención de alimentos y los efectos adversos que ocasiona su uso irracional e indiscriminado. De igual manera se describieron los diferentes mecanismos de control y regulación de plaguicidas por parte de organismos nacionales e internacionales, todo este esfuerzo no ha sido suficiente frente a la degradación que ocasionan a los recursos naturales, sobre todo agrícolas y a la salud humana.

Ante esta situación no se puede ser indiferente, es necesario estar conscientes de los riesgos y crear conciencia pública, conciencia ambiental y de salud. La protección del medio ambiente es una forma de contribuir a la construcción integral del desarrollo para los seres humanos, si el medio ambiente está amenazado, si hay destrucción de los ecosistemas que constituyen la diversidad biológica también el desarrollo está amenazado. Por lo tanto, debemos intentar nuevas formas de atender las necesidades y problemas respetando a la naturaleza, en éste caso aplicando prácticas y técnicas ecológicamente racionales del uso de la tierra. Es por estas reflexiones planteo como alternativa al uso agrícola de plaguicidas la agricultura orgánica.

Para que un cultivo se considere orgánico es requisito indispensable estar certificado por un organismo acreditado ante la Federación Internacional de Agricultura Orgánica (IFOAM) con los estándares del departamento de agricultura de Estados Unidos. Estas certificadoras internacionales,

establecen principios y requisitos que el productor de cultivo orgánico debe cumplir. Mencionaré algunos de los estándares del programa de la certificadora OCIA Internacional (OCIA, 2005, p.25).

Se puede inferir que es una práctica eficiente y sana de producción de alimentos que respeta la naturaleza, al mismo tiempo que quien la realiza obtiene beneficios económicos importantes, se caracteriza por sustituir a los plaguicidas como insumo para combatir a las plagas que afectan a los cultivos. Estos abonos incrementan la resistencia de las plantas y les proporcionan minerales, retienen la humedad y evitan la erosión de los suelos otra de sus ventajas es que sus productos no producen daños a la salud de quien los consume y en el aspecto de costo beneficio existe una ganancia porque al no utilizar agroquímicos ni fertilizantes, cuyo costo se ha elevado y es mayor al del abono natural, sus costos disminuyen.

Según el Ministerio de Medio Ambiente (2000), “ Colombia es uno de los pocos países con gran potencial de expandir su área agrícola ya que se posee unas características especiales en el clima, además de contar con una alta biodiversidad, rico en recursos hídricos y minerales” (p.25).

De acuerdo con información de la FAO (2008) se estima que “existen en el mundo cerca 2.600 millones de hectáreas aprovechables para el desarrollo de nuevos cultivos que no están siendo utilizadas en la agricultura”(p. 52).

Así pues, se entiende que Colombia es un país con gran potencial agrícola, sin embargo como el uso inadecuado de los plaguicidas generan presiones sobre los recursos naturales, las riquezas con las que actualmente se cuenta están siendo desplazadas por actividades agrícolas, esta presión que se ejerce problemas de contaminación que destruyen los ecosistemas.

Para la Sociedad Nacional de Agricultores de Colombia SAC (2015), “la agricultura y la agroindustria están presentando cambios de acuerdo al aumento de la población y al agotamiento de los recursos esenciales para la producción agropecuaria y de factores indispensables en la producción efectiva a nivel nacional”.

Por otro lado el Dane (2015), “donde el 74,8 % del área agrícola corresponde a cultivos permanentes el 16 % a transitorios y el 9,2 % a asociados, el 64,9 % de lo sembrado en el área rural dispersa censada se destinó a cultivos agroindustriales y a tubérculos”.

## **2.1 Cultivo de arroz en Colombia**

El cultivo de arroz se cataloga como uno de los cultivos más importantes para el país, para Mejía (2000) “este tuvo un crecimiento del 12,9 % en comparación con otros productos importantes como el cacao, palma de aceite y frutales” (p.28).

De acuerdo a lo que sugiere Bustos, (2012) “aunque el arroz se cultiva en casi todos los departamentos del país, según cifras del Ministerio de Agricultura, cinco concentran el 77% de la producción nacional: Tolima, Meta, Casanare, Huila y Norte de Santander” (p.68).

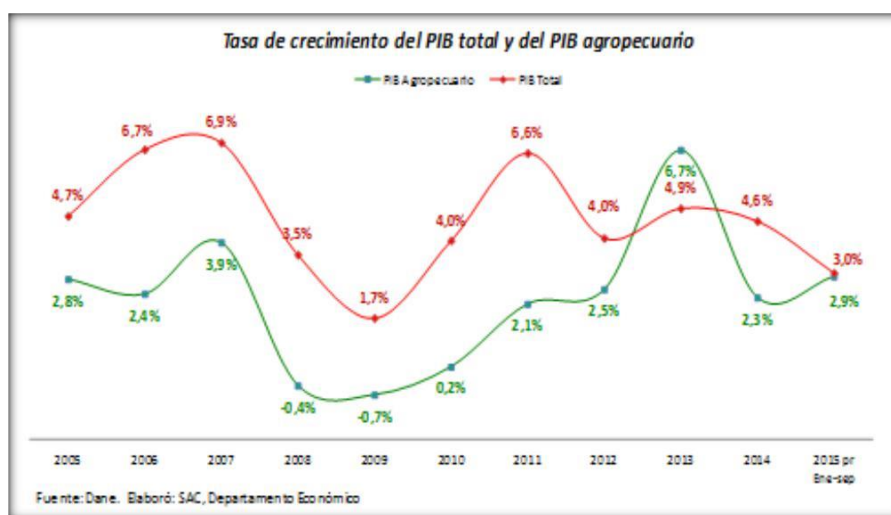
Hay que mencionar que para Pareja (2012) “que el arroz es uno de los alimentos de mayor demanda en el mundo y su consumo ha aumentado en las últimas décadas”(p.55), donde se puede concluir que implica el aumento en el uso y las aplicaciones de herbicidas, insecticidas y fungicidas, durante las diversas fases del cultivo para mejoramiento su producción.

Se importante tomar conciencia del buen manejo de los suelos de manera responsable con la intención de mejorar la fertilidad del suelo y buenas practicas, sobre todo si se trata de suelos pobres en nutrientes , para OPS /OMS (2013). “como muchos de los cultivos agrícolas que también

presentan plagas y enfermedades, por ser una importante fuente de nutrición y más producidos el uso de plaguicidas es inevitable que generen impactos en la salud y en el medio ambiente” (p. 41).

Según Mejía (2001) “para el año 2014 el PIB, creció 2,9 % comparado con el mismo periodo, que los puntos porcentuales por encima del nivel reportado un año atrás (2.8%) e inferior al total acumulado de la economía nacional que reporta un 3.0%” (p.51), donde se puede observar que las actividades agrícolas están en aumento, por lo cual se puede inferir que también lo harán las producciones de plaguicidas y así el aumento de la contaminación de los recursos naturales, como lo muestra la figura 1 se observa además se puede observar el crecimiento agropecuario ha tenido fluctuaciones desde el año 2005 hasta el año 2014, elevando su crecimiento a partir del 2012 y manteniéndose estable hasta el 2014, con crecimiento al crecimiento para el año 2015.

Figura 1 Crecimiento agropecuario



Nota: Fuente: Mejía, R (s.f). Balance preliminar de 2015 y perspectivas del 2016.

SAC, Departamento Económico.

## 2.2 Producción de plaguicida

Los productos agrícolas y su importante contribución a la economía colombiana con lleva a conocer cuáles son los agentes utilizados para su crecimiento, rendimiento y calidad, para el uso de los pesticidas, ya que son un importante factor en la producción de los productos agrícolas, según el Ica (2014) “Colombia aparte de ser una de los mayores países con una amplia biodiversidad también es uno de los países en el que incide un mayor uso de plaguicidas” (p. 17).

Para Uribe (2013) “En Colombia no se suplen las demandas nutricionales que exige una producción agrícola económica y ambientalmente viables” (p.23), según lo anterior se puede inferir que tanto muchos agricultores y campesinos aplican diferentes tipos de fertilizantes y plaguicidas para asegurar que sus cultivos crezcan de acuerdo a una producción aceptable acorde a las necesidades de calidad del mercado

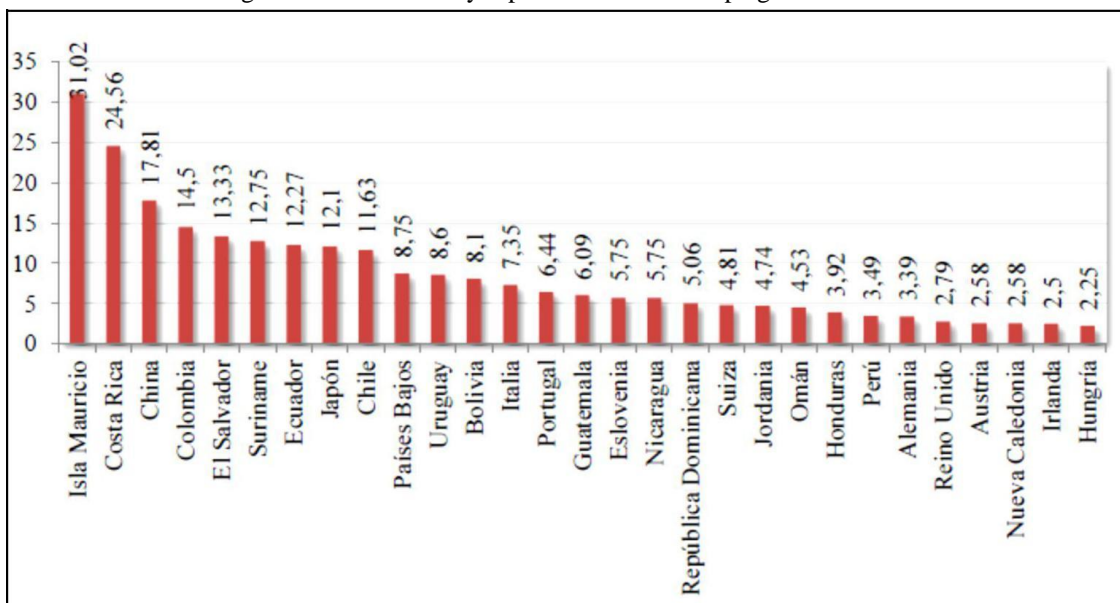
Como una de las consecuencias de los efectos del uso indiscriminado de los plaguicidas en los componentes de medio ambiente, se puede generar una acumulación de esos compuestos en los productos alimenticios, en el organismo humano y demás seres vivos, así como también por el manejo transporte y almacenamiento los funguicidas de mayor promedio de ventas que afectan directamente el entorno, es decir, en su ciclo de vida.

En Colombia para el 2011 y 2012, la intoxicación por plaguicidas constituyó el primer lugar en las intoxicaciones de todos los grupos de sustancias químicas. En Colombia la intoxicación por plaguicidas constituyó el primer lugar en las intoxicaciones de todos los grupos de sustancias químicas se deben seguir las especificaciones internacionales se ajusten a las especificaciones pertinentes de la FAO para plaguicidas agrícolas, y a

las especificaciones de la OMS sobre plaguicidas de interés para la salud pública (Mejia, 2013, p.23).

Colombia aparte de ser uno de los países con una amplia biodiversidad también es uno de los países en el que incide un mayor uso de plaguicidas, así lo demuestra la superintendencia de industria y comercio en el 2013 y tal como lo muestra la figura 2, en donde Colombia se encuentra entre los 5 primeros países que más utilizan estos productos.

Figura 2 Países con mayor promedio de uso de plaguicidas



Fuente: Grupo de Estudio Económico, (2013). Estudio Sobre Plaguicidas en Colombia. Recuperado de [http://www.sic.gov.co/drupal/recursos\\_user/documentos/Estudios-Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-Economicos/7\\_Estudio\\_Sobre\\_Sector\\_Plaguicidas\\_Colombia\\_Diciembre\\_2013.pdf](http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/Estudios-Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-Economicos/7_Estudio_Sobre_Sector_Plaguicidas_Colombia_Diciembre_2013.pdf), Elaborado por GEE-SIC a partir de datos de la FAO.

Con la información anterior –se puede inferir –que debido –a los diferentes tipos de suelos en donde se desarrolla la agricultura Colombiana no suplen las demandas nutricionales que exige una producción agrícola económica y ambientalmente viables y por tanto muchos agricultores y campesinos aplican diferentes tipos de fertilizantes y plaguicidas para asegurar que sus cultivos

crezcan de acuerdo a una producción aceptable acorde a las necesidades de calidad del mercado lo cual produce problemas fitosanitarios.

### **2.3 SITUACIÓN ACTUAL POR LA CONTAMINACIÓN DE PLAGUICIDAS**

Según Agudelo (2010) “los agroquímicos como sustancias químicas o mezclas de sustancias, destinadas a ser usadas en la producción agropecuaria”(p.14). Se puede concluir que la producción de arroz ha provocado la contaminación de recursos naturales y con ello la causa posible del deterioro de la salud del ser humano.

Para Badii (2007) “es de gran importancia incursionar en tecnologías avanzadas como la biotecnología se refiere a la tecnología su principal cualidad es la de ser cultivos resistentes a las plagas” (p. 30), lo que permite reducir el deterioro ambiental y de salud que ocasiona el uso de plaguicidas.

En mi opinión la biotecnología, como parte de la modernización técnica agroindustrial, juega un papel determinante en la justificación y en la estrategia de las grandes empresas que regulan y controlan cadenas agroindustriales de alto rendimiento. Las cadenas de pequeños y medianos empresarios no tienen acceso a los avances recientes de la biotecnología por no contar con el capital necesario para hacer un desarrollo biotecnológico complejo.

### **2.4 Plaguicidas.**

Por otra parte la FAO (2014) “define a los plaguicidas como cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a repeler, destruir o controlar cualquier plaga o a regular el crecimiento de las plantas” (p.23).

En este sentido la plaga es toda especie, variedad o biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas y productos, materiales o entornos vegetales que comprenden los vectores de parásitos o patógenos de las enfermedades de seres humanos y animales, así como los animales que causan perjuicio a la salud pública. Para Arévalo, (2012) “los plaguicidas se pueden clasificar en sintéticos, estas sustancias creadas para controlar o erradicar insectos que pueden llegar a ocasionar cualquier tipo de plagas que pueden afectar en forma negativa a la producción agrícola” (p.24).

## **2.5. Clasificación**

A su vez los plaguicidas se clasifican en función de algunas de sus características principales, como son la toxicidad aguda, la vida media, la estructura química y su uso donde la toxicidad. Según Gómez, (2011) “la toxicidad se mide a través de la dosis letal media (DL50) o de la concentración letal media (CL50). Ambos parámetros varían conforme a múltiples factores como la presentación del producto (sólido, gel, líquido, gas, polvo, etc” (p.31).

## **2.6. Uso**

Según Jovana (2011) señala que “los principales usos se sitúan en la agricultura, ganadería y cuidado de animales domésticos, en el tratamiento de estructuras, mantenimiento de áreas verdes, mantenimiento de reservas de agua, industria, salud pública y hogar”(p.22), es importante concientizarlos y resaltar que el uso de los plaguicidas está inmerso en todas las actividades laborales y de hogar diarias.

Dentro de los usos agrícolas se calcula que el 85 % de los plaguicidas en el mundo se usan en los cultivos de arroz, algodón, maíz, cebada, trigo. En cuanto a los usos de salud pública, aproximadamente el 10 % de los plaguicidas se usan para los programas de lucha antivectorial (Jovana, 2011, p.50).

### **2.6.1 Generalidades de los plaguicidas.**

La definición dada por Ramírez (2011) menciona “que los compuestos organofosforados que son ésteres, amidas derivados de los ácidos fosfóricos, fosfórico y fosfortoico, se descomponen con mayor facilidad y se degradan por oxidación e hidrólisis, dando origen a productos solubles en agua” (p.36).

A su vez para Pareja (2012) , describe que “los plaguicidas comprenden un vasto grupo de compuestos de síntesis de complejidad estructural variable. Son ésteres del ácido fosfórico y de sus derivados y comparten como característica farmacológica común y fundamental la acción de inhibir enzimas con actividad esterásica” (p. 52).

### **2.6.2 Mecanismo de acción de los plaguicidas en el cuerpo humano**

Por otro lado para Gómez (2011) “la acetilcolinesterasa desempeña un papel muy importante en el sistema nervioso, en donde normalmente para la transmisión de los impulsos nerviosos el organismo emplea un mediador químico, la acetilcolina, la cual se encuentra en las vesículas en las neuronas colinérgicas” (p. 33).

Cuando llega un impulso a un botón hace que se libere acetilcolina a la hendidura sináptica, la cual estimula la membrana postsináptica haciendo que se transmita el impulso nervioso. La acetilcolina debe ser removida de la hendidura sináptica para

evitar la transmisión nerviosa continua, la destrucción del mediador químico se realiza mediante la acción de una enzima. (León, 2000, p.20-34).

Así pues, para Díaz (2014) “en este mecanismo normal interfieren los ésteres fosforados bloqueando la acción de la enzima por medio de una fosforilación de sus puntos activos, impidiéndole así destruir la acetilcolina” (p.31). Donde se concluye que el resultado es una acumulación progresiva de la acetilcolina que se traduce en permanente estimulación de las estructuras.

Debido a que la acetilcolinesterasa es inhibida en forma irreversible por un éster organofosforado, la restauración de la actividad enzimática depende exclusivamente de la síntesis de nuevas moléculas de la enzima. (Ministerio de Medio Ambiente, 2000)

Según Shadnia (2005) “las intoxicaciones por plaguicidas son reconocidas por la (OMS) como un problema de salud pública y se ha estimado que se producen tres millones de intoxicaciones agudas cada año y entre 80 000 a 220 000 defunciones al año”.

Los radicales libres, estrés oxidativo y antioxidantes se han convertido en términos comunes cuando se habla de los mecanismos involucrados en el origen de casi cualquier enfermedad, Si bien es cierto que los radicales libres son elementos fundamentales en el metabolismo, también constituyen un riesgo, especialmente para las células (CICOPLAFEST, 2013,p.45).

Según Arango (1997) “las especies reactivas, generadas en situación de estrés oxidante, pueden iniciar procesos patológicos graves y favorecer su progresión debido al impacto en las proteínas; pueden afectar a proteínas de señalización de gran importancia biológica” (p.36).A su vez se presentan otras enfermedades como:

El cáncer es un conjunto de enfermedades de origen multifactorial. Se caracteriza principalmente por un crecimiento anormal, una proliferación acelerada y no controlada de las células, con capacidad de formar un tumor y metástasis en diferentes tejidos. El estrés oxidante y el proceso tumoral se encuentran estrechamente relacionados a través de la oxidación del material genético (Liotta, 1988, p.61).

El estrés oxidante y el proceso tumoral se encuentran estrechamente relacionados a través de la oxidación del material genético. Kuchino, Nishimura y el grupo de Grollman fueron pioneros en este tipo de estudios. Ellos demostraron que la oxidación de la guanina a 8-oxo-desoxiguanosina inducía errores en la replicación del ADN (Kuchino, 1991, p.77-79).

Otra de las afectaciones e implicaciones en la salud son el p53 que es

La proteína p53 es considerada como el “Guardián del Genoma”, debido a su función de promover la muerte celular programada de las células en las que el genoma ha sido dañado de forma severa, bien por sustancias tóxicas o por la radiación ultravioleta. Otras funciones de la proteína están relacionadas con la regulación del desarrollo, la reproducción o el metabolismo. (Celada, 1991, p.42-52).

### **2.6.2 Modo de incorporación y de acción de los plaguicidas en la plaga**

La incorporación se pueden distinguir tres tipos de incorporación del plaguicida en la plaga según el artículo, sanidad vegetal de la Universidad de Sevilla Díaz (2014):

1. Ingestión: por medio del alimento que realiza la plaga desde la planta
2. Contacto: Ocurre en aquellos plaguicidas que tienen la capacidad de atravesar el tegumento de los insectos y difundirse por su interior.

3. **Inhalación:** Son productos que se aplican en forma sólida, líquida o gaseosa, pero que poseen una alta presión de vapor, son por tanto muy volátiles, y penetran en el insecto a través de los estigmas.

Se puede concluir que las sustancias se relacionan con el modo de actuar del plaguicidas, la efectividad de estas sustancias es efectivo siempre y cuando se cumpla alguna de las tres consideraciones anteriormente mencionadas.

### **2.6.3 Modo de acción**

Se pueden distinguir tres modos de acción de los plaguicidas en las plagas según el artículo, sanidad vegetal de la Universidad de Sevilla Ordoñez (2011)

1. **Física:** Actúan formando barreras o produciendo ciertos efectos en el insecto. Es la forma de actuar de los aceites minerales, que recubren al insecto y lo asfixian.
2. **Fisiológica:** Interfieren en la fisiología del animal. Especialmente en aquellos en donde se interfieren con los procesos de muda y metamorfosis.
3. **Química:** La mayoría de las sustancias que actúan de este modo afectan al sistema nervioso en diversos puntos y formas de acción. Otros plaguicidas, en cambio, actúan sobre la respiración celular, a nivel de las mitocondrias, como ocurre con algunos acaricidas.

### **2.6.4 Penetración en la planta**

“Existen tres categorías de productos que pueden penetrar en las plantas, que son los productos sistémicos son aquellos que aplicados vía foliar o al suelo penetran en el vegetal y son transportados a bastante distancia por la savia, son capaces de atravesar la epidermis de las hojas y quedarse en el parénquima” (Rubio, 2014, p.54).

Se debe implementar con urgencia en Colombia, el monitoreo de los residuos de plaguicidas ya que es importante para garantizar no solo la inocuidad de los alimentos, sino también el cumplimiento de las buenas prácticas de fabricación. Un ejemplo que se recibe actualmente es la cooperación entre varias autoridades gubernamentales y organizaciones internacionales las cuales han establecido niveles máximos de residuos para regular las concentraciones de plaguicidas en los productos alimenticios.

Según HS Dórea (2004) “para evitar que las plantas de arroz se infesten de herbívoros, se han desarrollado muchos métodos de control. Los principales métodos de control desde la década de 1970 incluyen variedades resistentes, controles agrícolas, controles biológicos y controles químicos. variedades resistentes” (p.21).

La plantación de variedades resistentes es un método importante y seguro para el control de plagas. Hasta ahora, algunas variedades resistentes a las plagas de insectos del arroz, especialmente a las saltahojas del arroz, se han cultivado en el campo. Para (Lu et al (2002) “esto ha disminuido las densidades de población de herbívoros de arroz y la cantidad de insecticidas que se debe aplicar. Sin embargo, el número de variedades de arroz resistentes a herbívoros es pequeño; esto limita el potencial de variedades resistentes al arroz en el manejo de herbívoros “ (p.34).

Estos incluyen principalmente operaciones agrícolas que disminuyen las densidades de población de herbívoros. Según G. Abdollahzadeh (2015) “ como arar los arrozales a comienzos de primavera, sumergirlos en agua para matar a los barrenadores del arroz durante el invierno y

eliminar las plantas de arroz infestadas por los barrenadores en los campos para reducir las densidades de población de los herbívoros” (p.45).

Los controles biológicos incluyen principalmente la liberación de los enemigos naturales de los herbívoros, y mejorar la eficiencia y la densidad de población de los enemigos naturales de los herbívoros mediante operaciones agrícolas

Los principales métodos de control químico para las plagas de insectos de arroz incluyen la aplicación de insecticidas biológicos, como *Bacillus thuringiensis* (Bt), Spinosad y Azadirachtin, e insecticidas químicos. Para SM Hashemi (2011) “ esta última ha sido la principal medida de control para las plagas de insectos de arroz en China. Se aplican grandes cantidades de insecticidas químicos en los campos de arroz por año, causa una grave contaminación ambiental y el resurgimiento de los herbívoros, reduce las poblaciones “(p.45). Por lo tanto, es esencial desarrollar métodos seguros y efectivos para controlar las plagas de insectos del arroz.

La adopción de una innovación está influenciada por las características y circunstancias del agricultor y las características de la práctica, especialmente su ventaja relativa sobre las prácticas existentes y la capacidad de los propietarios para probar la práctica. Los agricultores adoptan una innovación si esperan que la práctica los ayude a lograr sus metas personales, que pueden incluir objetivos económicos, sociales y ambientales. Los agricultores toman decisiones sobre el uso de la tierra no solo en un contexto comercial, sino también en un contexto personal.

Para Pannell et al. (2006) “el contexto personal se refiere a las motivaciones intrínsecas para la toma de decisiones y se relaciona con las condiciones individuales y sociales en las que operan los agricultores, las capacidades de los agricultores, tales como el conocimiento, las habilidades y el poder, así como varias dimensiones psicológicas “ (p.19) . Según Ahnström et al., 2009, Greiner y Gregg, 2011; Greiner, (2015) “las motivaciones de los agricultores es importante en la explicación del proceso de toma de decisiones y las conductas de los agricultores tienen un papel central en la implementación del control biológico por lo tanto, la comprensión de sus motivaciones es crucial para diseñar incentivos políticos efectivos” (p.34). Comprender las motivaciones de los agricultores ha recibido más atención recientemente, ya que los científicos, asesores y responsables políticos consideran cómo alentar a los agricultores a realizar cambios de diversa índole.

Hasta la fecha, la investigación sobre las motivaciones de los agricultores en relación con la adopción del control biológico sigue siendo escasa. Según “ Timprasert et al., 2014; Hussain et al. (2011) “estos estudios sugieren que comprender la diversidad de la motivación es importante para promover la adopción de prácticas agrícolas sostenibles el tipo de motivación para la adopción de prácticas sostenibles se relaciona con las características del contexto agrícola y sus condiciones ambientales, socioeconómicas, demográficas de los agricultores “(p.45)

Cuando finalmente se identifiquen estas motivaciones, las estrategias para fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías pueden conducir a cambios sostenibles. Sin embargo, estos

estudios generalmente analizan el comportamiento de adopción real, en lugar de la intención de adoptar, mientras que hay poca comprensión de los constructos psicológicos subyacentes a las decisiones de los agricultores. La necesidad de comprender mejor los sistemas de conocimiento de los agricultores ha sido reconocida como una base para el desarrollo de las tecnologías de control de plagas adaptadas a las situaciones locales de agricultores.

### CAPÍTULO III

#### 3.EFECTO DE LOS PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE

Es importante recalcar que la contaminación de alimentos se puede presentar por la aplicación directa a ellos, por acumulación de plaguicidas, así como a través del manejo, transporte y almacenamiento de los productos

Adicionalmente Badii (2006), “manifiesta que como consecuencia de la amplia distribución de los plaguicidas en el aire, suelos, aguas y biota, se produce una acumulación variable de ellos en los elementos que constituyen la alimentación humana y por ende en el organismo humano”(p.52). La contaminación de alimentos se puede presentar por la aplicación directa a ellos, por acumulación de plaguicidas en las cadenas tróficas, así como a través del manejo, transporte y almacenamiento de los productos comestibles.

Así pues, los efectos en el ambiente según, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005) “se pueden agrupar en: corto plazo en el ambiente cercano, largo plazo en el ambiente cercano, largo plazo en el ambiente lejano” (p.56).

Esto se refiere al ambiente cercano del lugar en donde se aplica y causan contaminación inmediata y muerte de organismos como los insectos, también los plaguicidas tienen efectos perjudiciales, frecuentes en muchas regiones agrícolas que pueden llegar a afectar la biodiversidad.

En cuanto a los efectos a largo plazo en el ambiente cercano, para el Ministerio de Medio Ambiente (2000) “esto se refiere a los plaguicidas que son permanentes, aunque el producto deje de usarse en un lugar determinado, debido a su persistencia contamina los suelos, generándose acumulación en los cultivos y exposición de alimentos de la población”(p.12).

### **3.1 . Suelo**

Este es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida es vulnerable, de difícil y larga recuperación, por lo que se considera un recurso natural no renovable, el cual está formado por cinco componentes principales: minerales, aire, agua, materia orgánica y organismos vivos.

Para Sepúlveda (2013) considera que el suelo “por ser un elemento indispensable para las actividades económicas, es contaminado, y que por su función filtrante, transporta las sustancias hacia su interior como lo son productos fitosanitarios, fertilizantes y plaguicidas, que son aplicados directamente al suelo produciendo su esterilización” (p.63).

Según lo anterior se puede inferir que los compuestos tóxicos, por su capacidad de acumulación en las aguas o en el suelo puede producir un efecto negativo sobre los microorganismos generando impactos negativos.

#### **3.1.1 Transporte de un contaminante durante su infiltración vertical**

Según UNODC (2010) describen que el “comportamiento de un contaminante en el suelo dependen de las características del contaminante, así como las del suelo” (p.13). Dentro de los factores se pueden considerar los procesos químicos, procesos físicos y los procesos biológicos.

### 3.1.2 Aire

En la contaminación del aire basada en las fumigaciones aéreas, la gran extensión que abarcan los plaguicidas y el pequeño tamaño de las partículas contribuye a sus efectos, entre los que se cuenta el "arrastre" de partículas. (Sostenible U C, 2014)

De igual forma la dispersión de plaguicidas en forma líquida o en polvo para exterminar las plagas es hoy en día una práctica aceptada por muchos países. Los insecticidas suelen dispersarse en el aire para combatir los insectos voladores, aunque en ciertos casos los ingredientes activos de dichos productos sólo actúan después de depositarse en objetos fijos (Senasica, 2011, p.439-45).

En estos casos el aire se contamina con uno o varios productos cuyas propiedades nocivas se conocen y que también pueden ser tóxicos para el hombre este efecto tiene importancia si contamina zonas habitadas o con cultivos, y se hace muy evidente cuando se emplean herbicidas.

### 3.1.3 Plaguicidas en agua

Es importante resaltar que de acuerdo a lo mencionado por el OPS /OMS (2013) “en Colombia la riqueza hídrica se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua, distribuidos en la superficie total y por la presencia de enormes extensiones de ecosistemas de humedales”(p.63).

Para Badii (2008) los POF “son sustancias poco persistentes en el ambiente, por lo que sus efectos sobre él se observan fundamentalmente a corto plazo, es el grupo de insecticidas más grande y versátil en uso en la época presente”(p.22). Según los investigado los plaguicidas en los cultivos agrícolas del arroz disminuye la calidad del recurso, si bien somos unos de los países con mayor

recurso hídrico, la aplicación de estos plaguicidas deterioran la vida en los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Así mismo la contaminación de este recurso se puede dar de forma directa e indirecta la directa esa dada por la aplicación de pesticidas en las aguas, lavado de los envases, maquinaria o equipos contaminados, para Peña (2003) “los plaguicidas se pueden incorporar a las aguas mediante otros mecanismos por infiltración a los mantos de agua subterráneos o escurrimiento superficial a ríos, arroyos, lagos y embalses desde las zonas agrícolas vecinas. Por aplicación aérea sobre el terreno”(p.10).

Según lo anterior los residuos de plaguicidas se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo, arrastrados por el agua y el viento ,según Sepúlveda (2013) “los contaminantes por plaguicidas se abren paso hasta llegar a las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas transportadas por los ríos”(p. 39).

Según lo anterior se puede analizar que los plaguicidas químicos son usados por el hombre para el combate de plagas, enfermedades y malezas que afectan a los cultivos agrícolas. Grandes beneficios y ventajas aportan estos compuestos sintéticos, sin embargo su utilización no está exenta de dificultades e inconvenientes, pues son contaminantes del medio ambiente. En los últimos años se ha observado un deterioro de la calidad del agua y la actividad agrícola se encuentra dentro de aquellas actividades que influyen en el deterioro de la calidad de la aguas

Esto se debe según Criswell (1998) “muchos agricultores indebidamente lavan los contenedores y otros medios que utilizan en la aplicación de los plaguicidas contaminación” (p.10) presentándose así los efectos de la contaminación de en los cuerpos de agua, entre los más

distinguibles se tienen disminución y desaparición de la vida acuática, incremento de enfermedades hídricas.

### **3.1.4 Mecanismo de propagación de un contaminante en el agua subterránea.**

En este punto es importante precisar que el ciclo hidrológico es un proceso vital para la formación del agua subterránea, de acuerdo (2016), “es la sucesión de etapas del el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra la evaporación desde el suelo, aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y re evaporación”(p.44).

**Dilución:** La dilución del relativamente pequeño volumen de contaminante en el enorme volumen del acuífero generalmente no soluciona el problema. A escala local, las concentraciones seguirán siendo un problema.

**Filtración mecánica:** En materiales granulares finos pueden retenerse partículas en suspensión y microorganismos. En arenas gruesas, gravas o acuíferos fracturados, es casi inexistente. Además, la capacidad de cualquier filtro es limitada.

**Precipitación:** Pueden precipitar diversas sustancias según los cambios en el pH o el potencial redox del medio. Al igual que la filtración, puede disminuir fuertemente la permeabilidad del medio. (FAO, 2000, p.56)

## CAPITULO IV

### 4. EFECTO DE LOS PLAGUICIDAS EN EL SALUD.

#### 4.1 Salud.

La mayoría de los envenenamientos por plaguicidas se deben a la exposición durante varias semanas, meses o años, no por una sola exposición. Las personas pueden no enfermarse por los plaguicidas hasta muchos años después de entrar en contacto con ellos. En los adultos podrían pasar 5, 10, 20, 30 años o más antes de enfermarse debido a la exposición continua. El tiempo que la enfermedad tarda en manifestarse factores enfermedades causadas por plaguicidas pueden comenzar aun antes del nacimiento del bebé si la madre embarazada entra en contacto con plaguicidas.

Según lo que se ha mencionado anteriormente los efectos tóxicos de los plaguicidas hacia el ser humano son diversos, sin embargo, la afectación a la salud dependerá de la forma por la cual se ha llevado a cabo el contacto y los daños que se produzcan. Para Benítez (2014) “un daño crónico se presenta cuando se ha estado en contacto con concentraciones bajas de un producto, un daño agudo se presenta cuando por algún evento extraordinario el organismo entra en contacto directo con la sustancia tóxica a altas concentraciones” (p.30).

Además es importante resaltar que un plaguicida siempre tendrá un efecto negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. Puede darse una exposición directa a plaguicidas o una exposición indirecta en particular durante o después de

la aplicación de plaguicidas en agricultura, los daños de exposiciones agudas ocurren poco tiempo después del contacto con el producto y pueden provocar desde reacciones alérgicas y la muerte.

Se establecen que mientras las enfermedades pulmonares ocupacionales, las dermatosis, hipoacusia, intoxicaciones por plaguicidas y otros tóxicos y las alergias se agrupan entre las enfermedades y sintomatología como los son los desórdenes musculoesqueléticos como el dolor lumbar, las enfermedades cardiovasculares, los desórdenes mentales y enfermedades emergentes como cánceres ocupacionales (Weinberg, 2009, p.56)

Los plaguicidas y otros productos tóxicos pueden causar muchas enfermedades a largo plazo. Algunas señas de las enfermedades crónicas son: pérdida de peso, debilidad constante, tos constante o con sangre, heridas que no sanan, entumecimiento de las manos o los pies, pérdida del equilibrio, pérdida de la vista, latidos del corazón muy lentos o muy rápidos, cambios súbitos de humor, confusión, pérdida de memoria y dificultad para concentrarse.

Se puede concluir que las intoxicaciones agudas por plaguicidas son una de las principales causas de muerte por intoxicaciones en el mundo. Se puede decir que el consumo de alimentos puede ser una de las principales vías de contaminación por plaguicidas.

#### **4.2 Efectos a la salud de plaguicidas**

De acuerdo a Fernández (2010) “las intoxicaciones con compuestos pueden generar cuadros clínicos: la intoxicación aguda, el síndrome intermedio y una neurotoxicidad, la intoxicación aguda síntomas denominados síndrome colinérgico el cual se presenta como consecuencia de la excesiva estimulación de los receptores de acetilcolina”(p.52).

El uso cotidiano de esos químicos contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, los recursos naturales, y afecta la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos.

Para la UNODC (2010) “la búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento” (p.30).

Como anteriormente se referencia un tóxico es toda sustancia capaz de producir algún daño en la estructura o función de un organismo afectándolo todo y se entiende como un conjunto de alteraciones fisiológicas producidas con diversas repercusiones para el ser humano.

En cuanto a la exposición laboral, según Burger et al. (1995) “ las etapas del manejo de plaguicidas con mayor riesgo son la carga de recipientes, mezclado, aplicación, la carga física, el calor, los hábitos higiénicos del operador y el tipo de plaguicida son factores que aumentan la absorción del plaguicida”(p.48).

Los trabajadores que mezclan, cargan y aplican plaguicidas tienen mayor riesgo de intoxicación, porque manejan fórmulas concentradas. Para Baluja (2000) “las regulaciones de seguridad para estos manipuladores de plaguicidas la constituye la capacitación, uso de equipo y ropa protectora que reduzca su exposición y la provisión de instalaciones de lavado para limpiarse después de haber estado expuestos a estos productos” (p.11).

Los efectos de un toxico pueden clasificarse de varias maneras así locales cuando el toxica afecta solamente el sitio donde se aplica o sistémicos cuando compromete todo el organismo, reversibles cuando los efectos son temporales o irreversibles cuando dejan lesiones permanentes o producen la muerte.

Los efectos agudos se manifiestan poco después de que el toxico ha ingresado al organismo. Según Ramírez JA (2001) “en las intoxicaciones agudas con plaguicidas los síntomas más comunes son: dolor de cabeza; debilidad general, nauseas, vómitos, dolores o calambres abdominales, diarrea, visión borrosa, sudoración, lagrimeo, salivación, dolores musculares, dificultad para respirar, pérdida del conocimiento, coma y muerte ”(p.22).

En lo que refiere a los efectos crónicos se demoran mucho más años en aparecer, son más difíciles de detectar, afectan órganos o sistemas vitales, como el hígado, los pulmones, el sistema nervioso, etc. Y sus efectos son generalmente irreversibles. De ahí la importancia de que la persona que trabaja con plaguicidas u otras sustancias tóxicas reciba exámenes médicos permanentemente.

La exposición a plaguicidas, ya sea durante su formulación, producción o utilización puede tener efectos adversos en la salud y el medio ambiente. Para Hagmar (2004) “aunque la población en general está expuesta a este tipo de compuestos, los agricultores constituyen el grupo de mayor riesgo y que requiere de estudios de biomonitorización para evaluar las enfermedades agudas y crónicas ocasionadas por la exposición a plaguicidas” (p.12).

Para el Centro de Información, Vigilancia y Asesoramiento Toxicológico (2014) “de acuerdo con los órganos que afectan los tóxicos reciben diferentes nombres tales como: neurotóxicos (afectan el sistema nervioso), hepatotóxicos (afectan el hígado), nefrotóxicos (afectan los riñones), fetotóxicos (afectan el embrión), mutagenico (potencial para producir alteraciones en el material genético ”(p.24).

Los efectos que produce una sustancia pueden ser de diversa clase entre los cuales los más comunes son: irritantes, producen una inflamación temporal del tejido que tocan, como la piel, los ojos o las vías respiratorias. Producen destrucción del tejido como la piel o los ojos . Producen reacciones de tipo alérgico después de varias exposiciones.

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (2004) “cada año entre 500,000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas y entre 5,000 y 20,000 mueren. 75% de los que fallecen son trabajadores agrícolas, el resto se debe a envenenamientos por consumo de alimentos contaminados. En total entre los dos grupos la mortalidad alcanza la cifra de 220 mil defunciones al año” (p.54).

Con el aumento del uso de plaguicidas, crecieron significativamente los accidentes y enfermedades asociadas. Según datos de la OMS (2013) “anualmente se intoxican dos millones de personas por exposición directa o indirecta a plaguicidas. De ese total, las 3/4 partes de afectados pertenecen a los países subdesarrollados, donde únicamente se utiliza el 25% de la producción mundial de plaguicidas” (p.19).

Los efectos indeseados producidos dependen del plaguicida, la dosis, la vía y el tiempo de exposición.

Los efectos agudos (vómitos, diarrea, aborto, cefalea, somnolencia, alteraciones comportamentales, convulsiones, coma, muerte) están asociados a accidentes donde una única dosis alta es suficiente para provocar los efectos que se manifiestan tempranamente. Los crónicos (cánceres, leucemia, necrosis de hígado, malformaciones congénitas, neuropatías periféricas, a veces solo malestar general, cefaleas persistentes, dolores vagos) se deben a exposiciones repetidas y los síntomas aparecen luego de un largo tiempo de contacto con el plaguicida. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.2013.p.19).

Por un lado, la acción del organismo sobre el contaminante que se traduce en su posible absorción, distribución, metabolización y eliminación. Estos procesos van a determinar que se alcance un determinado nivel de concentración del tóxico en el órgano.

En la adsorción según Ramírez JA (2013) “las principales vías de entrada son la inhalatoria y la dérmica. La vía digestiva puede ser otra vía de entrada, por penetración accidental en la boca o bien por la ingestión de partículas insolubles inhaladas que alcanzan la boca por acción del aparato mucociliar que arrastra el moco con las partículas” (p.54). La absorción vía digestiva es menos importante que la inhalatoria y la dérmica, pero que hay que tener en cuenta cuando se está expuesto a determinados tipos de polvo tóxicos.

La acumulación es capaz de prolongar los efectos del tóxico tras cesar la exposición debido a la liberación progresiva del producto acumulado, Según Arata AA (2000) “el tóxico acumulado está en equilibrio con el tóxico del plasma y se va liberando a medida que se metaboliza. Esta

acumulación puede aumentar el tiempo de permanencia del tóxico en el organismo. El tiempo de permanencia viene dado por su vida media biológica” (p.19)

La eliminación de los tóxicos o sus metabolitos pueden ser eliminados del organismo por diversas vías: renal, respiratoria, digestiva o secreción glandular. Para Renjel S (2011) “la mayoría de los compuestos se eliminan en gran proporción por la orina. Los productos volátiles son eliminados en parte por vía respiratoria, en un proceso contrario al de su absorción, algunos son eliminados por la bilis” (p.21).

No existe una estimación fiable de la incidencia mundial de intoxicaciones y enfermedades causadas por plaguicidas; sin embargo, expertos de la OMS (2014) han planteado que hay casi un millón de casos anuales con una letalidad de 1% sobre el total de casos. En países industrializados el porcentaje de casos con consecuencias neurológicas o psiconeurológicas a largo plazo, debidas a intoxicaciones agudas, se consideran entre un 4 a 9%” (p.40).

Los efectos inmunológicos existe la asociación entre la supresión de la respuesta inmune y el aumento en la incidencia de infecciones y cáncer. La exposición ambiental a sustancias químicas, muchas de las cuales son plaguicidas o contaminantes de estas sustancias, pueden alterar el funcionamiento del sistema inmunitario, provocando inmunodeficiencias que pueden acarrear enfermedades más severas.

Respecto a los efectos neurotóxicos Las distancias que separan el sistema nervioso de los vertebrados del de los invertebrados no son tan grandes. Según la Red de Acción en Plaguicidas del Reino Unido (2009) “como consecuencia, los insecticidas preparados para atacar el sistema nervioso de los insectos son igualmente capaces de producir efectos agudos y crónicos sobre otros vertebrados, incluido el hombre . Por lo tanto, no hay que extrañarse al encontrar alteraciones en

el sistema nervioso sensorial, motor, autónomo y en las funciones cognitivas y comportamentales, trastornos del sueño, cefaleas, etc., en las personas expuestas a los diferentes productos” (p.21)

## CAPITULO V

### 5. METODOLOGIAS DE TRATAMIENTO

A continuación se presentaran diversas metodologías que han surgido debido a la contaminación del recurso hídrico por plaguicidas y otro tipo de sustancias origen de las actividades humanas, sin embargo una de las mejores prácticas hasta el momento es el uso racional de estos productos que disminuye el riesgo de estas sustancias en el ambiente y el salud, estas metodologías han permitido reducir la concentración de metabolitos y compuestos parentales presentes en el agua.

#### 5.1 MÉTODOS BIOLÓGICOS.

Los sistemas bilógicos se basan en que en la naturaleza hay gran variedad de bacterias y organismos eucarioticos que se han desarrollado en ambientes altamente hostiles como es en lugares en presencia de plaguicidas incrementa los procesos de mediación microbiana, como mineralización, fijación de nitrógeno, amonificación y almacenamiento de carbono, lo que contribuye a mantener el equilibrio general dinámico de los ecosistemas. (Andrews,1991,p.94)

Los métodos biológicos son latentemente más eficientes y pueden llegar a completar la mineralización de los contaminantes, para Castillo (2004) “ los métodos de tratamiento químicos y físicos para que estos métodos sean realmente efectivos se debe conocer cuáles son los microorganismos responsables de la oxidación, reducción e hidrólisis que tienen lugar en los plaguicida”(p.31).

Se puede entender como un método natural que resulta de la acción de organismos vivos que tienen la capacidad de reducir las poblaciones de una plaga desarrollando así un mecanismo de agricultura sustentable lo que busca este método es reducir el impacto perjudicial de la plaga.

## 5.2 HUMEDALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (HFS)

En este tratamiento define Crites (1998) como “sistemas biológicos confinados mediante algún tipo de impermeabilización, que surgen a partir de la simulación de los mecanismos propios de los humedales naturales para la depuración de las aguas” (p.63).

Los humedales subsuperficiales pueden tratar con eficiencia niveles altos de DBO, sólidos suspendidos y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, trazas orgánicas y patógenas, se puede observar los procesos naturales que se llevan a cabo en este método, en estos procesos naturales se tiene en cuenta a los microorganismos, el oxígeno a través de las plantas y la estructura en la que está diseñada, que generalmente es un lecho que sirve como soporte para el enraizamiento de las plantas (Arriaga, 2012,p.48).

Tabla 1. Procesos naturales de remoción en un humedal artificial

Fase	Proceso
Acción Bacteriana	Conversión y transformación de contaminantes. En la transformación aerobia de los residuos orgánicos se consume oxígeno. Se realizan también transformaciones de productos orgánicos tóxicos. Siempre se reduce la DBO.
Absorción De Oxígeno	Si la lámina líquida del humedal no está en saturación de oxígeno disuelto, lo toma de la atmósfera, en una aireación natural.
Desorción De Oxígeno	Es una operación unitaria en la cual se pone en contacto una corriente la eliminación de materia desde un medio adsorbente, usualmente para recuperar material. líquida con una
Degradación Natural	La supervivencia de muchos organismos tiene un plazo limitado, por ello gran parte de ellos muere pasado un periodo de tiempo en el humedal. Por otra parte, la acción fotoquímica provoca la oxidación de muchos componentes orgánicos.
Volatilización	Los contaminantes volátiles presentes en el líquido se transfieren a la atmósfera.

Nota: fuente: adaptado de Mariano, (2004) en Arriaga, (2012).

Fuente: adaptado de Arriaga, (2012). Tratamiento de pesticidas mediante un sistema acoplado de fotocatalisis solar y humedal subsuperficial. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7629/1/7720-0445970.pdf>

### 5.3 FITORREMEDIACIÓN

Los tratamientos biológicos consisten en la remoción, transferencia, estabilización y degradación y neutralización de compuestos orgánicos, inorgánicos y radioactivos que resultan tóxicos en suelos y agua, así pues dentro de este grupo se destaca la rizofiltración para en este tratamiento se provecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos (Sepúlveda, 2013.p.23). A continuación se dan a conocer los métodos de fitorremediación mecanismos de cada proceso y los contaminantes.

**Tabla 2** Mecanismos de fitorremediación

Proceso	Mecanismo	Contaminantes
Fitoestabilización	Complejación	Orgánicos e inorgánicos
Fitoextracción	Hiperacumulación	Inorgánicos
Fitovolatilización	Volatilización a través de las	Orgánicos e
Fitoimmobilización	Acumulación en la rizosfera	Orgánicos e
Fitodegradación	Uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes	Orgánicos
Rizofiltración	Uso de raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua	Orgánicos e inorgánicos

Nota: fuente: adaptado de Ghos y Singh, (2005) en Delgadillo, et al. (2011). Fuente: adaptado de Delgadillo, et al. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597

### 5.4 RIZOFILTRACIÓN.

Este tratamiento se da por medio de las raíces de las plantas para la eliminación de los compuestos contaminantes para el tratamiento de efluentes contaminados, plantea que las plantas que se utilizan con este fin se cultivan en invernaderos, con las raíces sumergidas en agua, en lugar de tierra sus raíces se colocan en contacto con el agua o efluente a tratar (Uribe, 2013p.23)

Según (Fernández.2001) “se describen los procesos que interfieren en la depuración por las macrófitas flotantes, entre las que se destacan el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), la salvinia (*Salvinia Spp*), la redondita de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), y algunas especies de lentejas de agua (*Lemna Spp*, *Spirodella Spp.*) ” para se encuentran los siguientes tres mecanismos.

1. Filtración y sedimentación de sólidos.
2. Incorporación de nutrientes en plantas y su posterior cosechado.
3. Degradación de la materia orgánica por un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas; y en los detritos del fondo de la laguna, dependiendo del diseño.

## **5.5 VETIVER**

Según Sepúlveda (2013) “es un método a bajo costo para tratar aguas residuales domésticas e industriales, en investigaciones se ha demostrado que el vetiver puede ser usado bajo condiciones hidropónicas; es nativa de ambientes higroscópicos, como humedales, lagunas, pantanos” (p.54).

Según (Acero D.2003) “reportes de Brasil sugieren que el Vetiver es resistente a varias especies de nematodos del género *Meloidogyne*. En la mayoría de los casos las plagas y enfermedades del vetiver pueden ser mejor controladas mediante la quema, que es una práctica importante en el manejo general de los setos de vetiver. En China la presencia del huésped alternativo para el barrenador del tallo del arroz lo ha afectado” (p.12).

Además según lo consultado -es extremadamente tolerante a sequías así como a inundaciones y condiciones sumergidas por lo que se le considera efectivo para el caso de conservación y purificación de corrientes de agua ideal para los diferentes climas que presenta Colombia.

## **5.6 PROCESOS AVANZADOS DE OXIDACIÓN (PAOS)**

Las tecnologías o procesos avanzados de remediación están siendo aplicadas en países en desarrollo, se apoyan en los procesos fisicoquímicos que son capaces de generar cambios drásticos en la estructura química del contaminante.

Son varias la ventajas que tienen lugar en estos procesos, sin embargo para Domènech (2012) “su elevado costo de instalación puede dificultar la implementación de estos métodos, que se garantice durante todo el periodo del cultivo, el uso de estas tecnologías se suelen emplear otras sustancias químicas que pueden ser liberadas en el ambiente”(p.56).

A su vez tiene importantes implicaciones sociales y ambientales, en el cual cultivando el arroz se puede generar un valor agregado para los agricultores y así mismo protegiendo los recursos naturales. A continuación en la tabla 3 se dan a conocer las ventajas de los procesos avanzados de oxidación.

Tabla 3. Ventajas de los Procesos avanzados de oxidación

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transforman químicamente al contaminante.</li> <li>2. Generalmente se consigue la mineralización completa del contaminante.</li> <li>3. Usualmente no generan barros que a su vez requieren otro tratamiento.</li> <li>4. Son útiles para contaminantes refractarios que resisten otros métodos, sobre todo el biológico.</li> <li>5. Sirven para tratar contaminantes a muy baja concentración (ppb).</li> <li>6. No se forman subproductos de reacción, o se forman en baja concentración.</li> <li>7. Son ideales para bajar la concentración de compuestos formados en pretratamientos alternativos.</li> <li>8. Generalmente mejoran las propiedades organolépticas del agua tratada.</li> <li>9. En muchos casos, consumen mucha menos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Requieren equipos especializados.</li> <li>2. tienen un costo alto para el tratamiento de aguas con elevadas cargas de contaminantes.</li> <li>3. Elevado consumo de energía eléctrica</li> <li>4. Uso de reactivos.</li> </ol>

Nota. Fuente: Adaptado de Escudero. (2015) Fuente: Adaptado de Escudero. (2015) Regeneración de Aguas Contaminadas por Plaguicidas (Sustancias Prioritarias y Preferentes), con Elevado Potencial de Lixiviación, mediante Fotocatálisis Solar Heterogénea. (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia, España

## 6. PROCESOS FOTOQUÍMICOS

### 6.1 Fotocatálisis solar heterogénea.

Este proceso utiliza fotocatálisis nanoestructurada para maximizar la absorción de fotones y reactivos. Este proceso tiene ventajas tales como el bajo precio y la estabilidad química de la mayoría de los fotocatalizadores utilizados su aplicación al tratamiento de grandes volúmenes de agua es difícil, debido al costo de la radiación artificial a través de lámparas UV eléctricas la posibilidad de utilizar la radiación (Agudelo, 2010,p.23)

#### 6.1.1 Foto- fenton. (fotocatálisis homogénea)

Para Arévalo (2012) “los tratamientos Fenton y foto-Fenton son, probablemente, los procesos avanzados de oxidación más utilizados para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial,

ya que se han empleado para la eliminación de contaminantes en aguas de naturaleza muy variada” (p.63).

Sin embargo en un estudio de caso por Benítez (2005) “en donde evaluaron la eficiencia del sistema para tratar aguas agrícolas contaminadas por el plaguicidas por medio de la proporción de reactivos como resultado se obtuvo, que el sistema tuvo una alta remoción de la DQO” (p.45). Por lo anterior se puede concluir que esta puede ser una buena alternativa para la mitigación de las aguas agrícolas contaminadas.

### **6.1.2 Fotolisis del agua en el ultravioleta de vacío (UVV).**

Según Garcés (2011) en general “los métodos fotolíticos para la degradación de contaminantes disueltos en el agua se basan en proporcionar energía a los compuestos químicos en forma de radiación, que es absorbida por las distintas moléculas para alcanzar estados excitados para experimentar reacciones” (p.63).

Según lo anterior se infiere que la eficiencia de este proceso depende generalmente de la capacidad de absorción de radiación donde la eficiencia del proceso depende principalmente de la capacidad de absorción de radiación y de la presencia de otros compuestos.

### **6.2.2 UV/Peróxido de hidrógeno**

Tiene la capacidad de acelerar la generación de radicales  $\text{OH}\cdot$  que son capaces de transformar diversos compuestos orgánicos tóxicos/recalcitrantes en productos más biodegradables y menos peligrosos, proporcionando, de esta forma, mejoras para la trazabilidad de los efluentes industriales

Esta tecnología puede ser un pretratamiento antes de ser pasada por un tratamiento biológico el cual aumentaría la degradabilidad de los compuestos contaminantes, sin embargo el costo del consumo de la energía es alta y cabe la posibilidad de que se produzcan subproductos más contaminantes que los que se remueve en el proceso (Benítez, 2002,p.36)

Según lo indagado una de sus ventajas, radica en que no genera una alta toxicidad, sin embargo es un proceso que necesita una alta concentración de oxidante también como se requiere de la aplicación de la radiación ultravioleta, se requiere una carga de energía para la degradación de la materia orgánica y de más compuestos, los costos aumentan.

## **7. PROCESOS NO FOTOQUÍMICOS.**

### **7.1 Ozonización con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

La ozonización transforma los contaminantes en compuestos más simples, más refractarios al reactivo se logra una mejoría agregando agua oxigenada. Esta técnica es muy rápida y efectiva, ha sido probada con éxito en el tratamiento de aguas contaminadas con pesticidas y tintes, sin embargo su alto costo genera que sea prácticamente inaccesible este proceso. (Domènech, 2012, p.47)

### **7.2 Oxidación electroquímica**

Este método se clasifica como proceso avanzado de oxidación porque los electrones se transfieren al compuesto orgánico mediante la intervención de radicales hidroxilo. Así pues para Patiño (2011) la “aplicación de la oxidación electroquímica al tratamiento de efluentes

contaminados con compuestos orgánicos permite reducirlos, transformarlos o eliminarlos”(p.63).

Es decir, en la oxidación electroquímica, los compuestos orgánicos reaccionan con oxidantes moleculares generados electroquímicamente, para Castañeda (2014) “ la aplicación de este método al tratamiento de efluentes contaminados con compuestos orgánicos permite reducirlos, transformarlos o eliminarlos”(p.62).

De acuerdo con lo anterior esta tecnología de depuración de aguas contaminadas, persigue los siguientes objetivos la modificación de la estructura química de la molécula a tratar, haciéndola más biodegradable, la destrucción parcial de la molécula a estudiar y o la completa oxidación de la misma a sustancias inocuas para el medio ambiente. A continuación en la tabla 4 se dan a conocer las ventajas y limitaciones de la oxidación electroquímica.

**Tabla 4** Ventajas y Limitación de la oxidación electroquímica

Ventajas	Limitaciones
El electrón es un reactivo económico	Exige conocimientos amplios y de diferentes ramas
Tecnología compatible con la preservación del medio ambiente	Menor rendimiento espacio- tiempo
Facilidad de control	
Condiciones de procesos más suaves (temperaturas de operación bajas)	
Seguridad de operación	
Posibilidad de tratar dos	

Nota: fuente adaptado de Ramos, et al (2002)Fuente adaptado de Ramos, et al (2002) Avances en calidad ambiental. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=WAgRdxAGtQC&pg=PA619&dq=ventajas+oxidaci>

### 7.3 Radiólisis $\gamma$ y tratamiento con haces de electrones.

Según Blesa (2004). Este es un “proceso basado en la generación en las aguas a tratar de electrones altamente reactivos, iones radicales y radicales neutros por exposición a haces de partículas másicas u ondas electromagnéticas de alta energía” (p.36).

Para Castañeda (2014) “este proceso de oxidación avanzada es ideal para el tratamiento de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles en aguas subterráneas, residuales, potables y lixiviados. Ataca principalmente a compuestos, difícilmente oxidables y atacables por HO•” (p.64)

En este método generalmente los compuestos pueden ser mineralizados o bien degradados a productos de menor peso molecular, así pues este proceso no genera residuos, barros u otros desechos que necesiten tratamiento posterior, ni compuestos tóxicos como las dioxinas, uno de sus inconvenientes son el alto consumo energético y que no es rentable para concentraciones altas de contaminantes.

### 7.4. Plasma no térmico

El plasma se refiere a lo mencionado por Díaz (2007) “la ionización de un gas que consiste en una corriente o masa eléctricamente neutra de moléculas, átomos ionizados y electrones que pueden producirse de varias formas y que presenta la propiedad de ser sensible a campos magnéticos y eléctricos” (p.51).

Según lo indagado el plasma no térmico constituye una tecnología emergente que ha demostrado la aplicabilidad de esta tecnología para la eliminación de diferente tipos de compuestos entre los que destacan: olores, materiales orgánicos, los gases de combustión y reducción de partículas.

De acuerdo a lo mencionado por Fernández (2016) “este gas puede generarse, en forma no térmica, por una descarga eléctrica de un gas con un haz de electrones de alta energía, y una vez formados, los electrones son acelerados liberando más electrones en el proceso”(p.21).

Según lo antes expuesto el método que elijo es la Biorremedación ya que se presenta como el mecanismo más importante para la restauración de aguas contaminadas con pesticidas utilizados en los cultivos de arroz. Según Moschet, I (2014) “los procesos de biorremediación los cuales tienen una larga historia de aplicaciones para la restauración ambiental, sin embargo, existen desafíos únicos a considerar cuando se diseñan estrategias de biorremediación para recursos hídricos contaminados con pesticidas” (p.12). Los procesos tradicionales de biorremediación generalmente se dirigen a contaminantes químicos específicos que están confinados en el subsuelo a altas concentraciones.

Por el contrario, la biorremediación de los recursos hídricos contaminados con plaguicidas debe centrarse en los residuos de plaguicidas solubles que se transportan en la fase acuosa a bajas concentraciones. Además, los pesticidas ocurren en los recursos de agua junto con otros sustratos de carbono que están presentes en concentraciones similares o mayores. Para J. Benner (2013) “los degradadores de plaguicidas deben competir con las comunidades microbianas autóctonas por estos sustratos de carbono mientras mantienen la actividad de biodegradación frente a los plaguicidas “ (p.23).

La biodegradación se considera el medio más importante para la atenuación natural de los plaguicidas en el medio ambiente. Sin embargo, la biodegradación de plaguicidas solo ocurrirá en

condiciones ambientales favorables . Para M. Alexander (2011) “un factor crítico que determina el grado de biodegradación de los plaguicidas es la interacción entre el plaguicida degradante y la comunidad microbiana junto con la consiguiente competencia por otros sustratos de carbono orgánico asimilable (AOC) “(p.41).

Una variedad de procesos fisiológicos también son importantes para la biodegradación de pesticidas a bajas concentraciones. Por ejemplo, algunos degradadores de plaguicidas pueden mineralizar pesticidas objetivo en concentraciones ambientalmente relevantes por medio de una vía catabólica expresada constitutivamente. Según A. Simonsen (2012) En contraste, otros degradadores de pesticidas tienen uno o más genes catabólicos en la ruta que requieren inducción a concentraciones más altas que pueden conducir a la recalcitrancia o la acumulación de intermedios de biodegradación.

La inducción del gen catabólico también puede desempeñar un papel en el fenómeno de las concentraciones umbral que a menudo se informan en el rango de 1-100  $\mu\text{g} / \text{L}$  [ 17], aunque las causas específicas de las concentraciones umbral siguen siendo poco conocidas. La represión del catabolito de carbono también puede ser un proceso fisiológico importante que afecta la biodegradación de los pesticidas en entornos con diferentes tipos y cantidades de otros sustratos. (T. Egli .2010. p.41)

La mayoría de las estrategias de biorremediación que se consideran para los recursos hídricos contaminados con plaguicidas implican la biofiltración. Existen dos motivos principales

para esto. Primero, los pesticidas en los recursos hídricos son generalmente móviles. La biofiltración permite el diseño de un compartimento de biorremediación confinado a través del cual puede fluir agua contaminada con pesticidas. En segundo lugar, la hidrodinámica de algunos tipos de sistemas de biofiltración se puede controlar de tal manera que permita altas tasas de carga de pesticidas y otros sustratos de carbono, incluso cuando están presentes a bajas concentraciones.

Para B. McDowall (2009) “ la bioaumentación implica la aplicación de degradadores no nativos a un entorno contaminado o un proceso de ingeniería para mejorar la biodegradación de los contaminantes químicos objetivo “ (p.12). La bioaumentación se ha explorado a escala de laboratorio y a escala piloto para eliminar los compuestos de olor y sabor y los pesticidas durante la producción de agua potable.

## DISCUSIÓN

En el mundo actual, existe una concientización mucho mayor sobre los problemas que puede causar la utilización de éstas sustancias químicas, y existe una regulación adecuada para su uso, sin embargo existen todavía deficiencias importantes en cuanto a su manejo debido a diferentes causas: por falta de conocimiento de las normas existentes, desconocimiento técnico, sector agrícola artesanal con escasos recursos económicos que los lleva a utilizar plaguicidas baratos, pero no siempre los más adecuados, por lo tanto aún se continúan presentando en los trabajadores agrícolas intoxicaciones por plaguicidas, afectación de los ecosistemas por contaminación del aire, agua, ríos, y costas marinas, y el suelo agrícola al disminuir su fertilidad.

Existe una alternativa al uso de plaguicidas como lo es el cultivo orgánico de productos del campo ya que la agricultura orgánica es una práctica eficiente y sana de producir alimentos, que se caracteriza por sustituir los plaguicidas químicos por productos naturales para fertilizar la tierra y combatir a las plagas que dañan a los cultivos compuestos de materia orgánica que al fermentarse generan compuestos volátiles que son letales para las plagas y para microorganismos dañinos a las plantas, además éste tipo de abonos incrementa la resistencia de las mismas y les brinda nutrientes.

Además la agricultura orgánica utiliza prácticas culturales alternativas como lo son la conservación de suelos, siembra de arbustos, barreras vivas y manejo de sombras entre otras, otro factor que produce un margen de ganancia es que al utilizar abono que el mismo agricultor fabrica reduce los costos de producción.

La agricultura orgánica es sustentable con beneficios ambientales, económicos y sociales, no solamente porque trabaja con elementos naturales para valorar sus beneficios sino que por otra

parte éste sistema agrícola al utilizar abundante mano de obra, genera empleos contribuyendo al desarrollo.

El cultivo orgánico favorece la salud de los trabajadores agrícolas al no manejar plaguicidas, lo mismo que la salud de los consumidores, que somos todos, al tomar alimentos limpios y propiciar un ambiente libre de contaminantes es ambientalmente sustentable porque respeta la naturaleza al proteger los recursos renovables y no renovables aprovechándolos de manera racional utilizando la tecnología adecuada.

Por todo lo anterior es indudable que es una alternativa a la agricultura convencional, una oportunidad que deben aprovechar todos los que se dedican a cultivar los alimentos que la tierra nos brinda, con beneficios para ellos, para los que consumidores y por supuesto que la naturaleza estará agradecida

Si cualquier tipo de cultivo de producto agrícola puede convertirse a orgánico, y en el mercado internacional es muy demandado pagando sobreprecio, no se comprende entonces por qué el sector agrícola no muestra mayor interés por extender este tipo de cultivo.

La agricultura orgánica no está exenta de dificultades ya que el proceso de pasar de un sistema convencional a uno orgánico implica costos económicos y sociales para el productor y involucra cambios. Por otra parte debe haber un cambio en la concepción de agricultura, esto significa que incluya respeto a la naturaleza, a los derechos humanos fundamentales y valores sociales.

Es importante analizar el grado de afectación del sector agrícola en el cultivo de arroz en Colombia ya que la intensificación de la agricultura, motivada por la necesidad de proveer productos agrícolas a una población que cada día crece, y a consecuencia de estos se observa la proliferación de plagas y enfermedades. Es una realidad a nivel nacional la alta presión de los diferentes problemas fitosanitarios y su manejo inadecuado, conducen a que éstos ejerzan un

impacto negativo no sólo en las cosechas, sino en el suelo, el agua y en la calidad es fundamental que los productores realicen un manejo integrado de plagas, partiendo del diagnóstico adecuado e incorporando prácticas como el uso de estrategias de control.

Es vital identificar alternativas de tratamiento para el agua contaminada por el uso de plaguicidas en el cultivo de arroz en Colombia por la elevada aplicación de agroquímicos en la agricultura, ya que origina serios problemas de contaminación en los suelos y en los cuerpos de agua la presencia de estos contaminantes altera los ecosistemas, presentándose contaminación por sustancias tóxicas, cambios de temperatura y acidez, y la reducción en los niveles de oxígeno.

Dentro del contexto se deben reconocer las metodologías de tratamiento que logran minimizar la contaminación de agua por plaguicidas y tomar medidas que aporten a la minimización del impacto que se está generando, la adopción de buenas prácticas agrícolas por parte de los productores es variable, debido fundamentalmente al riesgo que implica realizar un cambio en la manera de producir, los agricultores deben asegurar su cosecha y el uso de agroquímicos de forma preventiva, especialmente en cultivos intensivos y a su vez la incertidumbre en los costos de producción es otra de las barreras que dificultan el implementar de un manejo integrado con reducción en el uso de plaguicidas.

Una de las grandes problemáticas es el control normativo es ineficaz si no va acompañado de otras medidas, como educación, incentivos, etc que depende en gran parte de la capacidad del gobierno de regular con eficacia y recaudar impuestos y a su vez la capacidad o interés de la comunidad agrícola en comprender y aplicar los programas de educación. El dilema fundamental sigue estando en compatibilizar los beneficios locales y a corto plazo que los agricultores fabricantes e importadores pueden conseguir aplicando plaguicidas peligrosos para el medio ambiente con el bien común que representaría la limitación o prohibición de su uso.

La industria colombiana de plaguicidas y herbicidas tiene una amplia participación de capital extranjero y en la actualidad su expansión ha conllevado a el empleo de plaguicidas en la agricultura y la lucha antivectorial que implica riesgos para el hombre, los animales y el ambiente.

Colombia es un país que por su posición geográfica presenta unas condiciones particulares climáticas y de alta biodiversidad, las cuáles se reflejan en numerosas plagas que atacan a los cultivos agrícolas, pero igualmente nos brindan la oportunidad de disponer de agentes naturales para el control biológico. En este sentido el país tiene el reto de manejar y controlar las plagas con criterios racionales que propendan por una agricultura sostenible.

Establecer las consecuencias para la salud de la contaminación por plaguicidas debe convertirse en un pilar fundamental ya que es una realidad que va aumentando de forma rápida una de las causas que pueden representar efectos no pensados en los consumidores de alimentos y de aguas y en aquellos trabajadores estrechamente relacionados con los plaguicidas.

La contaminación atmosférica por plaguicidas se presenta principalmente por aspersion, lo cual permite la pulverización en partículas muy pequeñas que permanecen suspendidas en el aire estas pueden ser fácilmente arrastradas por las corrientes de viento. Por otra parte la contaminación de aguas superficiales por plaguicidas permite la introducción de estos a la atmósfera debido a fenómenos de vaporización con respecto sobre el sobre la diversidad del suelo, la cual es impactada negativamente por la aplicación de los diferentes agroquímicos repercutiendo en la productividad del suelo, provocando que cada vez sea necesaria la aplicación de mayor cantidad de fertilizantes, lo que en definitiva se convierte en un círculo vicioso, que termina con la virtual inutilidad para la productividad agrícola de los suelos involucrados.

Analizar el grado de afectación del sector agrícola en el cultivo de arroz en Colombia permiten que por medio de iniciativas que resalten una adecuada utilización de estos productos al surgir

nuevas actividades económicas, ya que trae consigo un consumo desmedido al no disponer de las herramientas necesarias para su manipulación y los conocimientos adecuados además que generan impactos ambientales, sociales o económicos mayores sienta el sector agrícola una de las principales fuentes de producción de alimentos de más importancia a nivel mundial, es necesario que las medidas para producir estos alimentos sanos, de calidad y accesibles a toda la población sean eficaces, se debe garantizar que los ecosistemas de Colombia no serán acabados y que sus habitantes gozarán de un ambiente seguro.

Es urgente el desarrollo de tecnologías simples, de bajo costo y eficientes para la eliminación in situ de estos contaminantes en el ambiente. En la actualidad se han propuesto alternativas para reducir el consumo de plaguicidas como la modificación de las prácticas agrícolas, el uso de cultivos resistentes o el control biológico de las plantas. Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo estos medios de combate de plagas son utilizados muy poco tal vez debido a la cultura o las políticas agrícolas de los países.

Aunque la recuperación es un proceso costoso económicamente debe aplicarse los métodos de lucha contra la contaminación.

Entre todas las soluciones técnicas para eliminar los plaguicidas de las aguas subterráneas, están la captación y tratamiento de las aguas subterráneas, en especial aquellas con mayor contaminación, las mas próximas al foco de contaminación y con concentraciones mas altas, lo que constituye la solución mas económica y adecuada para depurar las aguas contaminadas.

El tratamiento de floculación decantación y filtración del agua contaminada es ineficaz para el conjunto de plaguicidas, a excepción del DDT, que se elimina parcialmente, también la filtración lenta tiene un efecto limitado sobre algunos productos.

## CONCLUSIONES.

Los plaguicidas por su propia naturaleza química tienen efectos benéficos al prevenir, destruir y controlar las plagas dañinas de los cultivos, conocemos su importante contribución al desarrollo de la agricultura para la obtención de mayor producción de alimentos a bajo costo necesarios para la sobre vivencia del hombre por lo que se considera difícil evitar su uso en la agricultura, por otro lado su poder contaminante que afecta la salud humana deteriora el medio ambiente, y en algunos casos particulares como es el bromuro de metilo que tiene una gran capacidad destructora de la capa de ozono.

Por lo tanto debemos reflexionar sobre la relevancia que tiene el uso de plaguicidas y la necesidad indiscutible de preservar la salud humana y el medio ambiente. ¿cómo saber cuál es el límite entre lo benéfico del uso de plaguicidas sin que se presenten los efectos indeseables y como lograr el equilibrio entre las necesidades humanas, el desarrollo y el cuidado de la naturaleza?

Es importante estudiar e implementar la aplicación instrumentos económicos como los aranceles a las importaciones y tasas ambientales, a ciertos productos que se consideren implican riesgo para la salud de las personas o al medio ambiente buscando la articulación de los sectores agropecuario, entidades responsables Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Medio Ambiente

Se puede observar que es necesario determinar los principales riesgos ambientales de los plaguicidas mediante investigaciones coordinadas en estudios piloto teniendo en cuenta sus propiedades, mecanismos y modos de acción, volúmenes de consumo, población expuesta y otros parámetros, para la toma de decisiones. Entidades responsables: ICA y los Ministerios de Salud y del Medio Ambiente.

Se observa que se hace necesario que se coordinen acciones de cooperación y apoyo mutuo entre las entidades competentes, tendientes al diseño y ejecución de políticas, reglamentos, planes y procedimientos de control técnico y seguimiento monitoreo producción, transporte, almacenamiento, comercialización, uso y manejo de plaguicidas en el territorio nacional y la disposición final de los desechos tóxicos generados por estas actividades.

Se concluye que la política ambiental además se deben explorar otro tipo de medidas como los incentivos económicos, y otros instrumentos facilitadores que diseñados de una manera adecuada permitan mejorar la calidad ambiental y la salud humana con criterios de efectividad, eficiencia, equidad e innovación tecnológica

A nivel nacional el seguimiento, control y vigilancia del uso y manejo de plaguicidas es deficiente, lo cual se refleja en el desconocimiento por parte de las autoridades regionales y municipales de las decisiones que se toman a nivel de las autoridades regulatorias, esto en gran medida se debe a la falta de coordinación interinstitucional, la falta de recursos económicos y técnicos.

Se puede concluir que el impacto de los plaguicidas sobre los ecosistemas agrícolas ha demostrado que estos productos influyen en la diversidad de especies, en la cadena alimentaria, en el flujo de energía, ciclos de nutrientes, genética de los organismos y en general en la estabilidad del sistema.

Se puede inferir que hace falta de conocimiento en cuanto al uso de los plaguicidas y los efectos adversos de estos en la salud humana y del medio ambiente, además de los deseos por mejorar los rendimientos de las cosechas, han llevado a los productores agrícolas, a dosificar mal los productos químicos con todos los riesgos que esto significa.

Se debe tomar conciencia frente al uso de buenas prácticas agrícolas que promueven el desarrollo de una agricultura sostenible mediante la minimización del impacto negativo de la producción en el medio ambiente. Los Plaguicidas en cierto modo los son compuestos químicos que han aportado beneficios al ser humano a través de los tiempos, usados básicamente para el control de las enfermedades en el hombre y las plagas en la agricultura, y que en la actualidad aún son prioritarios para su utilización en áreas específicas.

Se puede concluir además que la contaminación atmosférica por plaguicidas se presenta principalmente por aspersión, lo cual permite la pulverización en partículas muy pequeñas que permanecen suspendidas en el aire.

La contaminación del suelo por plaguicidas se presenta tanto por su aplicación directa, como por la precipitación de aguas lluvias que disuelven los contaminantes suspendidos en la atmósfera. También, por la aplicación directa mediante regadíos con aguas contaminadas, por desechos industriales y por derrames accidentales.

La aplicación extensiva de plaguicidas es una práctica común alrededor del mundo. Aunque la producción y comercialización de ciertos plaguicidas dañinos al ser humano se ha prohibido, otros productos continúan usándose, sin conocer a fondo el impacto negativos que estos compuestos pueden tener en los ecosistemas y en la salud pública.

Es evidente que los plaguicidas representan un riesgo a la salud pública, por lo que es necesario realizar más estudios utilizando diversos modelos e indicadores para evaluar los riesgos potenciales sobre la salud y el ecosistema.

**BIBLIOGRAFIA**

- A. Simonsen, N. Badawi, G.G. Anskjaer, C.N. Albers, S.R. Sorensen, J. Sorensen, J. Aamand  
Intermediate accumulation of metabolites results in a bottleneck for mineralisation of the  
herbicide metabolite 2,6-dichlorobenzamide (BAM) by *Aminobacter* spp *Appl Microbiol*  
*Biotechnol*, 94 (2012), pp. 237-245
- A. Van Huis, F. Meerman Can we make IPM work for resource-poor farmers in sub-Saharan  
Africa? *Int. J. Pest Manag.*, 43 (1997), pp. 313-320
- Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-  
Economicos/\_Estudio\_Sobre\_Sector\_Plaguicidas\_Colombia\_Diciembre\_2013.pdf,Elabor  
ado por GEE-SIC a partir de datos de la FAO. Recuperado de  
[http://www.sic.gov.co/drupal/recursos\\_user/documentos/Estudios-](http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/Estudios-)
- Acero D, Luis E.; Bernal, Henry Y. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación de la  
Uva Camarona. Publicación de Convenio Andrés Bello. 2003
- Agrintec, Servicios agrícolas integrales. (2007). Ficha Técnica No 5 Manejo y uso de  
agroquímicos.Recuperado:[http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspxdocnum=358  
33154](http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspxdocnum=35833154)
- Agudelo, R.,et al. (2010). Tratamiento de aguas residuales agrícolas contaminadas con clorpirifos  
utilizando humedales construidos de flujo subsuperficial. recuperado de  
[https://www.researchgate.net/profile/gustavo\\_penuela2/publication/228839974\\_tratamien  
to\\_de\\_aguas\\_residuales\\_agrcolas\\_contaminadas\\_con\\_clo  
rpirifos\\_utilizando\\_humedales\\_construidos\\_de\\_flujo\\_/links/560ac  
1cc08ae576ce640e77d.pdf](https://www.researchgate.net/profile/gustavo_penuela2/publication/228839974_tratamiento_de_aguas_residuales_agrcolas_contaminadas_con_clorpirifos_utilizando_humedales_construidos_de_flujo_/links/560ac1cc08ae576ce640e77d.pdf)
- Almonacid., K. (2015). Bioacumulación, degradación y efectos ecotoxicológicos de clorpirifos en  
la planta acuática nativa: *lemna valdiviana phil*. Recuperado el 5 de Mayo de Mayo.  
Disponiblen <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fca452b/doc/fca452b.pdf>
- ANDREWS., K.L. (1991). El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Cultivos Agronómicos,  
Hortícolas y Frutales en el Escuela Agrícola Panamericana. Honduras MIPH-EAP  
Publicación No. 7 94p

- Arango, MC., Llanes, L., Díaz, T., Faxas, ME.(1997). La apoptosis: sus características y su papel en la transformación maligna de la célula. *Rev Cubana Oncol* 1997; 13(2):126-134.
- Arata AA. Perspectivas del uso de plaguicidas: Historia, situación actual y necesidades futuras [Internet]. En: III Taller Latinoamericano “Prevención de Riesgos en el uso de Plaguicidas” Xalapa, Veracruz; Méjico, 1-6 diciembre 2000. Veracruz, México: INIREB; Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/003106/03106-02.pdf>
- Arévalo, D. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Recuperado <http://infoagro.net/programas/ambiente/pages/agricultura/casos/2.pdf>.
- Arriaga, T. (2012). Tratamiento de pesticidas mediante un sistema acoplado de fotocátalisis solar y humedal superficial. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7629/1/7720-0445970.pdf>
- B. McDowall, D. Hoefel, G. Newcombe, C.P. Saint, L. Ho Enhancing the biofiltration of geosmin by seeding sand filter columns with a consortium of geosmin-degrading bacteria *Water Res*, 43 (2009), pp. 433-440
- Badii, M., Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan la salud humana y la sustentabilidad. Recuperado de <http://openjournal.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/454/433>
- Baluja. (2000). La seguridad en la aplicación de productos fitosanitarios. seguridad en los trabajos agrícolas. insht madrid. 2000.
- Banister, J., Bloom, D.E., Rosenberg, L. (2012). Population aging and economic growth in China, The Chinese Economy. Springer, 114–149. Recuperado de: [https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137034298\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137034298_13)
- Beck Ulrich. ¿Qué es la globalización? Editorial Paidós, Madrid, 1998 pp. 143-144. Recuperado de: [https://ocw.uca.es/pluginfile.php/1496/mod\\_resource/content/1/beckulrichqueeslaglobalizacion.pdf](https://ocw.uca.es/pluginfile.php/1496/mod_resource/content/1/beckulrichqueeslaglobalizacion.pdf)

- Benítez, R. (2005). Plaguicidas y Efectos sobre la Salud Humana: Un Estado del Arte. Recuperado de <http://www.serpajpy.org.py/wp-content/uploads/2014/03/Plaguicidas-y-efectos-sobre-la-salud-humana1.pdf>
- Botello, A. (2005). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: diagnóstico y tendencias. Recuperado de [https://books.google.com.co/books?id=wwuryof1juec&pg=pa165&lpg=pa165&dq=efecto+de+los+plaguicidas+largo+plazo+en+el+ambiente+lejano&source=bl&ots=errngt1mtq&sig=x86di8tfkb5\\_gk0h6x7m2fgw1fu&hl=es-419&sa=x&ved=0ahukewjv6e\\_upv7nahulpx4kha6ldxwq6aeildac#v=onepage&q=efecto%20de%20los%20plaguicidas%20largo%20plazo%20en%20el%20ambiente%20lejano&f=false](https://books.google.com.co/books?id=wwuryof1juec&pg=pa165&lpg=pa165&dq=efecto+de+los+plaguicidas+largo+plazo+en+el+ambiente+lejano&source=bl&ots=errngt1mtq&sig=x86di8tfkb5_gk0h6x7m2fgw1fu&hl=es-419&sa=x&ved=0ahukewjv6e_upv7nahulpx4kha6ldxwq6aeildac#v=onepage&q=efecto%20de%20los%20plaguicidas%20largo%20plazo%20en%20el%20ambiente%20lejano&f=false)
- Brock, T., Gertie , Maltby, L., Van den Brink, P. (2006). Aquatic Risk of Pesticides, Ecological Protection Goals, and Common Aims in European Union Legislation. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 2(4), 20-46. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.5630020402/full>
- BURGER, m, m.c. alonzo, l.c. heuhs, a. laborde y g. scaiola. (1989). plaguicidas en medio ambiente. criterios de riesgo. convenio universidad de la república/mtop. montevideo, uruguay. 89 pp. recuperado de <http://www.rapaluruaguay.org/agrotoxicos/uruguay/estimacion-efectos.html>
- BUSSE MD. (2001). 'Glyphosphate toxicity and the effects of longterm vegetation control on soil microbial communities', *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1777-1789. Recuperado de: [file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/CH%20Plaguicidas%20fin%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/CH%20Plaguicidas%20fin%20(1).PDF)
- C. Moschet, I. Wittmer, J. Simovic, M. Junghans, A. Piazzoli, H. Singer, C. Stamm, C. Leu, J. Hollender How a complete pesticide screening changes the assessment of surface water quality *Environ Sci Technol*, 48 (2014), pp. 5423-5432
- CA Damalas Comprender los beneficios y riesgos del uso de pesticidas *Sci. Res. Ensayos* , 4 ( 2009 ) , pp. 945 – 949
- Castillo Morales, G. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado

de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2051/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=135927&lang=es&site=eds-live>

Celada A. (1991) Factores de transcripción y control de la expresión génica. *Investig Cienc* 1991;179:42-52. Recuperado de <https://www.scielo.org/article/spm/2011.v53n5/405-414/>

Centro de Información, Vigilancia y Asesoramiento Toxicológico. Aspectos generales sobre los plaguicidas. Su efecto sobre el ambiente y el hombre [Internet]. Unidad I. Diplomado virtual de regulación toxicológica de plaguicidas. Formación en toxicología. Managua: CIVATOX-INCAP-ECO-UNED;2013 [citado 18 oct 2013]. Disponible en: <http://www.civatox.com/Plaguicidas/generalidades.pdf>

Chelliah, S., Heinrichs, E.A. (1980). Factors affecting insecticide-induced resurgence of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* on rice. *Environ. Entomol.* Recuperada en: Chile: Débil proyecto de ley sobre plaguicidas próximo a ser promulgado; (2 páginas). Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina, RAP- Santiago de Chile: RAP-AL (Actualización 20 noviembre de 2008; acceso 22 de septiembre de 2009). Recuperado de [http://www.rap-al.org/index.php?seccion=8&f=news\\_view.php&id=289](http://www.rap-al.org/index.php?seccion=8&f=news_view.php&id=289)

CICOPLAFEST (2013). Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5295791&fecha=12/04/2013](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5295791&fecha=12/04/2013)

CICOPLAFEST .(1998). Catálogo oficial de plaguicidas. Recuperado de <http://www.cofepris.gob.mx/CAS/establecimientos%20y%20productos%20biologicos/fundamentos/antecedentes/Catalogo%20de%20plaguicidas/INTRO.pdf>

Cochard R, Maneepitak , S., Kumar, P. (2014). Aquatic faunal abundance and diversity in relation to synthetic and natural pesticide applications in rice fields of Central Thailand. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosystem Services Manage.* Recuperado de [file:///C:/Users/ADMON/Downloads/1-s2.0-S0048969716311858-main%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMON/Downloads/1-s2.0-S0048969716311858-main%20(1).pdf)

- Comisión del Codex Alimentarius, programa conjunto FAO / OMS de normas alimentarias, ALINORM 08/31/24, FAO / OMS, Hangzhou, China, 2008.
- Comisión Europea, Reglamento (CE) n° 299/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2008, sobre los niveles máximos de residuos de plaguicidas en alimentos o piensos de origen vegetal y animal, Off. J. Eur. Commun. L 9 (2008) 67.
- Costa, LG. (2013). Toxicology of Pesticides. A brief history. En: Costa LG, Galli CL y Murphy SD, editors, Toxicology of Pesticides: Experimental, clinical and regulatory perspectives. NATO ASI Series. Berlin: Springer-Verlag,: 1-10 . Recuperado de: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272003000200009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200009)
- Crites, R.W. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems, McGraw Hill Co., New York, NY. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857402000162>
- Cuevas, A. (2013). Ministerio de agricultura y desarrollo rural programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria - Pronatta. Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. Recuperado de [http://agronet.gov.co/www/docs\\_si2/MIP%20arroz.pdf](http://agronet.gov.co/www/docs_si2/MIP%20arroz.pdf)
- Curillo, S. (2015). Análisis de residuos de plaguicidas químicos en alimentos de consumo humano con la metodología de laboratorio ELISA. Recuperado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4847/1/121482.pdf>
- D. Nguyen , BS Lee , BR Lee , DM Lee , G. Lee Rapid Commun. Mass Spectrom. , 21 ( 2007 ) , p. 3115
- Damalas y Eleftherohorinos, 2011 CA Damalas , IG Eleftherohorinos Exposición a plaguicidas, problemas de seguridad e indicadores de evaluación de riesgos En t. J. Environ. Res. Public Health , 8 ( 2011 ) , pp. 1402 – 1419
- Dane(2015). Censo Agropecuario. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/avancecna/cna-comunicado-27-oct-2015.pdf>
- Díaz, C. (2014). Tratamiento de aguas residuales a través de humedales. Recuperado de <http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/images/articulos/-tratamiento%20de%20agua%20residual%20a%20traves%20de%20humedales.pdf>

- DJ Pannell , GR Marshall , N. Barr , A. Curtis , F. Vanclay , R. Wilkinson Comprender y promover la adopción de tecnologías de conservación por los propietarios rurales Aust. J. Exp. Agric. , 46 ( 2006 ) , pp. 1407 – 1424
- Domènech, X., Jardim, W., Litter M. (2012). Procesos avanzados de oxidación: Parte 1: Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes. Recuperado de:<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=2948>
- E. Karamidehkordi , A. Hashemi Conocimiento de los agricultores sobre el manejo integrado de plagas: un estudio de caso en la provincia de Zanja en Irán Documento presentado en el Simposio de Innovación y Desarrollo Sostenible en Agricultura y Alimentación, ISDA 2010. Montpellier, Francia, 28 de junio-1 de julio
- Eberhardt D,S., Schiocchet, M.A., Noldin, J.A. (2012). Caracterización del sistema de cultivo, do ambiente e da planta de arroz. In: Eberhardt, D.S., Schiocchet, M.A. (Eds.), Recomendaciones para a produção de arroz irrigado en Santa Catarina (Sistema pre-germinado), Florianópolis, Epagri, pp. 7 e16. Recuperado de: <file:///C:/Users/ADMON/Downloads/1-s2.0-S0045653516309419-main.pdf>
- FAO. (1992). «Evaluación de la contaminación del suelo: manual de referencia», 2000. «Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades a fin. informes sobre temas hídricos», santiago de chile, 1992.recuperado de <file:///c:/users/invitado/downloads/contaminaci%c3%bdn+de+las+aguas+por+plaguicidas+qu%c3%bdmicos.pdf>
- FAO. (2002).Código internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Roma, 2002. Recuperado de [http://www.sic.gov.co/drupal/recursos\\_user/documentos/Estudios-Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-Economicos/7\\_Estudio\\_Sobre\\_Sector\\_Plaguicidas\\_Colombia\\_Diciembre\\_2013.pdf](http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/Estudios-Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-Economicos/7_Estudio_Sobre_Sector_Plaguicidas_Colombia_Diciembre_2013.pdf)
- FAO. (2014), Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Cod e\\_Spanish\\_2015\\_Final.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Cod e_Spanish_2015_Final.pdf)
- FAO.(2001). “Acerca de la FAO”. 2001 Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación, 2008.Recuperado de: <http://www.fao.org/publications/sofa/2008/es/>

- Fernández, S. (2016) comercialización e implementación de las tecnologías de oxidación Avanzada. Recuperado de: <http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8163/382174.pdf?sequence=1>  
file:///c:/users/admon/downloads/1-s2.0-s122686151730153x-main%20(1).pdf
- G. Abdollahzadeh , MS Sharifzadeh , CA Damalas Las percepciones de los efectos beneficiosos y perjudiciales de los pesticidas entre los cultivadores de arroz iraníes influyen en la adopción del control biológico Crop Prot. , 75 ( 2015 ) , pp. 124 – 131
- García I. (2010). Aplicación de tratamientos basados en ozono en la regeneración de aguas Residuales. Estudio de la degradación de sustancias peligrosas. recuperado de <http://invenio2.unizar.es/record/4715/files/taz-pfc-2010-065.pdf>
- Gómez R. (2011). Estudio de la degradación de nitrofenoles mediante fotocatalisis heterogénea. . Recuperado de [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/14694/PFC\\_Rafael\\_Gomez\\_Bachiller.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/14694/PFC_Rafael_Gomez_Bachiller.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Grupo de Estudio Económico, (2013). Estudio Sobre Plaguicidas en Colombia. Recuperado de [http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/textosonline/rev\\_insht/2000/8/secciontexttextcompl.pdf](http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/textosonline/rev_insht/2000/8/secciontexttextcompl.pdf)[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1851-](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1851-)
- Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia (2014). Recuperado de <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/andi/publicaciones-andi/Guia%20ambiental%20plaguicidas.pdf>
- H. Hansson, R. Ferguson, C. Olofsson Psychological constructs underlying farmers' decisions to diversify or specialise their businesses – an application of theory of planned behaviour J. Agric. Econ., 63 (2012), pp. 465-482
- HS Dórea , LL Sobrinho J. Braz. Chem. Soc. , 15 ( 2004 ) , p. 690
- HS Sabet , HS Sabet , A. Biglari Aceptaciones del control biológico del barrenador del tallo del arroz y su efecto en la reducción de pesticidas En t. J. Agric. Crop Sci. , 4 ( 2012 ) , pp. 1212 – 1214
- [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_de\\_la\\_Salud/vol2num4/Revista\\_Ciencias\\_de\\_la\\_salud\\_V2\\_N4\\_3.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol2num4/Revista_Ciencias_de_la_salud_V2_N4_3.pdf)

- Ica. (2014). Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola del 2013. . Recuperado de <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Fertilizantes-y-Bio-insumos-Agricolas/Estadisticas/Comercializacion-plaguicidas-2013.aspx>
- INEGI. (1993) Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico, México, 1993-94. Recuperado de [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/cs\\_00\\_024.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/cs_00_024.pdf)
- Informe Final Programa Interlaboratorios De Control De Calidad Picc-VEO (2015). . Recuperado el 5 de Mayo de 2017. Disponible en <http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/piccveo/informe%20final%20picc-veo%202015.pdf>.
- J. Ahnström , J. Höckert , HL Bergea , CA Francis , P. Skelton , L. Hallgren Agricultores y conservación de la naturaleza: ¿qué se sabe sobre las actitudes, los factores de contexto y las acciones que afectan la conservación? *Renovar. Agric. Food Syst.* , 24 ( 2009 ) , pp. 38 – 47
- J. Benner, D.E. Helbling, H.-P.E. Kohler, J. Wittebol, E. Kaiser, C. Prasse, T.A. Ternes, C.N. Albers, J. Aamand, B. Horemans, et al. Is biological treatment a viable alternative for micropollutant removal in drinking water treatment processes? *Water Res.*, 47 (2013), pp. 5955-5976
- J. Ingram , P. Gaskell , J. Mills , C. Short Incorporación de esquemas agroambientales en las vías de desarrollo agrícola: un análisis temporal de las motivaciones de los agricultores *Land Use Policy* , 31 ( 2013 ) , pp. 267 – 279
- Jaramillo Juárez, F., Rincón Sánchez, A. R., Rico, Martínez., R. (2009). Toxicología ambiental. México: Universidad Autónoma de Aguas Calientes. Universidad de Guadalajara. recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=1&docID=10889809&tm=1490729412516>
- JN Seiber , J. Coats , SO Duke , AD brutas biopesticidas: estado de la técnica y las oportunidades futuras *J. Agric. Comida Chem.* , 62 ( 2014 ) , pp. 11.613 – 11619
- Jovana G. (2011). Reducción del uso y desarrollo de resistencia a plaguicidas en el cultivo de arroz y frijol en Colombia, Venezuela y Ecuador. . Recuperado

[dehttp://www.fontagro.org/convocatorias/convocatoria-2005/perfiles/reducci%C3%B3n-del-uso-y-desarrollo-de-resistencia-plaguicidas-](http://www.fontagro.org/convocatorias/convocatoria-2005/perfiles/reducci%C3%B3n-del-uso-y-desarrollo-de-resistencia-plaguicidas-)

K. Fenner, S. Canonica, L.P. Wackett, M. Elsner Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities *Science*, 341 (2013), pp. 752-758

Kuchino. (1991). misreading of dna templates containing 8-hydroxydeoxyguanosine at the modified base and at adjacent residues. *nature* 1991; 327: 77-79. recuperado de <http://www.readcube.com/articles/10.1038/327077a0>

L. Jones, S. Owen, P. Horrell, R. Burns Bacterial inoculation of granular activated carbon filters for the removal of atrazine from surface wáter *Water Res*, 32 (1998), pp. 2542-2549

Lacasaña M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor* [Internet] 2001 [citado 05 Mayo 2013];4(2):67-75. Disponible en:[http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01\\_11-59-0899004.pdf](http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01_11-59-0899004.pdf)

Laursen K. H, Mihailova, A., Kelly S. D, Epov V N, Bérail S, Schjoerring, J. K., Husted, S. (2013). Is it really organic? – Multi-isotopic analysis as a tool to discriminate between organic and conventional plants. *Food Chemistry*, 141, 2812–2820. Recuperado de : <file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/1-s2.0-S0308814617307902-main.pdf>

León J, Guerrero I, Pellicer A. (2000). Activación de los oncogenes por radiación y agentes químicos. *Investig Cienc* 1988;143:20-34. Recuperado de <https://www.scielosp.org/article/spm/2011.v53n5/405-414/>

Lezama José L. (2006). “Política ambiental mexicana”, México, Reforma, 19 de marzo de 2006

Liotta L. Factores de motilidad autocrina tumoral. En: De Vita V, ed. *Avances en Oncología*. España: Espaxs Publicaciones Médicas, 1988:33-49. Recuperado de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/5/2429/9.pdf>

M. Alexander Environmental and microbiological problems arising from recalcitrant molecules *Microb Ecol*, 2 (1975), pp. 17-27

- M. Demont , J. Rodenburg , M. Diagne , S. Diallo Crop Protection , 28 ( 2009 ) , p. 728 La base de datos NZFSA Pesticide MRL, Límites máximos de residuos de plaguicidas para la exportación de frutas, hortalizas y cereales ( [http://www.nzfsa.govt.nz/plant/subject/horticulture/residues/#P26\\_1376](http://www.nzfsa.govt.nz/plant/subject/horticulture/residues/#P26_1376) , visitada por última vez en septiembre de 2010)
- M. Hussain, S. Zia, A. Saboor The adoption of integrated pest management (IPM) technologies by cotton growers in the Punjab Soil Environ., 30 (2011), pp. 74-77
- Martínez (2006). Tercer Informe de coyuntura de arroz. Recuperado de [http://agrocadenas.gov.co/documentos/coyuntura/Inf\\_coyuntura\\_arroz\\_.pdf](http://agrocadenas.gov.co/documentos/coyuntura/Inf_coyuntura_arroz_.pdf) Pág.3. .
- ME Poulsen , HB Christensen , SS Herrmann Acreditado Qual. Assur. , 14 ( 2009 ) , p. 477
- Mejía R. (2001). Balance preliminar de 2015 y perspectivas del 2016. Recuperado el 5 de Mayo de 2017. Recuperado de <http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/balance-sector-agropecuario-colombiano/290-balance-y-perspectivas-del-sector-agropecuario-2012-2013.html>
- Mejia Roblerto, F. C. (2013). entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las practicas de manejo en los sistemas de produccion campesina del municipio de Silvana. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699. Recuperado de <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mejia, Santamaría J. (2013). La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Tratamiento de Aguas. Semillero de investigación en gestión y medio ambiente sigma. 1 (1) 83-92. recuperado de [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revista/vol3n2/19-24\\_mertec.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revista/vol3n2/19-24_mertec.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (2010). Política Nacional para la Gestion Integral del Recurso Hídrico. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentacion%20de%20la%20Pol%C3%ADtica\\_Nacional\\_-\\_Gesti%C3%B3n/libro\\_pol\\_nal\\_rec\\_hidrico.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentacion%20de%20la%20Pol%C3%ADtica_Nacional_-_Gesti%C3%B3n/libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf)

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Política Ambiental para la Gestión Integral De Residuos o Desechos Peligrosos. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/Politica\\_Residuos\\_peligrosos.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Politica_Residuos_peligrosos.pdf)
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). Informe Nacional sobre el Uso y Manejo de Plaguicidas en Colombia, Tendiente a Identificar y Proponer Alternativas para Reducir el Escurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe. Recuperado el 5 de Mayo de 2017. Recuperado de <http://iwlearn.net/iw-projects/1248/reports/colombia-final-report-for-the-pesticide-runoff-project>
- OCIA.(2005). Internacional Estándares de certificación , México. Recuperado de <http://www.nsf.org/es/acerca-de-nsf/ubicaciones/america-latina-el-caribe/mexico-es>
- Oerke E.C. (2006). Crop loss to pesticides — centenary review. *Journal of Agricultural Science* 144. Cambridge University Press, pp. 31–43. Recupeado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016302185>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Problemática ambiental y la utilización de agroquímicos en la producción de coca. Informe analítico; Octubre 2010 [Internet]. Vienna, Austria: UNODC; 2010 [citado 18 oct 2013]. Recuperado de: [http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe\\_Analitico\\_Agroquimicos.pdf](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf)
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Problemática ambiental y la utilización de agroquímicos en la producción de coca. Informe analítico; Octubre 2010 [Internet]. Vienna, Austria: unodc; 2010. recuperado de [http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//informes/informesanaliticos/informe\\_analitico\\_agroquimicos.pdf](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//informes/informesanaliticos/informe_analitico_agroquimicos.pdf)
- Ordoñez J. (2011). Cartilla técnica: aguas subterráneas y acuíferos. Recuperado de 22 de octubre de 2016. Recuperado de [http://www.gwp.org/global/gwp\\_sam\\_files/publicaciones/varios/aguas\\_subterranas](http://www.gwp.org/global/gwp_sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas).
- Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (2006), Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Recuperado

el 5 de Mayo de 2017. Recuperado de [http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/oeo\\_\\_vichada\\_agosto\\_2013-1.pdf](http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/oeo__vichada_agosto_2013-1.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Prevención y eliminación de Plaguicidas Obsoletos Roma, Italia: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/crops/obsolete-pesticides/why-problem/pesticide-bans/es>

Organización panamericana de la salud /organización mundial de la salud (OPS /OMS). (2013). Recuperado de [http://www.paho.org/uru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=671:ops-oms-estima-que-hay-770-nuevos-casos-diarios-personas-enfermedades-profesionales-americas&Itemid=0](http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=671:ops-oms-estima-que-hay-770-nuevos-casos-diarios-personas-enfermedades-profesionales-americas&Itemid=0)

Orozco F, Torres L y Pérez C. (2006). Uso de plaguicidas. Centro Internacional de la Papa (CIP), Quito, Ecuador. Instituto de Salud Colectiva. Universidad Federal de la Bahía, Brasil. Instituto de Ciencias Agrarias e Instituto de Ciencias Sociales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Recuperado de : <https://cipotato.org/es/latinoamerica/informacion/inventario-de-tecnologias/uso-de-plaguicidas/>

Pareja, L. (2012). Estudio de Agroquímicos en los distintos productos obtenidos del proceso industrial luego de un experimento a campo en condiciones controladas. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60 (18), pp26-35. Recuperado de <http://www.oas.org/dsd/Quimicos/Documents/Sudamerica/resolucion%20630%20can.pdf>

Peña M. (2003). Humedales de flujo subsuperficial: una alternativa natural para el tratamiento de aguas residuales domésticas en zonas tropicales. Ingeniería y competitividad. 5 (1) p 27-35. Recuperado de: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/viewFile/1610/1965>

PEÑA. (2001). Carlos E., CARTER, Dean E., ayala fierro, felix. toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Southwest Hazardous Waste Program a

Superfund Basic Research and Training Program At the College of Pharmacy the University of Arizona © 2001

- PNUMA FAO. (1998). Convenio de Rotterdam. Procedimiento de consentimiento previo fundamentado aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional;. Disponible en: [http://www.pic.int/home\\_sp.php?type=t&id=115](http://www.pic.int/home_sp.php?type=t&id=115)
- PNUMA. (2000) .Convenio de Basilea para el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación;. Recuperado el 5 de Mayo de Mayo. Disponible en <http://www.basel.int/>.
- PNUMA. (2016). Manual de protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.2015. Kenya: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2006. Recuperado de: <http://www.unep.ch/ozone/spanish/Publications/MP-Handbook-07-es.pdf>.
- R. Greiner , D. Gregg Farmers, las barreras para la adopción de prácticas de conservación y la efectividad de los instrumentos de política: evidencia empírica del norte de Australia Land Use Policy , 28 ( 2011 ) , pp. 257 – 265
- R. Greiner , L. Patterson , O. Miller Motivaciones, percepciones de riesgo y adopción de prácticas de conservación por parte de los agricultores Agric. Syst. , 99 ( 2009 ) , pp. 86 – 104
- Ramírez JA, Lacasaña M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor [Internet] 2001 [citado 18 oct 2013];4(2):67-75. Disponible en:[http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01\\_11-59-0899004.pdf](http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01_11-59-0899004.pdf)
- Ramirez, J., Lacasaña, M. (s.f). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Recuperado de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Placlusotoxmedexpmx.pdf>
- Ramírez, JA., Lacasaña, M. (2001) Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor [Internet] [citado 18 oct 2013];4(2):67-75. Recuperado de [http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01\\_11-59-0899004.pdf](http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-01_11-59-0899004.pdf) (Ramírez JA, Lacasaña M. 2001)

- Ramos. (2002) Avances en calidad ambiental. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=wagsrdxagtqc&pg=pa619&dq=ventajas+oxidaci%C3%B3n+electroqu%C3%admica&hl=es-419&sa=x&ved=0ahukewi6qfo71axoahxeht4khcxlahuq6aeiitab#v=onepage&q=ventajas%20oxidaci%C3%B3n%20electroqu%C3%admica&f=false>
- Red Ara. (2013). La Contaminación por Mercurio en la Guayana Venezolana: Una propuesta de diálogo para la acción (P.15) Recuperado de [http://www.avina.net/esp/wp-content/uploads/2013/11/Dialogos\\_para\\_la\\_accion\\_cont\\_Mercurio-RED-ARA\\_final\\_vpesada-copia.pdf](http://www.avina.net/esp/wp-content/uploads/2013/11/Dialogos_para_la_accion_cont_Mercurio-RED-ARA_final_vpesada-copia.pdf).
- Red de Acción en Plaguicidas del Reino Unido. Catálogo de listas de plaguicidas que identifican aquellos asociados con impactos particularmente dañinos para la salud o el medio ambiente [Internet]. Documento informativo. La Lista de Listas 3<sup>a</sup> ed, Uruguay: RAPAL; 2009. [citado 18 oct 2013]. Disponible en: [http://www.rapaluruway.org/agrotoxicos/Prensa/La\\_lista\\_de\\_listas.pdf](http://www.rapaluruway.org/agrotoxicos/Prensa/La_lista_de_listas.pdf)
- Renjel S. Alternativas ecológicas, para evitar el uso de plaguicidas 2011 [Internet]. Plaguicidas y Alternativas. La Paz; Bolivia: Fundación Plagbol; c2013 [citado 18 oct 2013]. Disponible en: <http://www.plaguicidas-y-alternativas.org/noticias/2011-10-17-alternativas-ecol3B3gicas-para-evitar-el-uso-de-plaguicidas>
- Romo Patricia, “Los huicholes y plaguicidas”, en revista rapam, sep. 1996
- Rubio, M & Vallejo, A. (2014). Evaluación del grado de contaminación por plaguicidas organofosforados en cultivos de cebolla (*allium fistulosum*) en suelo y agua de escorrentía en el corregimiento de la florida de la ciudad de Pereira. . Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4537/63295042R896.pdf;jsessionid=59CDC60BE24B2BF68C6E45D81CA6168D?sequence=1>
- S. Feakin, E. Blackburn, R. Burns Inoculation of granular activated carbon in a fixed-bed with S-triazine-degrading bacteria as a water-treatment process Water Res, 29 (1995), pp. 819-825

- S. Timprasert, A. Datta, S.L. Ranamukhaarachchi Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima province, Thailand Crop Prot., 62 (2014), pp. 32-39
- S. Walorczyk J. Chromatogr., A , 1165 ( 2007 ) , p. 200
- S.R. Sorensen, A. Simonsen, J. Aamand Constitutive mineralization of low concentrations of the herbicide linuron by a *Variovorax* sp strain FEMS Microbiol Lett, 292 (2009), pp. 291-296
- SENASICA (2011). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Shadnia, S., Azizi, E., Hosseini, R., Khoei, S., Fouladdel, S., Pajoumand, A., Jalali, N. & Abdollahi, M. (2005) Evaluation of oxidative stress and genotoxicity in organophosphorus insecticide formulators. Hum Exp Toxicol, 24, 439-45. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16235732>
- Sepúlveda, N. (2013). Desarrollo de un protocolo para la rizofiltración de efluentes contaminados con mercurio mediante la aplicación de filtros vegetales con la especie vetiver (*vetiveria zizainodes*). (Tesis de maestría.) Universidad de Manizales. Manizales. Recuperado de <http://stadium.unad.edu.co/preview/unad.php?url=/bitstream/10596/12281/1/1053803323.Pdf>
- SM Hashemi , CA Damalas Los agricultores perciben la eficacia de los pesticidas: reflexiones sobre la importancia de la adopción de prácticas de manejo de plagas J. Sustain. Agric. , 35 ( 2011 ) , pp. 69 – 85
- SM Hashemi , R. Rostami , MK Hashemi , CA Damalas Uso de pesticidas y percepciones de riesgo entre los agricultores en el suroeste de Irán Tararear. Ecol. Evaluación de riesgo. , 18 ( 2012 ) , pp. 456 – 470
- Sostenible, U. C. (2014). Instructivo para la compra de agroquímicos en la Universidad Nacional. Recuperado de [http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3688/Instructivo\\_compra.docx?sequence=1](http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3688/Instructivo_compra.docx?sequence=1).
- Superintendencia de Industria y comercio. Grupo de Estudios Economicos Sectoriales. (2013), Superintendencia de Industria y comercio. Grupo de Estudios Económicos Sectoriales. (2016), Estudio sobre fertilizantes en Colombia. . Recuperado de [http://www.sic.gov.co/drupal/recursos\\_user/documentos/Estudios-](http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/Estudios-)

Academicos/Documentos-Elaborados-Grupo-Estudios-

Economicos/6\_Estudio\_Sobre\_Sector\_Fertilizantes\_Colombia\_Octubre\_2013.pdf

T. Egli How to live at very low substrate concentration *Water Res*, 44 (2010), pp. 4826-4837

TD Nguyen , EM Han , MS Seo , SR Kim , MI Yun , DM Lee , GH Lee *Anal. Chim. Acta* , 619 ( 2008 ) , p. 67

Truong, P (s, f). El sistema vetiver para prevención y tratamiento de aguas y tierras contaminadas. . Recuperado de [http://www.vetiver.com/LAICV2F/0%20Plenary/P3Truong\\_TS.pdf](http://www.vetiver.com/LAICV2F/0%20Plenary/P3Truong_TS.pdf)

Uribe, S. (2013) Agroquímicos envenenan suelos en Colombia. Recuperado de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/agroquimicos-envenenan-suelos-en-colombia.ht>

Varona, M., Díaz, S., Henao, G., Lancheros ,A., Murcia, A., Morato, R., Morales, L., Revelo, D., Segurado P.(2006). Exposure factors to organophosphate and carbamates pesticides in the Putumayo department, In: Stoytcheva M (editor). Pesticides. The impacts of pesticides exposure. InTech; 2011. Recuperado de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/52617/62569>

Wang, D., Weston, D.P., Lydy, M.J. (2009). Method development for the analysis of organophosphate and pyrethroid insecticides at low parts per trillion levels in water. *Talanta* 78, 1345–1351. Recuperado de: <file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/1-s2.0-S0378377411002460-main.pdf>

Weinberg J.(2009). Guía para las ong sobre los plaguicidas peligrosos y el saicm. marco de acción para protegerla salud humana y el medio ambiente de los plaguicidas [internet]. filipinas: ipen/red internacional de eliminación de los cop; 2009 Recuperaod de:[http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo\\_guide\\_hazpest\\_saicm-es.pdf](http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo_guide_hazpest_saicm-es.pdf)

Williams, W.M., Ritter, A.M., Zdinak, C.E., Cheplick, J.M. (2011). Ricewq: pesticide runoff model for rice crops: user's manual and program documentenation, version 1.9. waterborne environmental, inc., leesburg, va. recuperado de: <file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/1-s2.0-S0043135412006495-main.pdf>

- YG Lou , B. Ma , JA Cheng Atracción del parasitoide *Anagrus nilaparvatae* Pang et Wang a los volátiles del arroz inducidos por el saltahoja marrón arroz *Nilaparvata lugens* (Stål) *J. Chem. Ecol.* , 31 ( 10 ) ( 2005 ) , pp. 2359 - 2374
- Zou, N., Han, Y., Li, Y., Qin, Y., Gu, K., Zhang, J., Li, X. (2016). Multiresidue method for determination of 183 pesticide residues in leeks by rapid multiplug filtration cleanup and gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(31), 6061–6070. Recuperado de: <file:///C:/Users/Laura.Pinto/Downloads/1-s2.0-S030881461731436X-main.pdf>