



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI

FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

**CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES Y
AMBIENTALES**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIEROS
AMBIENTALISTAS**

TEMA:

**“DETERMINAR LOS RESIDUOS DE INSECTICIDAS DEL
EMBALSE EL CEIBAL, MEDIANTE LC-MS/MS, ROCAFUERTE
2018”**

AUTORES:

MENDOZA RIVERA JENNIFER MICHELLE

SANTANA MACIAS JOSE GABRIEL

TUTOR:

ING. RUBEN ALCIVAR MURILLO, Mg.

MANTA, SEPTIEMBRE 2018

CERTIFICACION DEL TUTOR

Rubén Melquiades Alcivar Murillo, Msc. Certifica haber tutelado la tesis **“DETERMINAR LOS RESIDUOS DE INSECTICIDAS DEL EMBALSE EL CEIBAL, MEDIANTE LC-MS/MS, ROCAFUERTE 2018”**. Que ha sido desarrollada por Mendoza Rivera Jennifer Michelle y Santana Macías José Gabriel, egresados de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL**, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí “ULEAM”.

Ing. Rubén Melquiades Alcívar Murillo, Mg.

DECLARACION DE AUTORIA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en la presente tesis corresponde exclusivamente al tutor y patrimonio intelectual de los autores, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Mendoza Rivera Jennifer Michelle
CI 1312501875

Santana Macías José Gabriel
CI 1315116234

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han aprobado la tesis: “**DETERMINAR LOS RESIDUOS DE INSECTICIDAS DEL EMBALSE EL CEIBAL, MEDIANTE LC-MS/MS, ROCAFUERTE 2018**”. Que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por: Mendoza Rivera Jennifer Michelle y Santana Macías José Gabriel, previa a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al reglamento para la elaboración de tesis de grado de Tercer Nivel de la Universidad Laica Eloy Alfaro “ULEAM”.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Xavier Anchundia Muentes, Mg. _____

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Ángel Pérez Bravo, Mg. _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Celio Bravo Moreira, Mg. _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud primordial es para Dios, por bendecirme y guiarme en este arduo camino, siendo mi fortaleza en todo momento. A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y comprensión me ayudaron a cumplir con el objetivo de ser hoy una gran profesional. A mi familia en general, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento, principalmente a mis padrinos Joha y Cesar por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera y vida cotidiana, al Ing. Rubén Alcivar Murillo por ser nuestro tutor de tesis otorgándonos su guía, su tiempo y su paciencia.

Jennifer Mendoza

Agradezco a Dios por permitir realizar mis sueños y seguir aquí para cumplirlos, a mis padres Plutarco y Viviana por su amor y apoyo incondicional en toda mi etapa de formación profesional, a mis hermanos por su amor y el tener una guía de que querer ser en el futuro, a mi tutor Ing. Rubén Alcívar Murillo, Mg., por su asesoramiento y guía en todo este proceso de mi titulación, y a todos que pusieron su fe en mi para que se cumpla este día.

Gabriel Santana

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Jennifer Mendoza

Primero a Dios por este triunfo logrado, a mis padres Plutarco y Viviana por estar ahí día a día apoyándome con mi carrera profesional, en especial a mi madre que ha sido mi apoyo desde que inicie mi carrera, que sin ella este logro no se hubiese dado, a mis hermanos que son mi pilar de mi vida, a mi sobrina que es como una hija para mí. Este logro es con motivación de todos ustedes.

Gabriel Santana

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACION DE TUTOR.....	ii
DECLARACION DE AUTORIA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4 JUSTIFICACION.....	6
1.5 ANÁLISIS CRÍTICO.....	8
1.6 OBJETIVOS.....	9
1.6.1 Objetivo General.....	9
1.6.2 Objetivo Específicos.....	9
1.6 HIPÓTESIS PLANTEADA.....	9
1.7 DEFINICIÓN DE VARIABLES	10
1.7.1 Variable Independiente.....	10
1.7.2 Variable Dependiente.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 MODO DE ACCIÓN DE LOS INSECTICIDAS.....	11
2.2 TOXICIDAD DE LOS PLAGUICIDAS EN LOS SISTEMAS ACUÁTICOS	12
2.2.1 Toxicidad.....	12

2.2.2 Persistencia	13
2.2.3 Productos degradados	13
2.2.4 Destino (Ambiental).....	13
2.3 EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD HUMANA...	14
2.4 EFECTOS ECOLÓGICOS DE LOS PLAGUICIDAS.....	14
2.5 DATOS GEOGRÁFICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI.....	20
2.5.1 Relieve	20
2.5.2 La Costa	21
2.5.3 Hidrografía	21
2.6 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS.....	22
2.6.1 Clima	22
2.6.2 Acceso al agua.....	23
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 UBICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.2 TIPO DE ESTUDIO.....	26
3.3 MÉTODO, PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS.....	27
3.4 MÉTODO.....	27
3.5 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS.....	27
3.6 CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS LC-MS/MS.....	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	37
5.1 CONCLUSIONES.....	37
5.2 RECOMENDACIONES.....	38
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1 Concentraciones encontradas de Plaguicidas.....</i>	<i>32</i>
---	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Esquema del proceso de Cromatografía Líquida a emplearse en la Investigación.....</i>	<i>29</i>
---	-----------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Concentraciones encontradas.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 2 Concentraciones encontradas.....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 3 Concentraciones encontradas.....</i>	<i>34</i>

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1, 2 ubicación del lugar embalse El Ceibal, elaboración del recipiente captador de muestra.....-</i>	<i>44</i>
<i>Anexo 3, 4 lanzamiento del recipiente para la toma de muestra, para luego ser enviada al laboratorio.....</i>	<i>44</i>
<i>Anexo 5, 6 retiro de la muestra del río sector Sosote, para luego ser enviado al laboratorio.....</i>	<i>44</i>
<i>Anexo 7 resultados de las muestras analizadas en laboratorio del embalse El Ceibal.....</i>	<i>45</i>
<i>Anexo 8 resultados de las muestras analizadas en laboratorio del sector Sosote.....</i>	<i>46</i>
<i>Anexo 9 tabla límite máximo permisible para la preservación de vida acuática en agua dulce.....</i>	<i>47</i>
<i>Anexo 10 Glosario.....</i>	<i>48</i>

RESUMEN

La contaminación del río Portoviejo en el embalse El Ceibal es una situación que afecta a todo el sector y trastoca el desarrollo y la calidad medioambiental originado por las actividades de la agricultura intensiva y el empleo de insecticidas, originando el arrastre de material que se deposita en los ríos y se adhiere a los sedimentos por donde cursa el agua. La presente investigación tuvo como objetivo determinar los residuos de insecticidas del embalse El Ceibal mediante pruebas LC-MS/MS, en Rocafuerte para determinar las moléculas o ingredientes activos de insecticidas que tiene esta agua. La presente investigación es de tipo descriptiva tanto de campo como de gabinete y realiza dos muestras en diferentes puntos localizados para determinar el número de estos compuestos altamente tóxicos que son perjudiciales para la salud humana, animales, entre otros, de fecha 13-08-2018 con resultados que en el Embalse El Ceibal indica la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz-DMF, en 20,0 µg/l de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en 39,4 µg/l de concentración; y resultado correspondiente a Sosote que indica la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz-DMF, en 30,0 µg/l de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en 59,1 µg/l de concentración, aunque los límites admisibles para la preservación de la vida acuática, se establecen en un rango máximo de 10,0 µg/l para la concentración de plaguicida organoclorados y organofosforado y 0,05 mg/l para la concentración de plaguicidas piretroides. Los resultados indican una alta concentración de contaminante en las muestras y demuestran la presencia del insecticida Amitraz, a niveles superiores al límite máximo permitido. A partir de los resultados obtenidos se recomienda definir claramente y asegurar la ejecución de las normativas relacionada con el tema de plaguicidas, establecer políticas sólidas tendientes a documentar el uso y los impactos de plaguicidas en la salud y en el ambiente, formular políticas adecuadas de uso agrícola y normas al respecto.

ABSTRACT

The contamination of the Portoviejo river in the El Ceibal reservoir is a situation that affects the entire sector and disrupts the development and environmental quality caused by the intensive agriculture activities and the use of insecticide, originating the material that is deposited in the rivers and adheres to the sediments where the water flows. The objective of the present investigation was to determine the residues of insecticide from the El Ceibal reservoir through LC-MS / MS tests in Rocafuerte to determine the molecules or active ingredients of insecticide in this water. The present investigation is of descriptive type both of field and of cabinet and realizes two samples in different located points to determine the number of these highly toxic compounds that are harmful for the human health, animals, among others, dated 13-08-2018 with results that in El Ceibal Reservoir indicates the presence of the active substance Compound: Amitraz-DMF, in 20.0 µg/l of concentration; and the presence of the active substance Compound: Amitraz (sum), in 39.4 µg/l of concentration; and result corresponding to Sosote indicating the presence of the active substance Compound: Amitraz-DMF, in 30.0 µg / l of concentration; and the presence of the active substance Compound: Amitraz (sum), in 59.1 µg/l of concentration, although the admissible limits for the preservation of aquatic life are established in a maximum range of 10.0 µg/l for the concentration of organochlorine and organophosphorus pesticides and 0.05 mg/l for the concentration of pyrethroid pesticides. The results indicate a high concentration of contaminant in the samples and demonstrate the presence of the insecticide Amitraz, at levels above the maximum allowed limit. Based on the results obtained, it is recommended to clearly define and ensure the implementation of the regulations related to the topic of pesticides, establish solid policies to document the use and impacts of pesticides on health and the environment, formulate appropriate policies for use agricultural and standards in this regard.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Debido a los índices de contaminación que está pasando en el río Portoviejo se pretende estudiar el embalse El Ceibal, siendo uno de los lugares más perjudicados por donde pasa el cauce del río. Este problema aparece mediante las cargas de contaminación de insecticidas que llega al río mediante escorrentía, lixiviación, volatilización, entre otros, teniendo como resultado una contaminación y alteración de la calidad del agua siendo indispensable para el consumo humano y la biodiversidad que posee.

Esto de la contaminación del río Portoviejo en el embalse El Ceibal es originado por las actividades en zonas de agricultura intensiva, ganadería en las que se emplea el uso de estos insecticidas, la agroquímica, originando así el arrastre de los mismos depositándose en los ríos y adhiriéndose a los sedimentos por donde cursa el agua.

La actividad humana representa una de las mayores causas de entrada de una gran variedad de sustancias en los ecosistemas fluviales y como consecuencia, un amplio abanico de contaminantes de origen industrial, urbano y agrícola tienen presencia en los ríos, pudiendo ocasionar una cadena de efectos en el biofilm, así como aumentos de toxicidad debido a la interacción de diferentes sustancias tóxicas.

Esta contaminación por insecticidas se origina en el caudal desde el momento en el que el agricultor, campesinos entre otros usos, hacen manejo de este compuesto tóxico. Desde ese momento se genera un arrastre de este compuesto ya sea por aire o por escorrentía, teniendo como desconocimiento que muy poco del producto queda en el cultivo o animales y el resto se distribuye en aire, suelo y agua, siendo el recurso agua el principal receptor de estos compuestos tóxicos.

El problema que origina el uso descontrolado de estos insecticidas principalmente en el agua es alterando la calidad de la misma, volviéndola tóxica e inutilizable y de ahí rumbo a las personas que están propensas a enfermedades por consumo de agua contaminadas, generalmente en las familias campesinas que tienen poca conciencia sobre los peligros que representa el consumo de aguas contaminadas biológica y químicamente, por lo que consumen agua cruda e incluso usan envases de agroquímicos para su almacenamiento. El consumo de diferentes compuestos químicos a lo largo de la vida de estos pobladores afecta sus capacidades intelectuales, lo que se convierte en una limitante importante en el desarrollo de estas comunidades.

A consecuencia de este uso descontrolado se contamina toda la cuenca del río Portoviejo, llegando a perjudicar sectores como el embalse El Ceibal, Sosote, entre muchos lugares más, que en su trayectoria desde el punto donde parte el río realiza el arrastre de estos compuestos tóxicos o son depositados ahí de manera incorrecta sin conocer el daño que se está perjudicando, pero a partir de esta contaminación el siguiente proyecto se enfocara en el embalse El Ceibal en Rocafuerte, y como método de comparación el sector Sosote siendo lugares que tienen dentro de ellos una alta demanda de producción de alimento cultivado y de ganado que realiza su actividad diaria teniendo como uso indebido la aplicación de insecticidas.

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El efecto de los insecticidas sobre los sistemas acuáticos son cada vez más relevantes para el funcionamiento de todo el ecosistema, debido a que se puede evidenciar la alteración que provocan estos compuestos químicos y los efectos que están perjudicando a muchas especies, incluido el ser humano.

Cabe recalcar que a pesar de ser buenos controladores en la reproducción de plagas y en el mejoramiento de los cultivos, estos productos son sustancias altamente contaminantes que mientras solucionan un problema, generan graves consecuencias en otros ámbitos generales.

Estos biocidas producen reacciones no favorables tanto para el ser humano, como para los animales y la vegetación cuando se eliminan por acción del agua, o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos.

Los efectos agudos y crónicos de una determinada sustancia pueden ser muy diferentes, el efecto depende de la variación de la respuesta de cada individuo a los tóxicos, del género, de la edad (jóvenes, personas mayores) o del estado de salud previo a la exposición.

Entre los peligros para el medio ambiente destacan, la toxicidad para los seres vivos, la capacidad de contaminar el agua, la atmósfera o el suelo. Son especialmente preocupantes las sustancias que son persistentes y bioacumulativas.

1.3 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Los plaguicidas pueden llegar a estos ecosistemas por diferentes vías, algunas de las cuales son la deposición seca, precipitación, evaporación (Erosión-vientos), lixiviación, desechos, escurrimientos, y descargas de corrientes de agua. Las masas de agua de más de un 40 % de las tierras planetarias están en riesgo por la escurrimiento de los insecticidas". Un 18% de ellas en un riesgo alto o muy alto (Prada, 2015).

El ambiente acuático es altamente complejo y diverso. Incluye distintos tipos de ecosistemas, corrientes de agua, lagos, ríos, estuarios, costas marinas y las aguas profundas de los océanos. Todos ellos tienen

diferentes componentes bióticos y abióticos con características únicas (Rand, 1995).

La utilización de productos a pesar de las numerosas ventajas que posee puede producir efectos negativos muy diversos, siendo aumentados por el manejo inadecuado de ellos y por las prácticas agrarias erróneas (Díaz *et al*, 1989).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) los plaguicidas en países en desarrollo causan un millón de casos de intoxicación y cerca de 20,000 muertes anualmente (Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo, 2007).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) reporta que el uso de plaguicidas ha generado la presencia de al menos 46 sustancias distintas en aguas subterráneas y 76 en aguas superficiales. Tanto por su movilidad potencial, su toxicidad, así como por su presencia comprobada en los distintos segmentos del ambiente, por lo cual, se hace necesario recomendar prácticas para su manejo adecuado en la zona de estudio y normar las concentraciones de estas sustancias en el ambiente, a fin de proteger la salud humana y la salud ambiental (Morales, 2013).

Se considera que, por debajo de los 2 mil metros de altitud, prácticamente todos los cauces de agua existentes en el Ecuador están contaminados por actividades de distinto origen, en las que hay que considerar también la contaminación originada en las actividades agrícolas por el uso de agro tóxicos y la resultante por la inexistencia de sistemas de remediación de las aguas servidas de los centros urbanos. El derecho al agua no se refiere solo al acceso a la misma, sino que incluye la garantía de calidad del líquido vital. Actuar para prevenir, reducir, controlar, remediar la contaminación, así como brindar reparación adecuada a las poblaciones afectadas, es una responsabilidad de cumplimiento inmediato por parte de las autoridades y la ciudadanía (Isch *et al*, 2011).

Estudios sistemáticos sobre la contaminación del agua por pesticidas realizados en el año 2000 por entidades como el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria -SESA- y la Escuela Superior Politécnica del Litoral –ESPOL- muestran la presencia de pesticidas (prohibidos o altamente restringidos a nivel mundial), en aguas muestreadas de: Quito, Sangolquí, Amaguaña, Machachi, Cayambe, Puembo, Checa, Yaruquí, Machala y Azuay (Barrera, *et al* 2011).

La muestra de los pesticidas encontrados por investigadores de la ESPOL en aguas del Estero Salado y del Río Guayas es igualmente muy alta. Estudios recientemente realizados por el Centro de Estudios y Asesoría Social -CEAS, en la cuenca del Río Granobles, afluente del Pisque, en el cantón Cayambe, revelan la presencia de agro tóxicos usados tanto en la floricultura como en la producción de papa (Ceas, 2008).

Las fuentes de agua para los distintos usos de las poblaciones provienen de los ecosistemas hídricos, donde se encuentran ríos, quebradas, lagos, humedales, depósitos de agua subterránea y, en casos excepcionales, agua meteórica. Por otro lado, los cuerpos receptores de agua de desecho constituyen estos mismos ecosistemas hídricos, y adicionalmente el océano y el suelo (Nieto, *et al* 2011).

El río Portoviejo es el principal recurso hídrico de la región central de la provincia de Manabí, comprende aproximadamente 132 km y sus aguas atraviesan los cantones de Santa Ana, Portoviejo y Rocafuerte. Son nueve zonas manabitas las que se abastecen del afluente, teniendo según los estudios realizados aproximadamente 700.000 personas beneficiadas, en el uso del sector agrícola, doméstico, recreacional y otros campos (González, 2014).

En los últimos años ha sufrido un alto índice de contaminación; por este motivo esta cuenca superficial de agua requiere la ejecución de un análisis sectorial para diagnosticar la problemática existente. Se puede observar que el río desde su nacimiento en la presa Poza Honda, hasta

su desembocadura en el sitio La Boca de la parroquia Crucita, en el océano Pacífico, está sometido a diferentes afectaciones por las descargas incontroladas de pesticidas, desechos de animales, aguas residuales de manera clandestina, residuos sólidos, entre otros, que llegan al cauce sin ningún control (Navarrete, 2015).

“La contaminación es: un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas” (Odum, 1986).

1.4 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día encontramos una alta gama de productos químicos en el mercado utilizados por el hombre como agentes de control de plagas en la cual se evidencia un crecimiento abundante de contaminación debido a su mal uso, y al exceso de residuos dentro de los ríos pertenecientes a la provincia de Manabí.

Es muy común evidenciar las secuelas que quedan en el ambiente luego de varias prácticas agropecuarias, que no efectúan las aplicaciones o fumigaciones de manera adecuada, originando que su uso excesivo produzca muchas consecuencias negativas en el entorno, en base a sus efectos nocivos producidos por sustancias tóxicas que envenenan el organismo humano cuando existe un contacto directo o indirecto, adicionando la infestación a microorganismos benéficos que se encuentren dentro del agua.

Este estudio realizado en el río Portoviejo embalse “El Ceibal” ubicado en el cantón Rocafuerte, provincia de Manabí corrobora la información presunta sobre los insecticidas agrícolas que son un importante factor de pérdida en la biodiversidad animal del ecosistema de agua dulce y en la afección que causa en la salud de las personas.

Estas sustancias son diseñadas, precisamente, para afectar a seres vivos, y que por ello son "biológicamente activas" ese hecho es muy alarmante. Sobre todo, cuando hay muchos estudios que han encontrado que pueden producirse efectos a concentraciones "ambientalmente relevantes", es decir, a las concentraciones a veces aparentemente "bajas" a las que de hecho se encuentran estas sustancias en las aguas en las zonas afectadas por el uso de estos productos.

El 99% de las intoxicaciones en las actividades agrícolas son provocadas por el uso de agroquímicos (FAO 1997).

Se menciona que el uso de éstos ha ido en aumento en los últimos 20 años sobre todo en los países en desarrollo en el sector agrícola, en donde se carece de campañas de salud (Madeley 2002).

El uso de agroquímicos a nivel mundial ha ocasionado diversos daños o alteraciones en el ambiente y en el ser humano; en este último, estudios epidemiológicos revelan diversos daños y enfermedades como la hepatitis, mal formaciones congénitas, discapacidad mental, órganos dañados y varios tipos de cáncer como leucemia, cáncer de piel, cáncer de pecho y tumores cerebrales, así como un elevado riesgo de sarcoma de tejidos blandos (Alvarado y Pérez, 1998; Montoro *et al.*, 2009).

De tal forma es importante conocer todos estos riesgos potenciales de contaminación producidas por la escorrentia acumulando estos insecticidas en el agua, el paso de animales que suelen estar presentes en los disintos puntos y las consecuencias que pueden tener estas zonas donde se realiza un mal manejo de control químico, afectando las condiciones climaticas y produciendo perdidas en la biodiversidad, dejando a los organismos sensibles con daños irreversibles, y provocando la resistencia de las plagas que se tornan muy perjudiciales.

1.5 ANÁLISIS CRÍTICO

La realización de este proyecto fue originada por el mal manejo e implementación de estos agroquímicos en sectores de cultivo, animales entre otros lugares, por ende la utilización de insecticidas que se utilizan en estos puntos llegan a perjudicar las aguas superficiales del embalse El Ceibal en el cantón Rocafuerte.

Las consecuencias por utilizar de manera excesiva estos productos químicos y altamente tóxicos producen una bioconcentración que a su paso va afectando todo ser vivo que ayuda a generar una buena calidad de agua.

Los agroquímicos al no ser utilizados de manera correcta llegan a generar alteraciones al medio ambiente, debido a sus componentes activos llegan a causar la muerte de seres esenciales para la calidad de vida, enfermedades y alteraciones en la salud humana, entre otros problemas. El embalse El Ceibal antes conocido y visitado como un lugar de recreación turística se encuentra totalmente olvidado debido a la alta contaminación que posee el agua del río en este lugar, siendo el ser humano el principal contaminador al no utilizar y realizar una disposición final idónea de estos productos.

Esta contaminación por intrusión de insecticidas genera una gran descomposición de las aguas, volviéndolas inútil e irremediables, agotando así nuestros recursos indispensables para la vida en general.

Mediante todo esto se propone en el documento realizar una investigación en determinar los residuos de estos insecticidas para conocer qué sustancia se encuentra activa en el embalse por medio de una técnica eficaz que es realizada hoy en día en distintas partes del mundo.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar los residuos de insecticidas del embalse El Ceibal mediante pruebas LC-MS/MS, en Rocafuerte.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar mediante pruebas LC-MS/MS, todos los niveles de procesos metabólicos que recorren las aguas pertenecientes específicamente al sector El Ceibal en Rocafuerte.
- Comparar los niveles de concentración del embalse El Ceibal, con las normas de calidad ambiental sobre los límites máximos permisibles de este insecticida-acaricida que pueden estar presentes en el agua.
- Comparar los niveles de concentración del embalse El Ceibal con el sector Sosote, con el fin de conocer si la contaminación del embalse El Ceibal es directa o por arrastre del río.

1.7 HIPÓTESIS PLANTEADA

Los residuos de insecticidas presentes en el embalse El Ceibal y en sitios aledaños al mismo, afectan a la calidad del agua.

1.8 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.8.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Sistema LC-MS/MS

1.8.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Residuos de insecticidas

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Las restricciones de la sostenibilidad acerca del uso de insecticidas incluyen los efectos en la salud humana, los ecosistemas agrícolas (ejemplo, los insectos beneficiosos), el medio ambiente, en su sentido más amplio (Las especies que no son el objetivo, paisajes y comunidades) y la selección de los rasgos que confieren la resistencia a los insecticidas. Es posible encontrar ejemplos donde los insecticidas han tenido un impacto desastroso en todas aquellas variables y otros ejemplos donde los peligros que representaban han sido mitigados (por accidente o por diseño). (Devine *et al*, 2008).

2.1 MODO DE ACCIÓN DE LOS INSECTICIDAS

El modo de acción de un insecticida puede definirse como la respuesta bioquímica y fisiológica de un organismo asociada a la aplicación de dicho insecticida. Aunque el modo de acción de los plaguicidas está más o menos establecido, resulta ser que dichos productos pueden afectar a los organismos de diferentes maneras y según la dosis; en sentido general la acción se verifica en el bloqueo de procesos metabólicos que terminan matando el organismo o evitando su desarrollo.

En términos de modos de acción los insecticidas se clasifican en siete grupos: tóxicos físicos, venenos protoplásmicos, venenos nerviosos, inhibidores metabólicos, toxinas cito líticas, venenos musculares y agentes alquilantes.

La forma cómo actúan se verifica a nivel de los procesos bioquímicos de las células de los organismos vivos a los cuales están dirigidos. (Ponce, *et al*.2006).

En general, los insecticidas son sustancias con propiedades biocidas para los insectos. Su efecto sobre la fisiología de estos organismos es

complejo y tiene una serie de reacciones fisicoquímicas que afectan a una especie de insecto en particular (Romanyk y Cadahía, 2002).

Aunque los plaguicidas son herramientas importantes de control, su uso ha demostrado también consecuencias negativas, como el desarrollo de resistencia a los productos fitosanitarios por plagas y enfermedades, aparición de nuevas plagas, eliminación de la fauna benéfica y contaminación ambiental y de cultivos alimenticios (Carrero, *et al.* 1996).

El uso de extractos de plantas como insecticidas data de la época del Imperio Romano. Sin embargo, sólo a partir de los años 30 del siglo recién pasado se produjeron los avances más importantes en el uso de los insecticidas como: nicotina, rotenona, cuasina y piretrinas (Villalobos, *et al.* 1996).

Según los expertos, el uso de pesticidas reduce la biodiversidad, reduce la fijación de nitrógeno y contribuye al declive de polinizadores, además de destruir hábitats (especialmente para aves). Los insecticidas de la familia de los neonicotinoides, por ejemplo, limitan las posibilidades de supervivencia de las abejas, según una investigación británica que publicó la revista Science; investigación que ha demostrado que este tipo de insecticidas mina la capacidad de aprendizaje, de orientación y supervivencia de los insectos. (REDARCAN, *Sf*)

2.2 TOXICIDAD DE LOS PLAGUICIDAS EN LOS SISTEMAS ACUÁTICOS.

Los efectos ecológicos de los plaguicidas en el agua están determinados por los siguientes criterios:

2.2.1 Toxicidad: Toxicidad para mamíferos y no mamíferos, expresada en forma de DL₅₀ ("Dosis letal": concentración del plaguicida que provoca la muerte de la mitad de los organismos de prueba durante un período

especificado de prueba). Cuanto más baja es la DL_{50} , mayor es la toxicidad; los valores de 0 a 10 son extremadamente tóxicos (OMAF, 1991).

Las directrices sobre los alimentos y el agua potable se determinan utilizando una evaluación basada en el riesgo. Por lo general, riesgo = exposición (cantidad y/o duración) x toxicidad.

La respuesta tóxica (efecto) puede ser aguda (muerte) o crónica (efecto que quizá no provoque la muerte durante el período de prueba, pero cause en el organismo sometido a prueba efectos observables, como cánceres y tumores, deficiencias reproductivas, inhibición del crecimiento, efectos teratogénicos, etc.).

2.2.2 Persistencia: Medida en términos de vida-mitad (tiempo necesario para que la concentración ambiental disminuya un 50 por ciento). La persistencia está determinada por procesos bióticos y abióticos de degradación. Los procesos bióticos son la biodegradación y el metabolismo; los procesos abióticos son fundamentalmente la hidrólisis, fotólisis y oxidación. Los plaguicidas modernos suelen tener vidas-mitades breves, que reflejan el período durante el cual la plaga debe ser controlada (Calamari y Barg, 1993).

2.2.3 Productos degradados: El proceso de degradación puede llevar a la formación de "productos degradados", cuya toxicidad puede ser mayor, igual o menor que la del compuesto original.

2.2.4 Destino (ambiental): El destino ambiental (comportamiento) de un plaguicida depende de la afinidad natural del producto químico con respecto de uno de los cuatro compartimentos ambientales (Calamari y Barg, 1993): materia sólida (materia mineral y carbono orgánico en partículas), líquido (solubilidad en aguas superficiales y aguas del suelo), forma gaseosa (volatilización) y biota. Este comportamiento recibe con frecuencia el nombre de "compartimentación".

2.3 EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD HUMANA.

Los efectos en la salud humana son provocados por los siguientes medios:

Contacto a través de la piel:	Manipulación de productos plaguicidas
Inhalación:	Respiración de polvo o pulverizaciones
Ingestión:	Plaguicidas consumidos como contaminantes en los alimentos o en el agua.

Los trabajadores agrícolas están sometidos a especiales riesgos asociados a la inhalación y contacto a través de la piel durante la preparación y aplicación de plaguicidas a los cultivos. No obstante, para la mayoría de la población, un vehículo importante es la ingestión de alimentos contaminados por plaguicidas.

La degradación de la calidad del agua por la escorrentía de plaguicidas tiene dos efectos principales en la salud humana. El primero es el consumo de pescado y mariscos contaminados por plaguicidas; este problema puede revestir especial importancia en las economías pesqueras de subsistencia que se encuentran aguas abajo de importantes zonas agrícolas. El segundo es el consumo directo de agua contaminada con plaguicidas.

2.4 EFECTOS ECOLÓGICOS DE LOS PLAGUICIDAS.

Los plaguicidas se incluyen en una gran variedad de micros contaminantes orgánicos que tienen efectos ecológicos. Las distintas categorías de plaguicidas tienen diferentes tipos de repercusión en los organismos vivos, por lo que es difícil hacer afirmaciones generales. Aunque los plaguicidas tienen sin duda efectos en la superficie terrestre,

el principal medio de daños ecológicos es el agua contaminada por la escorrentía de los plaguicidas. Los dos mecanismos más importantes son la bioconcentración y la bioampliación.

Los efectos ecológicos de los plaguicidas (y otros contaminantes orgánicos) son muy variados y están con frecuencia interrelacionados. Se considera que los efectos producidos en los organismos y en el medio ambiente constituyen una advertencia de las posibles repercusiones en la salud humana. Los principales tipos de efectos son los que se enumeran a continuación y varían según el organismo sometido a investigación y el tipo de plaguicida. Los distintos plaguicidas provocan efectos muy diferentes en la vida acuática, por lo que es difícil formular afirmaciones de alcance general. Lo importante es que muchos de estos efectos son crónicos (no letales), pasan con frecuencia desapercibidos al observador superficial, y, sin embargo, tienen consecuencia en toda la cadena trófica. Esos efectos son los siguientes:

- Muerte del organismo.
- Cánceres, tumores y lesiones en peces y animales.
- Inhibición o fracaso reproductivo
- Supresión del sistema inmunitario.
- Perturbación del sistema endocrino (hormonal).
- Daños celulares y en el ADN.
- Efectos teratogénicos (deformidades físicas, como las que se observan en el pico de algunas aves).
- Problemas de salud en los peces revelados por el bajo coeficiente entre células rojas y blancas, el exceso de mucílago en las escamas y agallas de los peces, etc.
- Efectos intergeneracionales (que sólo se observarán en las generaciones futuras del organismo).

- Otros efectos fisiológicos, como disminución del grosor de la cascara de los huevos.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) los plaguicidas en países en desarrollo causan un millón de casos de intoxicación y cerca de 20,000 muertes anualmente (Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo, 2007).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) reporta que el uso de plaguicidas ha generado la presencia de al menos 46 sustancias distintas en aguas subterráneas y 76 en aguas superficiales. Tanto por su movilidad potencial, su toxicidad, así como por su presencia comprobada en los distintos segmentos del ambiente, por lo cual, se hace necesario recomendar prácticas para su manejo adecuado en la zona de estudio y normar las concentraciones de estas sustancias en el ambiente, a fin de proteger la salud humana y la salud ambiental (Morales, 2013).

La contaminación difusa es causada generalmente por el transporte de sustancias contaminantes, tanto solubles como particuladas, a lo largo de amplias zonas con frecuencia alejadas de la fuente de origen. Este tipo de contaminación está más relacionado con la deposición atmosférica, determinadas prácticas agrícolas y el tratamiento y reciclaje inadecuado de los lodos de depuración y aguas residuales (Martínez, *et al* 2005).

Puede decirse, entonces, que los efectos desfavorables de los contaminantes en el suelo como sistema son la afectación de su ciclo biogeoquímico y su función de biofiltro; la disminución cualitativa y cuantitativa del crecimiento de microorganismos; la disminución del rendimiento de los cultivos; la contaminación de las aguas superficiales y freáticas por procesos de transferencia y, por último, la disminución de las funciones de soporte de actividades de ocio (Porta; López-Acevedo; Roquero, 1994).

Ahora, dentro de los contaminantes con gran impacto sobre el suelo están los plaguicidas. En este orden de ideas, se reconoce que los plaguicidas son sustancias formadas por compuestos tóxicos que se han introducido deliberadamente en el medio ambiente para combatir plagas y enfermedades de las plantas; pueden acumularse en el suelo o bien filtrarse en las aguas subterráneas o evaporarse y posteriormente volver a depositarse en el suelo.

Asimismo, pueden afectar la biodiversidad de este recurso debido a su escasa selectividad y por incorporarse en la cadena trófica. Este posible efecto no intencionado sobre otros organismos obliga a realizar valoraciones previas a modo de minimizar los impactos sobre estos organismos y los diferentes hábitats (Enríquez, 2001).

Adicionalmente, no importando el tipo de plaguicida, todos cuentan con ciertas características (como toxicidad, persistencia, bioacumulación, capacidad de migración, etc.) que los hacen perjudiciales o benéficos tanto para los recursos naturales, como para el hombre (Linares, 2007).

En la actualidad se calcula que el 80% de las ventas globales de estos productos se consume en los países desarrollados, mientras que en otros países subdesarrollados se consume el 20% restante. Lo destacable es que dentro de estos últimos se registra el 75% de las muertes por contaminación por agroquímicos (Papale, 2003).

El mismo autor señala que dentro de los impactos negativos que generan en el medio ambiente puede nombrarse la reducción de la actividad microbiana del suelo, el crecimiento irregular, la pérdida de biomasa, o muerte de plantas sensibles a estas sustancias y afectaciones en la salud de la población.

En Ecuador y en otros países en desarrollo, el uso de plaguicidas se basa frecuentemente en programas de “uso seguro”, los cuales no toman en cuenta factores sociales y económicos que hacen que los agricultores de

baja escala sean más vulnerables a los daños causados por los plaguicidas (Sherwood et al., 2007; Dale, 2008; Orozco *et al.*, 2009). Estos factores incluyen condiciones macroeconómicas difíciles, falta de infraestructura, incluyendo agua y facilidades sanitarias, vivienda inadecuada y programas de extensión agrícola muy limitados (Torres L; *et al.* 2010).

Se considera que, por debajo de los 2 mil metros de altitud, prácticamente todos los cauces de agua existentes en el Ecuador están contaminados por actividades de distinto origen, en las que hay que considerar también la contaminación originada en las actividades agrícolas por el uso de agrotóxicos y la resultante por la inexistencia de sistemas de remediación de las aguas servidas de los centros urbanos. El derecho al agua no se refiere solo al acceso a la misma, sino que incluye la garantía de calidad del líquido vital. Actuar para prevenir, reducir, controlar, remediar la contaminación, así como brindar reparación adecuada a las poblaciones afectadas, es una responsabilidad de cumplimiento inmediato por parte de las autoridades y la ciudadanía (Isch *et al.*, 2011).

Estudios sistemáticos sobre la contaminación del agua por pesticidas realizados en el año 2000 por entidades como el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria -SESA- y la Escuela Superior Politécnica del Litoral -ESPOL- muestran la presencia de pesticidas (prohibidos o altamente restringidos a nivel mundial), en aguas muestreadas de: Quito, Sangolquí, Amaguaña, Machachi, Cayambe, Puenbo, Checa, Yaruquí, Machala y Azuay (Barrera, *et al.* 2011).

La muestra de los pesticidas encontrados por investigadores de la ESPOL en aguas del Estero Salado y del Río Guayas es igualmente muy alta. Estudios recientemente realizados por el Centro de Estudios y Asesoría Social -CEAS, en la cuenca del Río Granobles, afluente del Pisque, en el cantón Cayambe, revelan la presencia de agrotóxicos usados tanto en la floricultura como en la producción de papa (Ceas, 2008).

Las fuentes de agua para los distintos usos de las poblaciones provienen de los ecosistemas hídricos, donde se encuentran ríos, quebradas, lagos, humedales, depósitos de agua subterránea y, en casos excepcionales, agua meteórica. Por otro lado, los cuerpos receptores de agua de desecho constituyen estos mismos ecosistemas hídricos, y adicionalmente el océano y el suelo (Nieto, *et al* 2011).

La (Ley de Gestión Ambiental) discrimina que: “Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.” Citando al artículo anterior, la política del Ecuador tiene como gestión ambiental los principios de responsabilidad con su medio ambiente, de que el estado ecuatoriano realice sus actividades, la cual se puede comprobar si se cumple mediante una investigación exhaustiva, que deba ser científicamente comprobada.

Otro factor que debemos tomar en cuenta es la poca información que estos moradores poseen respecto a sus derechos, y la falta de educación de estas personas afecta al nivel que ellos no saben que pueden reclamar sus derechos.

El Artículo 397 de la (Constitución de la República del Ecuador, 2008) estipula lo siguiente: “Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca.

La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho

individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

- 1) Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
- 2) Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
- 3) Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
- 4) Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.
- 5) Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.”

2.5 DATOS GEOGRÁFICOS DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

La provincia de Manabí limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al sur con las provincias de Santa Elena y Guayas, al este con las provincias

de Guayas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, y al oeste con el Océano Pacífico.

2.5.1 Relieve. - Por tratarse de una provincia de la costa, Manabí tiene escasas elevaciones que no sobrepasan los 500 metros, sobre el nivel del mar. De la provincia del Guayas viene la cordillera del Chongón – Colonche y toma los nombres de cerros de Paján y luego de Puca. Esta cordillera es la columna vertebral de la región.

En el cantón de Montecristi existen los cordones aislados de los cerros de este nombre y los cerros de Hojas. Hacia el norte se dirige la cordillera de Balzar, que se encuentra en los cerros de Los Liberales y de Canoa. De allí sigue un ramal que se une con los cerros de Jama que continúan hacia el norte con los cerros de Coaque.

2.5.2 La Costa. - El océano Pacífico baña 350 kilómetros de costa manabita. Los accidentes geográficos de mayor importancia son de norte a sur: la península de Cojimíes; los cabos Pasado, San Mateo y San Lorenzo, las puntas Cojimíes, Surrone, Brava, Charapotó, Jaramijó, Cayo y Ayampe; las bahías: de Cojimíes, de Caráquez y de Manta; las ensenadas: Jama, Crucita, Cayo o Machalilla. Frente a Cayo, a una distancia de 15 Km., de la costa se encuentra la isla de La Plata, que tiene una extensión de 4,5 Km. de largo por 1,5 Km., de ancho. Otra isla más pequeña que la anterior es la de Cojimíes.

2.5.3 Hidrografía. - Las regiones del norte que comprende los cantones Sucre, Chone y Bolívar, están bañadas por un sistema fluvial importante que fertiliza estas tierras. El río Quinindé que pertenece a la vertiente del río Esmeraldas nace al noroeste del cantón Chone, continúa hacia el oriente y el norte y recibe las aguas de varios ríos; los más importantes son el Piojito y el Mongoya. El río más importante por su caudal es el río Chone que nace en las faldas occidentales de la cordillera de Balzar y desemboca en Bahía de Caráquez. Sus principales afluentes son: por la margen derecha los ríos Mosquito, Garrapata, San Lorenzo y por la

margen izquierda: el Tosagua, con sus afluentes: Canuto y Calceta. La cuenca que riegan estos ríos es una de las más importantes y fértiles de la provincia. Otros ríos importantes son: Jama, que nace en los cerros de su nombre y su principal tributario, el río Mariano.

El río Canoa nace en las montañas de ese nombre y recibe las aguas del Tabu chilla y el Muchacho. Entre Canoa y San Vicente desemboca el río Briceño que es de poco caudal. En las montañas de Paján y Puca nace el río Portoviejo que desemboca en la bahía de Charapotó, en la desembocadura llamada La Boca.

2.6 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

La población de Manabí es mayoritariamente joven pues el número de habitantes de más de 45 años representa el 13% de la población total, la tasa de natalidad de la provincia es elevada y a pesar del crecimiento acelerado de la población urbana, la de carácter rural es mayoritaria y es la que cuenta con menos servicios básicos.

2.6.1 Clima. - El Clima oscila subtropical seco a tropical húmedo. La estación invernal que se inicia a principios de diciembre y concluye en mayo es calurosa debido a la influencia de la corriente cálida del Niño.

El verano que va de junio a diciembre es menos caluroso y está influenciado por la corriente fría de Humboldt. La temperatura no es uniforme en toda la provincia, la temperatura media en Portoviejo, la capital, es de 25~ C y en la ciudad puerto, Manta, de 23,80.

Un estimado de 796.120 personas viven del río Portoviejo, considerando la totalidad de la población que vive en los nueve cantones y que se abastecen del agua, sea para consumo, uso doméstico, recreación o riego, del mencionado afluente.

El río, que lleva el nombre de la capital provincial, es el principal recurso hídrico que tienen los cantones Santa Ana, 24 de Mayo, Portoviejo, Rocafuerte, Manta, Jaramijó, Montecristi, Jipijapa y la parroquia Charapotó del cantón Sucre.

La población que vive en las nueve jurisdicciones obtiene, directa o indirectamente, el agua que consume del río que se represa en Poza Honda, ubicada a unos 30 kilómetros de la ciudad capital y construida entre 1969 y 1971.

La presa que tiene más de 12 kilómetros de longitud almacena 100 millones de metros cúbicos de agua, recurso que se utiliza para irrigar unas 10 mil hectáreas de cultivos en la zona central de la provincia, y para un sinnúmero de otros beneficios en los cantones antes señalados.

2.6.2 Acceso al agua. En los nueve cantones mencionados, un total de 120.080 hogares se abastecen de agua de la red pública, lo que significa que unas 600.400 personas tienen acceso al agua que es obtenida del río Portoviejo y procesada en las respectivas plantas de tratamiento.

Las restantes 195.750 personas que no tienen acceso al agua a través de la red pública se abastecen mediante tanqueros que obtienen el líquido en las estaciones de bombeo de Loma Blanca, en Portoviejo, o en la planta de El Ceibal, en Rocafuerte.

Una cascada de agua color marrón con malos olores cae desde una alcantarilla ubicada a un costado del paso lateral Manabí-Guillén, en Portoviejo, sobre el río de igual nombre, y forma una capa espumosa que se esparce en el afluente.

Lo que desciende son líquidos de la laguna de oxidación de la capital manabita que presuntamente no han recibido tratamiento, según

Leonardo Hidalgo, director de Gestión Ambiental del Consejo Provincial de Manabí (CPM).

A unos 10 km más abajo, las aguas del río son captadas por la planta de tratamiento El Ceibal, que dota del líquido potabilizado a los cantones Manta, Montecristi, Jaramijó y parte de Rocafuerte y la parroquia Crucita (Portoviejo).

Según Hidalgo, estudios internacionales indican que la cantidad de residuos fecales y coliformes que puede haber en un río no debe sobrepasar los 200 NPM (método de Niveles Más Probables), pero de acuerdo con un análisis realizado en el sitio donde se evacúan las aguas de la laguna de oxidación (paso lateral de Portoviejo), el nivel es de 1.200 NPM.

El funcionario califica de crítico el alto nivel de contaminación por las 338 descargas de residuos líquidos que en forma clandestina se han conectado para evacuar a lo largo del río Portoviejo, según un estudio de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Portoviejo (Epmapap).

Antes el río Portoviejo pasaba cerca de la calle Rocafuerte, pero debido a los asentamientos se ha distanciado unos 600 metros de su cauce", expresó el director de Planificación del gobierno municipal de Portoviejo, Gustavo Granizo, con lo cual coincide Ángel Rivera, coordinador del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Pero, así como es generador de vida, y da origen a hermosos balnearios a su paso por Santa Ana y Rocafuerte y crear una zona ecológica como el estuario y manglar La Boca. El río también se convierte en una amenaza para la vida de quienes habitan en sus riberas, debido a la formación de sectores críticos que en época de lluvias y crecientes son una real amenaza.

“La mayor problemática surge por las descargas clandestinas y luego por la contaminación de desechos de químicos de la agricultura a lo largo del cauce del río”.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

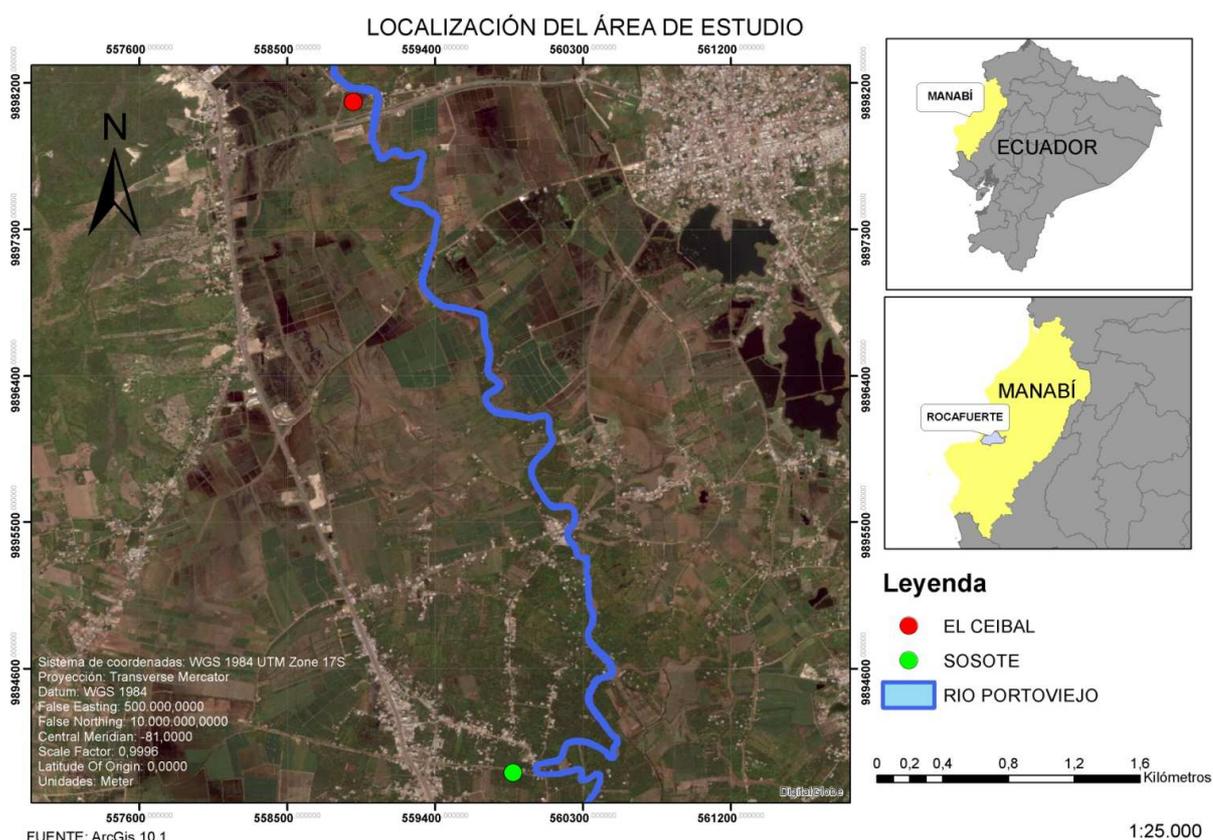
El cantón Rocafuerte se encuentra localizada en la parte central de la Provincia de Manabí, a 0°,55" y 6" de latitud sur y 80° 26" 10" de longitud occidental. Tiene una superficie de 280.4 Km². El cantón tiene una sola parroquia (urbana) en la cabecera cantonal. Abarcan 54 comunidades repartidas en tres (3) zonas: zona alta, zona baja y la zona urbana y comprende un total de 33,736 habitantes.

El área específica a ser estudiada es el embalse "El Ceibal", mismo lugar que se encuentra abierto a sus accesos a terrenos agrícolas, paso de ganado y de varias personas que se proveen del líquido vital para más de 2.500 hectáreas.

Sosote es una localidad rural del Cantón Rocafuerte en la Provincia de Manabí. Se encuentra ubicada al suroeste del cantón, en el kilómetro 10 de la vía Portoviejo-Chone.

Si bien hasta hace unos años la agricultura era la actividad representativa de la zona, actualmente han tomado protagonismo las labores artesanales a través de la elaboración de objetos de tagua, ollas de barro y la gastronomía como fuente de sustento de gran parte de sus habitantes.

Este punto es crucial porque servirá como eje de comparación o comprobación en determinar si el embalse se encuentra contaminado por insecticidas.



3.2 TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es descriptiva busca determinar los principales tipos de insecticidas o componentes activos que se encuentre en el río Portoviejo, específicamente Rocafuerte sector El Ceibal y Sosote. Realizando muestreos en diferentes puntos localizados para determinar el número de estos compuestos altamente tóxicos que son perjudiciales para la salud humana, animales, entre otros.

El trabajo realizado es tanto de campo como de gabinete; de campo para recolectar los distintos datos que aportan a la investigación, lo cual permitirá a los autores tener un contacto directo y conocer la situación actual sobre la contaminación del río Portoviejo y de gabinete porque posteriormente se deberá aplicar dichos resultados del análisis en laboratorio sobre el muestreo que se lleva a cabo en el río que pasa por el sector El Ceibal y Sosote, con el fin de enumerar los diferentes insecticidas o componentes activos que se encuentren y en qué niveles de toxicidad están presentes.

3.3 MÉTODOS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Los métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos en esta investigación tienen como meta determinar los datos necesarios válidos y confiables para su posterior análisis y procesamiento.

3.4 MÉTODO

Se realiza la toma de muestra integrada que consta de muestras puntuales tomadas simultáneamente en diferentes puntos ya una vez localizados o determinados lo más cercanas posibles del sector estudiado con un total de 2 muestras, las cuales se recolectan en envase limpios de vidrio, color ámbar o inactínico, enjuagados con agua destilada y secados respectivamente.

3.5 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS

- Llenar el recipiente de muestreo con una porción de agua del cuerpo hídrico muestreado, utilizando una cuerda adherido a una botella para no tener contacto con el agua de río.
- Registro de localización del punto de muestreo real con GPS.
- Caracterizar el sitio con fotografías.
- Identificación de la muestra.
- La toma de muestras se realiza sumergiendo el envase de forma contraria al flujo, evitando la inclusión de aire por flujo turbulento.

3.6 CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS LC-MS/MS

La cromatografía de líquidos es la técnica de separación más comúnmente utilizada para llevar a cabo la separación de las HAs, ya que a diferencia de la cromatografía de gases no se requiere una etapa de derivatización previa a su inyección en el sistema cromatográfico. Si se combina la cromatografía de líquidos con la espectrometría de masas el resultado es una metodología analítica de elevada selectividad y sensibilidad. Por este motivo, cada vez son más numerosas las publicaciones relacionadas con las aminas heterocíclicas que aplican técnicas basadas en el acoplamiento LC-MS.

Para determinar la presencia de estos compuestos se suele recurrir a las técnicas cromatográficas, las cuales permiten separar los compuestos de interés presentes en la muestra. Comúnmente, dependiendo de las características químicas del analito, se utiliza cromatografía líquida de alta resolución HPLC o cromatografía gaseosa GC. Posterior a la separación de estos compuestos, tiene lugar la etapa de cuantificación.

La cromatografía líquida, es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar (columna) y una fase móvil. La fase estacionaria es sílica que se ha tratado con RMeSiCl. La fase móvil actúa de portador de la muestra. La muestra en solución es inyectada en la fase móvil. Los componentes de la solución emigran de acuerdo a las interacciones no-covalentes de los compuestos con la columna. Estas interacciones químicas, determinan la separación de los contenidos en la muestra (**Figura 1**).

Utilizando la cromatografía líquida en la muestra de agua del río Portoviejo del sector El Ceibal y Sosote, se separan sus componentes como ya se había mencionado, es decir se determinan las moléculas o ingredientes activos de 362 pesticidas, por el cual conoceremos el grado o número de moléculas por pesticidas que tiene esta agua. La

cromatografía líquida LC-MS/MS es ideal y eficaz para este tipo de análisis.

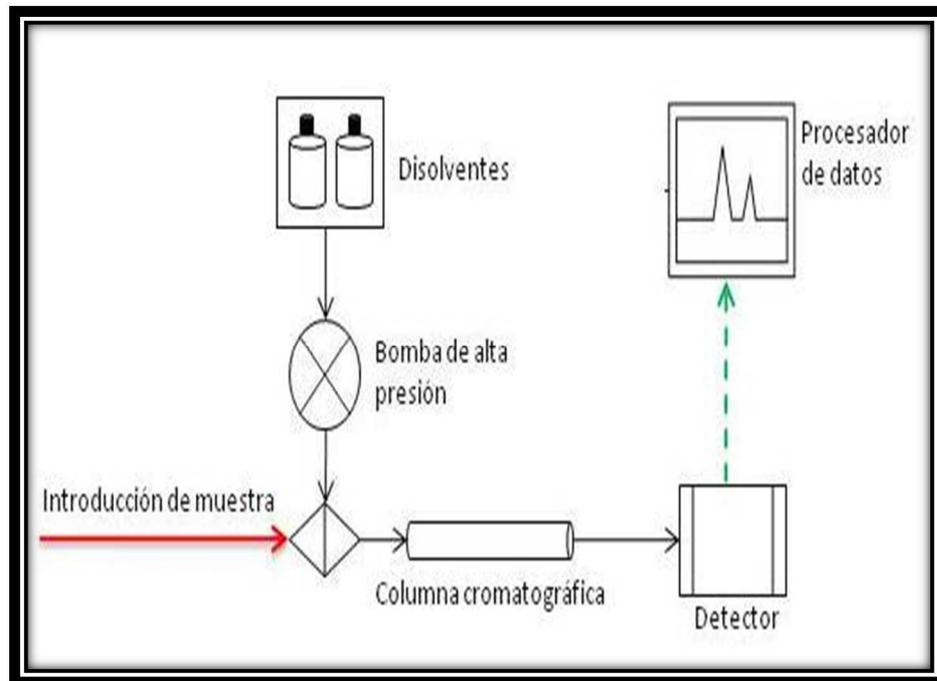


Figura 1. Universidad Autónoma de Barcelona, Esquema del proceso de cromatografía líquida a emplearse en la investigación (UAB).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se discuten los resultados obtenidos de la aplicación en laboratorio de las pruebas a través de la muestra de análisis LC-MSMS (A122) en dos muestras, recolectadas el 03-08-2018, en el embalse El Ceibal y en Sosote, respectivamente.

De acuerdo a los análisis que se realizaron en el laboratorio sujetos a la cromatografía líquida y espectrometría de masas sobre la muestra tomada en el embalse El Ceibal para determinar si el agua en este sector presenta residuos de insecticidas, se indica la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz-DMF, en $\mu\text{g/l}$ como unidad de medida con 20,0 de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en $\mu\text{g/l}$ como unidad de medida con 39,4 de concentración.

Así mismo correspondiente al sector Sosote sobre la muestra tomada y analizada respectivamente en el laboratorio para determinar si el agua en este sector presenta residuos de insecticidas, se indica la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz-DMF, en $\mu\text{g/l}$ como unidad de medida con 30,0 de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en $\mu\text{g/l}$ como unidad de medida con 59,1 de concentración (**Cuadro 1**).

Todo el proceso llevado a cabo demoró un total de 20 días desde el momento en que se tomó la muestra y fueron enviadas para su respectivo análisis, cumpliendo con todas las normas para su eficiente proceso y respectivo resultado.

Cuadro 1: Concentraciones encontradas de plaguicidas

Muestra	Compuesto: Amitraz-DMF	Compuesto: Amitraz (suma)
BLS180803299 Embalse El Ceibal	20,0 µg/l de concentración	39,4 µg/l de concentración
BLS180803300 Sosote	30,0 µg/l de concentración	59,1 µg/l de concentración
LÍMITES PERMISIBLES		
Plaguicidas Piretroides Totales	0,05 mg/l concentración	0,05 mg/l concentración
Plaguicidas organofosforados totales	10,0 µg/l concentración	10,0 µg/l concentración
plaguicidas organoclorados totales	10,0 µg/l concentración	10,0 µg/l concentración

Fuente: Informe de Análisis LC-MSMS, Laboratoriumonderzoek & Advies (2018).

De acuerdo con los resultados, los límites permisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en cuerpos de agua dulce en Ecuador se establecen en un rango máximo de 10,0 µg/l para la concentración de plaguicidas organofosforados totales. Los resultados que se presentan indican una alta concentración de contaminante en las muestras, por lo cual, los impactos causados por un insecticida en el ambiente pueden ser observados con las mortalidades de organismos, o con la disminución de una especie en un ecosistema, lo cual provoca cambios en la composición de su especie y en la contaminación de las aguas (**Grafico 1**).

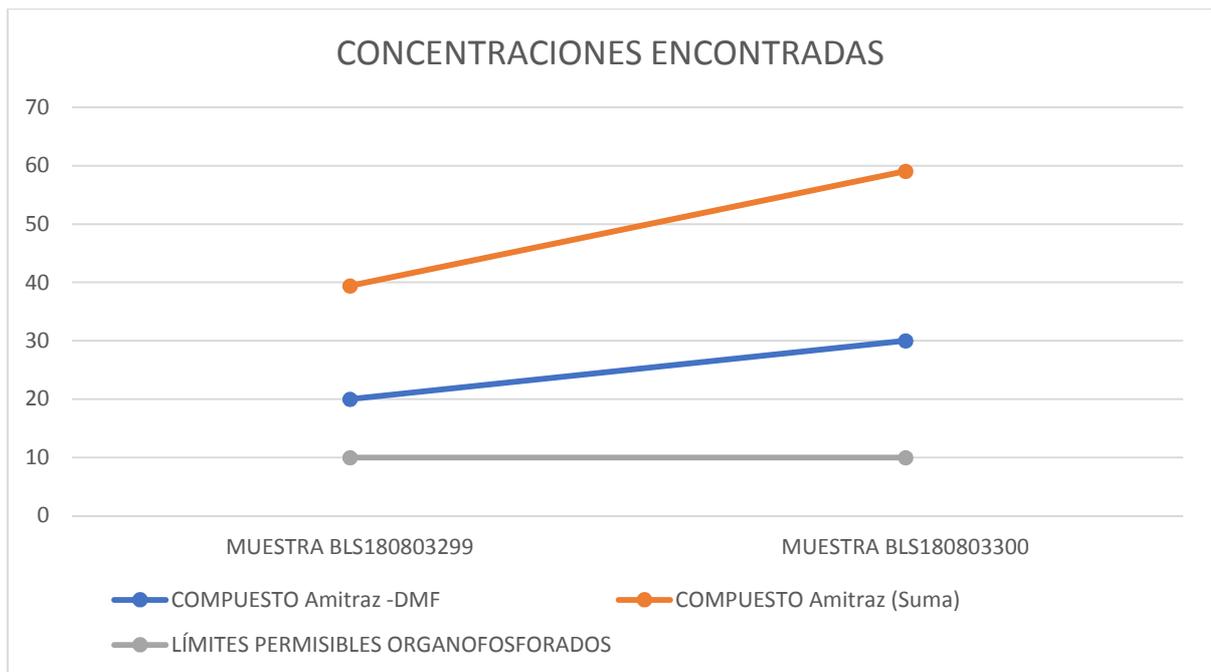


Gráfico 1. Concentraciones encontradas de plaguicidas. Fuente: Informe de Análisis LC-MSMS, Laboratoriumonderzoek & Advies (2018).

Así mismo, con los límites permisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en cuerpos de agua dulce que se establecen en un rango máximo de, 10,0 µg/l para la concentración de plaguicidas organoclorados totales. Los resultados que se presentan indican una alta concentración de contaminante en las muestras, que se encuentra sobrepasando los niveles máximos en los que se debe encontrar un cuerpo de agua dulce para preservación de este ecosistema, por lo cual los impactos causados por un insecticida en el ambiente pueden ser con la disminución de una especie en un ecosistema, lo cual provoca cambios en la composición de su especie y en la contaminación de las aguas **(Gráfico 2)**.

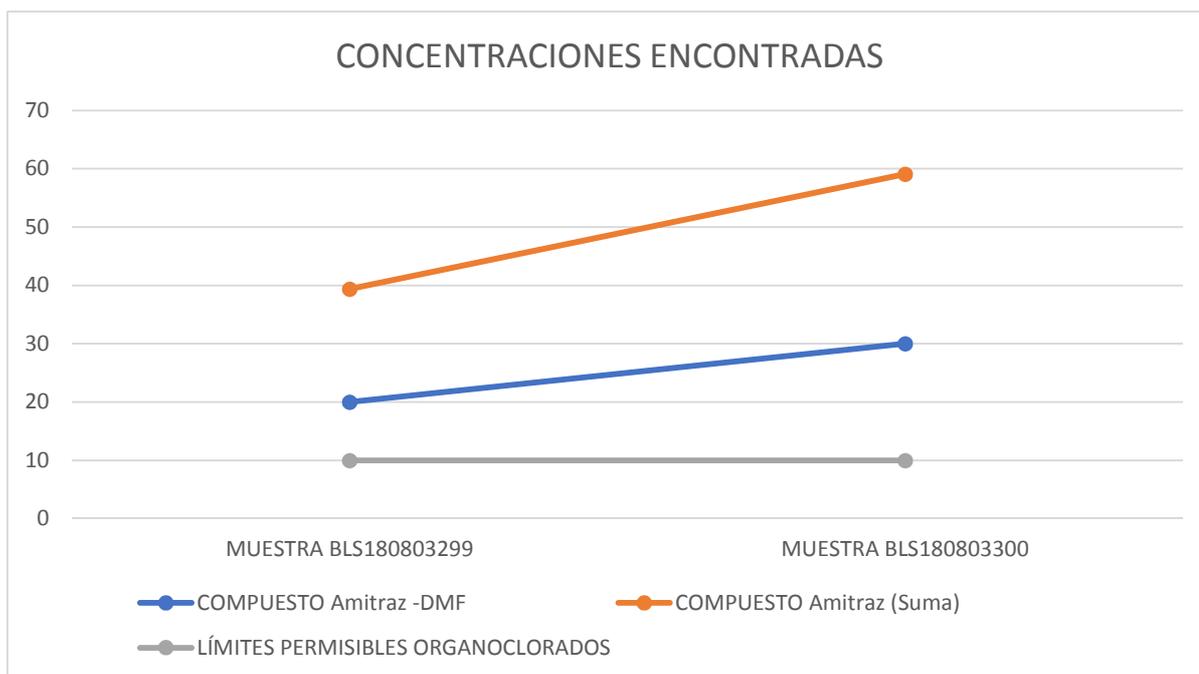


Gráfico 2. Concentraciones encontradas de plaguicidas. Fuente: Informe de Análisis LC-MSMS, Laboratoriumonderzoek & Advies (2018).

Por consiguiente con el mismo análisis, en el siguiente grafico se expresa los límites permisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en cuerpos de agua dulce que se establecen en un rango máximo de 0,05 mg/l para la concentración de plaguicidas piretroides. Los resultados que se presentan indican una alta concentración del contaminante en las muestras, por lo cual esto afecta de manera directa o indirecta tanto a los seres humanos que hacen uso de esta agua. Los impactos causados por un insecticida en el ambiente pueden ser mortales o catastróficos perjudicando la red trófica con las mortalidades de organismos, lo cual provoca cambios en la composición de una especie y en la contaminación de las aguas (**Grafico 3**).

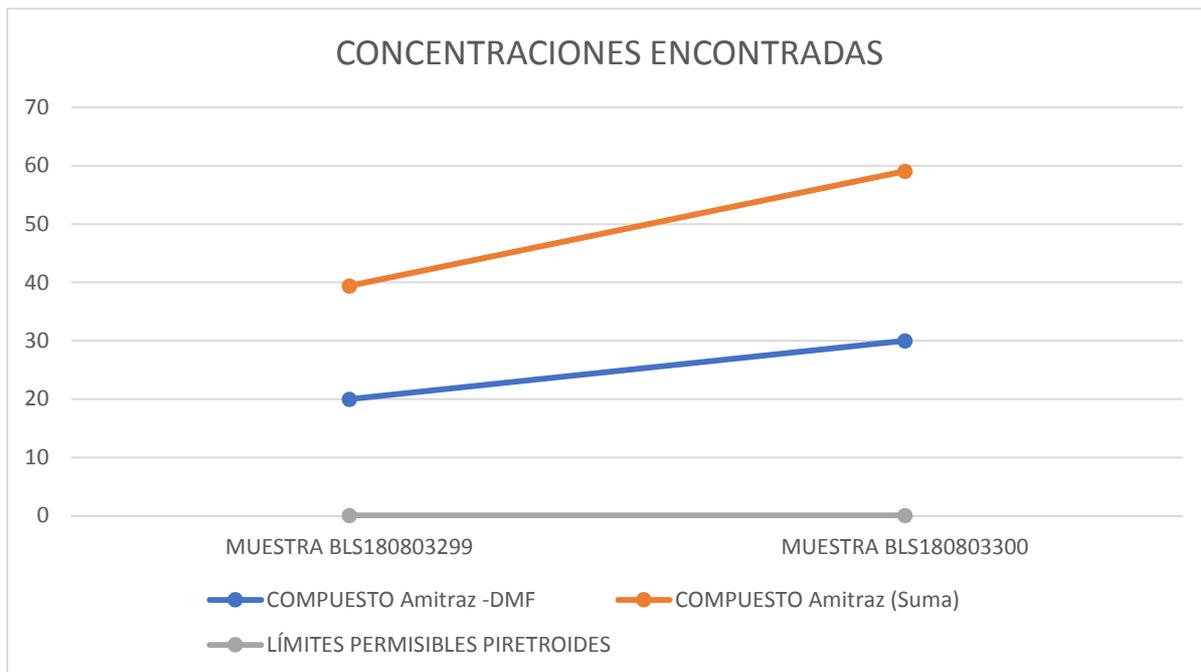


Gráfico 3. Concentraciones encontradas de plaguicidas. Fuente: Informe de Análisis LC-MSMS, Laboratoriumonderzoek & Advies (2018).

La evaluación del impacto de los plaguicidas en el ambiente se detecta a través de indicadores como el impacto potencial en el ambiente por el uso de plaguicidas en el área agrícola, según su potencial de escorrentía, de contaminación de cuerpos de agua (superficiales y subterráneas) y su toxicidad aguda y crónica para organismos), además de la protección de las márgenes de los ríos y ecosistemas acuáticos cercanos a las áreas cultivadas. Indicador que se sustenta en las medidas preventivas tomadas para controlar la escorrentía potencial de plaguicidas, prevenir la exposición del ecosistema acuático, proteger la integridad de los ecosistemas acuáticos, así como asegurar la debida protección de la cobertura vegetal de las márgenes del mismo.

La contaminación de los ecosistemas acuáticos con residuos de insecticida se hace evidente cuando se toma como referencia los accidentes ambientales con mortalidades de organismos acuáticos y los resultados de estudios realizados en regiones agrícolas. La mayor parte de estos contaminantes alcanzan los ecosistemas acuáticos a través del

proceso de escorrentía desde los campos agrícolas hacia los cuerpos de agua.

Para mantener ecosistemas acuáticos saludables, diversos y productivos y asegurar una buena calidad de vida a los habitantes se requiere proteger el recurso hídrico para contar con un sistema de aguas natural y potable de excelente calidad. El agua constituye un insumo básico en la actividad agrícola. El uso intensivo de plaguicidas en la agricultura podría poner en riesgo de contaminación las aguas superficiales y subterráneas afectando así los ecosistemas naturales y las reservas de agua potable.

De esta manera, se ratifica y comprueba la hipótesis planteada, en concordancia a que los residuos de insecticidas esparcidos en el Embalse El Ceibal y en sitios aledaños al mismo, afectan a la calidad del agua y destrucción degenerativa de los organismos biológicos que habitan en él.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

5.1 CONCLUSIONES

- Los límites de cuantificación objetivo referente al menor nivel validado de 10,0 µg/l para la concentración de plaguicidas organofosforados totales, 10,0 µg/l para la concentración de plaguicidas organoclorados totales y 0,05 mg/l para la concentración de piretroides totales en función del método utilizado, posibilitan la utilización de esta metodología para el control de cumplimiento de los límites máximos permitidos.
- Se ha aplicado el método LC-MS/MS basado en la comparación de respuestas en calibrados realizados en solvente y en matriz: 1) calibrado en matriz, agrupando varios tipos de muestras y escogiendo una de ellas como matriz representativa para la preparación de la curva de calibrado; 2) calibrado en solvente, aplicando factores de corrección para cada combinación analito/matriz, basados en las diferencias de pendientes entre calibrado en matriz y calibrado en solvente. Ambas aproximaciones han demostrado ser útiles, y los resultados han sido convenientemente validados, siendo de fácil implementación en los laboratorios.
- Los Límites Máximos de Residuos establecidos por la Unión Europea se superaron en las dos muestras: Amitraz-DMF, en µg/l como unidad de medida con 20,0 de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en µg/l como unidad de medida con 39,4 de concentración, para la primera muestra; y Amitraz-DMF, en µg/l como unidad de medida con 30,0 de concentración; y la presencia de la sustancia activa Compuesto: Amitraz (suma), en µg/l como unidad de medida con 59,1 de concentración, para la segunda muestra, respectivamente.

5.2 RECOMENDACIONES

- La baja capacitación a los agricultores en manejo de plaguicidas, se les dificulta cumplir con las medidas básicas de seguridad para el uso de estos.
- No utilizar o eliminar el uso de las sustancias más peligrosas, asegurando las normativas relacionada con el manejo de plaguicidas.
- Establecer políticas sólidas tendientes a documentar el uso y los impactos de plaguicidas en la salud y en el ambiente, además de mejorar el registro de plaguicidas y la precaución en las características de uso y toxicidad.
- Desarrollar un plan de capacitación a todos los involucrados en el manejo, formulación y aplicación de plaguicidas.
- Establecer monitoreo ambiental con muestreo en cuanto a afectaciones de aire, agua, fauna silvestre y exposición humana en sitios críticos y vulnerables a la contaminación por plaguicidas, con el fin de ampliar los estudios cuantitativos basados en LC-MS/MS en aguas residuales con el objetivo de poder aportar información sobre su uso en las poblaciones objeto de estudio.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

- BELLÉ, R. (2007).** El Glifosato Formulado es el que Provoca las Primeras Etapas del Cáncer. Red de Acción en Plaguicidas en América Latina.
- BIGWOOD, J. (2002).** Breve Resumen de la Literatura Científica con Respecto a los Efectos Nocivos de Formulaciones que contienen Glifosato en Biotas Acuáticas y Suelos. Consultoría para el Ministerio del Ambiente, 6 de marzo. Quito.
- BRAVO E. (2015).** Red por una América Latina Libre de Transgénicos. Un Mal cabalga con el viento: La Toxicidad y Carcinogenicidad del Glifosato. Evidencias desde América Latina. <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/libro%20glifosato.pdf>
- CARRERO, J. 1996.** Lucha Integrada contra las Plagas Agrícolas y Forestales. Mundi Prensa. Madrid, España. 256 p.
- CALAMARI, D. Y BARG, U. 1993.** Evaluación de peligros de productos químicos agrícolas mediante modelos de simulación simples. En: Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades relacionadas. Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago de Chile, 20-23 de octubre de 1992. Informe sobre el agua 1. FAO, Roma. págs. 207-222.
- CASAFE (2012).** Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. <http://www.casafe.org/publicaciones/estadisticas/01/05/2015>.
- CASELEY, J.C., B.J. WILSON, E. WATSON y G. ARNOLD 1993.** Mejora del control mecánico de malezas mediante dosis sub-letales de herbicida. <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#TopOfPage>
- CEAS, 2007 y 2008.** Presencia de agro tóxicos usados tanto en la floricultura como en la producción de papa en los afluentes del Río Granobles y del Pisque.

DEVINE GJ, FURLONG MJ. Uso de la insecticida: contexto y consecuencias ecológicas. Valores humanos agric. 2007;24 (3): 281-306. Publicación duplicada autorizada por Springer Science and Business Media, Copyright 2007.

DIARIO EL UNIVERSO (2014). CONTAMINACIÓN DEL RIO.
<https://www.eluniverso.com/noticias/2014/04/10/nota/2662551/contaminacion-rio-que-da-agua-70-manabi-se-pide-emergencia>.

DÍAZ, M.C.; Garrido, 5.; De Antonio, R. Contaminación agraria difusa.

EL DIARIO MANABITA (2012). El 58,12% de manabitas vive del río Portoviejo.
http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=167920.

ENRÍQUEZ, P. (2001). Evaluación del riesgo ambiental a la liberación de plaguicidas. Laboratorio de Eco toxicología, Servicio Agrícola y Ganadero. Centro de tesis, documentos y publicaciones. Santiago-Chile.

FORO DE LOS RECURSOS HIDRICOS (2011). Arturo Campaña K., Carlos Nieto C., Agustín Rengel Barrera, Edgar Isch L.

GOBIERNO PROVINCIAL DE MANABÍ, (2012). Gobierno de Manabí aplica acciones para rescatar río Portoviejo. Manabí. Ecuador.
<http://www.manabi.gob.ec/4192-gobierno-de-manabi-aplica-acciones-para-rescatar-rio-portoviejo.html>.

GOBIERNO PROVINCIAL DE MANABÍ. (2016). Datos Geográficos.
<http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>.

GONZÁLEZ, M. y NAVARRETE, M. (2014;2015). “Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, del cantón Portoviejo.”

HANEY, R.L. y col. (1999). Efecto del glifosato en la actividad microbiana del suelo.

HASSAN, S. A. y col. (1988). Resultados de la Cuarta Prueba Conjunta de Pesticida Programa llevado a cabo por la Organización Internacional de Biología Control / WPRS - Grupo de trabajo "Plaguicidas y organismos benéficos".

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, (2007). Manejo integrado de malezas en cultivo de arroz. En: Manual de arroz. INIAP.

LEGARTH SCHMIDT, A. (2003) Spray venenoso en un curso hacia la bebida Agua. Politken, Dinamarca.

LINARES, Reina M. (2007). Evaluación Ambiental de pesticidas organoclorados en sedimentos de la laguna de chantuto (Chiapas, México) y de la bahía de Santander (Cantabria, España. Ingeniería Química. <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf>

MACKINNON, D.S. y FREEDMAN, B. (1993). Efectos del uso silvicultura del herbicida glifosato en aves reproductoras de claros de regeneración en Nova Scotia, Canadá.

MANAHAN S. (2007). Introducción a la química ambiental. Ed. Reverté. Barcelona, España, 725 pp.

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, M, J.; PÉREZ SIRVENT, C.; TUDELA, M. L.; MOLINA RUÍZ, J.; LINARES MORENO, P.; NAVARRO HERVÁS, C.; VIDAL OTÓN, J.; BARBERÁN MURCIA, R.; MANTILLA, W.; TOVAR FRUTOS, P.; SOLANO MARÍN, A. M.; MARIMÓN SANTOS, J.; AGUDO J.I. y HERNÁNDEZ PÉREZ, C. (2005). Desertificación: monitorización mediante indicadores de degradación química. Programa de iniciativa comunitaria IIIB ESPACIO MEDOCC. Proyecto Desernet, Acción piloto Región de Murcia, ed. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, (2016). Ambiente controla e investiga afectaciones al río Portoviejo. Quito. Ecuador. <http://www.ambiente.gob.ec/ambiente-controla-y-investiga-afectaciones-al-rio-portoviejo/>.

MORALES VARGAS, Ricardo (2013). Metodología de análisis del riesgo por contaminación de agroquímicos: cuenca del Río San Blas, Costa Rica.

NIVIA, E., (2001) Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato.

ODUM, E. (1986). Ecología. México: CECSA. Organización Mundial de la Salud. (2010). Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles. Suiza: O.M.S.

OMAF, 1991. Curso de Seguridad de Pesticidas de Cultivadores. Ministerio de Agricultura y Alimentación de Ontario, Toronto, Ontario, Canadá.

ORDEÑANA, O. 1994. Herbicidas, Agronomía de Cultivos, Control de malezas. Grafimpac. Guayaquil – Ecuador.

PAPALE, S. (2003). Plaguicidas ¿Venenos útiles? [En línea] Fundación nueva tierra. Eco Portal. Net, El directorio Ecológico y Natural, Australia, 2003. Recuperado de: [www./ecoportel.net](http://www.ecoportel.net).

PERÉZ, Margarita, (2003). Río Portoviejo con alta contaminación. El universo. Portoviejo. Ecuador. <https://www.eluniverso.com/2003/01/04/0001/12/503724521B0045E99E47BA165A3BD293.html>

PONCE, CANTÚ, FLORES, BADI, ZAPATA, LOPEZ, Y FERNANDEZ 2006. MODO DE ACCIÓN DE LOS INSECTICIDAS. Facultad de

Ciencias Biológicas, *Facultad de Salud Pública y Nutrición*
Universidad Autónoma de Nuevo León (Monterrey, N.L, México).

PORTA, J., LÓPEZ ACEVEDO, M. Y ROQUERO, C. (1994). Degradación de suelos y calidad ambiental. En: Edafología para la agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

RADARCAN, S.L. Blog. Cómo afecta el uso de insecticidas y pesticidas al ecosistema. Disponible en: <https://eu.radarcan.com/es/blog/como-afecta-el-uso-de-insecticidas-y-pesticidas-al-ecosistema-n398>

RELYEA, R. (2005). El impacto de los insecticidas y herbicidas en la biodiversidad y Productividad de las Comunidades Acuáticas. Diario ecológico. Aplicaciones.

RIZZARDI, M. A., et al. (2003). Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patogenos. Ciência Rural. http://www.indepaz.org.co/wpcontent/uploads/2015/05/InformeComisionEcuatorianaaspersionaerea_julio-07.pdf

ROMANYK, N.; CADAHÍA, D. 2002. Plagas de insectos en las masas forestales. MundiPrensa, Madrid. 336 p.

VARGAS, M. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Revista Española de Salud Pública.

VILLALOBOS, P. 1996. Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. 35 p.

ANEXOS



Anexo 1, 2: ubicación del lugar embalse El Ceibal, elaboración del recipiente captador de muestra.



Anexo 3, 4: lanzamiento del recipiente para la toma de muestra, para luego ser enviada al laboratorio



Anexo 5, 6: retiro de la muestra del río sector Sosote, para luego ser enviado al laboratorio.

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ^{PI}	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ^{PI}	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Bromo	Br	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clopidocoles^{PI}		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estano	Sn	mg/l		2,00
Fenoles orgánicos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,05	0,05
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tesocativos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃	mg/l	13	200
DBO ^{PI}	DBO ₅	mg/l	-	
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	MAX Incremento de 10% de la condición natural	no aplica

Anexo 9: tabla límites máximo permisibles para la preservación de vida acuática en agua dulce.

GLOSARIO

Acción biocida: se utiliza para clasificar a los plaguicidas de acuerdo al tipo de organismo que controlan.

Acción sistémica: se utiliza para describir la forma de trabajo de aquellos plaguicidas que se desplazan por un período determinado hacia zonas de la planta donde incluso no fueron asperjados.

Agua superficial: es todo aquel cuerpo de agua que se encuentra en la superficie de la tierra y que naturalmente está libre para moverse. Todos los cuerpos de agua componen el agua superficial, por ejemplo, los ríos, canales, estuarios, lagos, nacientes.

Aguas subterráneas: es el agua que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra entre los espacios de los lechos rocosos y el suelo. Constituye una reserva muy importante para los seres humanos y otras especies.

Bioacumulación: aumento progresivo, en función del tiempo, de la concentración en un organismo de una sustancia, que en este caso es un plaguicida que procede del ambiente.

Biomarcador: Sustancia de origen biológico (proteínas, metabolitos, etc.) que se emplean como estimadores de exposición de los organismos a sustancias tóxicas. Se les llama así a los efectos biológicos (medibles) que ocurren en los organismos vivos y que han sido expuestos a sustancias tóxicas.

Biomonitoreo: consiste en la utilización de métodos que permiten evaluar la concentración de compuestos químicos o de sus metabolitos en muestras de sangre, orina, grasa, pelo etc., es decir, permite medir la dosis interna en un organismo de dichos compuestos.

Cantidad de uso de plaguicida: kilogramos de plaguicida (como ingrediente activo) que es utilizado por unidad (hectárea) de extensión de cultivo. Se expresa en kg de i.a./ha.

Coadyuvantes (ingredientes inertes): sustancias químicas que son agregadas a los plaguicidas formulados y que tienen como función mejorar la eficacia del producto con que están mezclados. Entre ellas se encuentran solventes, surfactantes (grupo importante de coadyuvantes basado en alquifenoles), dispersantes, adhesivos, antioxidantes, bactericidas, perfumes etc.

Comportamiento ambiental: es la distribución preferencia de una sustancia en el ambiente. Una vez emitida al ambiente la sustancia se ubicará en el compartimiento (agua, aire, suelo, etc.) con el cual tenga mayor afinidad química. Y en ese compartimiento será transportada a otros sitios o regiones o se acumulará.

Contaminación: ambiente (aire, suelo, agua, organismo, etc.) con un nivel de sustancias o energía indeseable que causa el deterioro gradual de las diversas funciones que ocurren en el sistema o ecosistema y alteran el equilibrio ecológico.

Destino ambiental: compartimiento del ambiente (agua, aire, suelo, etc.) en el cual es más probable encontrar una sustancia, por su afinidad química.

Ecosistema: es la unidad física básica en la cual interactúan los seres vivos y los elementos abióticos que funcionan como un sistema.

Efectos agudos: se refiere a las reacciones observadas en los organismos inmediatamente después de una exposición única y de corta duración a una sustancia tóxica (por ejemplo, un plaguicida. Los efectos agudos más comúnmente estudiados son la mortalidad, algunos síntomas de intoxicación (vómito, náusea, dolor de cabeza, salivación, etc.) y cambios en el comportamiento (dificultad para comer, nadar, caminar, etc.).

Efectos crónicos: se refiere a las reacciones observadas en organismos luego de una exposición a una sustancia (por ejemplo, un plaguicida) por un período de tiempo largo y a varias dosis distintas.

Escorrentía potencial: es la capacidad que tiene el plaguicida de percolar junto con el agua hacia los horizontes más bajos del suelo. Depende tanto de características como estructura, composición física, pendiente, vegetación presente, etc. del suelo como de las características físico-químicas del plaguicida, tales solubilidades en agua, polaridad de la molécula, etc.

Evaluación de riesgo: es un conjunto de actividades para identificar y estimar la magnitud de un peligro al cual están sometidas las personas y el ambiente. Es un proceso en el que con antecedentes (eco) toxicológicos, epidemiológicos, y de otro tipo se determina si una sustancia puede o no causar daño en la forma y nivel de uso. Metodología para obtener información que permita adoptar decisiones.

Exposición: es la condición de estar en contacto con un agente tóxico. Los efectos que la exposición a ese agente tóxico puede tener sobre la salud humana y/o ambiental dependen del tipo y tiempo de duración de la exposición y del estado de desarrollo del organismo expuesto.

Exposición ambiental: es cuando el ambiente está en contacto con un agente tóxico (por ejemplo, un plaguicida). Este agente puede representar un riesgo para su salud.

Exposición dérmica: condición de estar en contacto a través de la piel con un agente tóxico (por ejemplo, un plaguicida). Este agente puede representar un riesgo para la salud.

Exposición ocupacional: condición de estar en contacto con un agente tóxico (por ejemplo, plaguicida) que representa un daño para la salud, debido a la actividad laboral que se desempeña.

Exposición respiratoria: condición de estar en contacto a través de los pulmones (durante la inhalación) con un agente tóxico (por ejemplo, un plaguicida). Este agente puede representar un riesgo para la salud.

Fuente no puntual de contaminación: es cuando la fuente de emisión ambiental de una sustancia se encuentra localizada en más de un sitio del espacio e incluso algunas veces no es fácil de precisar.

Fuente puntual de contaminación: es cuando la fuente de emisión ambiental de una sustancia se encuentra localizada en un sitio y es fácil de precisar.

Fumigante (plaguicida): el ingrediente activo del plaguicida es un gas tóxico que se formula como sólido o líquido y libera vapores tóxicos.

Fungicida: plaguicida específico para controlar hongos.

Genotóxico: agente con capacidad de producir algún tipo de alteración en el material genético. Bajo este término se incluyen los agentes que interaccionan tanto directa como indirectamente, con el ADN.

Herbicida: plaguicida específico para controlar plantas.

Indicador de impacto: variable útil (sensible) para medir y dar seguimiento al daño ambiental (o del organismo) causado por un agente externo o contaminante.

Ingrediente activo: es el nombre de la sustancia química activa (que ejerce una acción específica sobre el organismo objetivo) de cada plaguicida. Rara vez se usa puro, regularmente se le añaden otras sustancias llamadas coadyuvantes para que actúe de la forma deseada.

Inmunológicos: mecanismos o compuestos biológicos que trabajan coordinadamente en pro de la defensa del organismo al que pertenecen. Respuesta defensiva a nivel celular de un organismo ante una infección por parte de otro organismo. Defensa del organismo contra agente

causante de daño. Insecticida: plaguicida específico para controlar insectos.

Intoxicación aguda: se produce con una exposición de corta duración en la que el agente químico es absorbido rápidamente, ya sea en una o varias dosis, en un período no mayor a 24 horas; los efectos aparecen de inmediato.

Intoxicación crónica: se produce con exposiciones repetidas a bajas dosis durante largo tiempo. Los efectos se manifiestan porque el agente tóxico se acumula en el organismo, o sea, la cantidad eliminada es menor que la absorbida, o bien, porque los efectos producidos por las exposiciones repetidas se suman.

Monitoreo ambiental: acción de darle seguimiento a través de muestreos repetitivos a la presencia de agentes químico (o de otros tipos) en el ambiente.

Organoclorados: cualquiera de los derivados de hidrocarburos que se obtienen mediante la sustitución de átomos de hidrógeno en la molécula por átomos de cloro; se emplean para el control de diversas plagas, principalmente insectos. Fueron los primeros plaguicidas sintéticos de amplio uso.

Órgano fosforado: compuestos derivados del ácido fosfórico; la mayoría son insecticidas. A causa de su alta toxicidad aguda constituyen un importante riesgo ocupacional y ambiental. Las propiedades insecticidas de los organofosforados dependen de la presencia del radical fosfato, a través del cual pueden inhibir las colinesterasas

Persistencia: se refiere al tiempo de permanencia o residencia en este caso de un plaguicida en un compartimiento ambiental (agua, aire, suelo) particular. A mayor tiempo de residencia mayor es la persistencia del plaguicida.

Plaga: se habla de plaga cuando una población de organismos afecta en grado significativo los intereses de los seres humanos, en especial

aquellos que tienen que ver con las necesidades básicas. Ningún organismo es plaga per se.

Plaguicida: compuesto químico, de origen natural o sintético, que es usado para combatir las plagas. Este término tiene un amplio significado, ya que engloba todas las sustancias capaces de destruir y/o prevenir la acción de animales, vegetales, microorganismos virus dañinos, permitiendo erradicar vectores de distintas enfermedades. Se entiende por plaguicidas en general las sustancias activas que se usan en productos fitosanitarios.

Plaguicida de contacto: mata o afecta al organismo plaga al entrar en contacto directo con él.

Plaguicida inorgánico: sustancia que se puede extraer o encontrar en la naturaleza sin necesidad de hacerla reaccionar con otras. (Ej.: azufre, cobre) y que se utiliza como sustancia activa en un producto fitosanitario.

Plaguicidas no selectivos: es aquel compuesto que tiene acción biocida sobre todos los organismos con que entra en contacto.

Plaguicidas protectores: es la acción que tiene un plaguicida de actuar por un determinado período únicamente sobre la superficie en que fue asperjado.

Plaguicida selectivo: es aquel compuesto que tiene efecto biocida solamente sobre un tipo determinado de organismos.

Plaguicida sintético: sustancia sintetizada en un laboratorio generalmente a partir de reacciones químicas entre varias sustancias y que se utiliza como sustancia activa en un producto fitosanitario.

Plaguicida sistémico: es aquel que actúa lejos del punto de primer contacto con el organismo plaga, esto es, después de que ha sido absorbido por él y distribuido a sus tejidos. Un plaguicida sistémico es absorbido por las raíces u hojas de las plantas y luego es transportado a

varias partes de la planta donde, eventualmente, ejerce la acción sobre la plaga.

Principio precautorio: se refiere básicamente a tener precaución ante la incertidumbre. El término se ha consolidado en el derecho ambiental internacional y forma parte de los principios rectores de las políticas públicas de la Unión Europea. Nace de la percepción de que los esfuerzos para combatir problemas tales como el cambio climático, la degradación de los ecosistemas y el agotamiento de los recursos naturales avanzan a un ritmo demasiado lento; de que los problemas ambientales y sanitarios continúan agravándose con mayor rapidez de la que la sociedad dispone para identificarlos y corregirlos; y el hecho de que los procesos de toma de decisiones a menudo se desarrollan en condiciones de ignorancia e incertidumbre. El objetivo de la precaución es evitar el riesgo, no detener el progreso.

Residuo de plaguicida: todo resto o metabolito de cualquier ingrediente activo de plaguicida presente en el ambiente (agua, aire, suelo, etc.), planta, animal y humano.

Riesgo: probabilidad de que se registre un daño a la salud humana o ambiental por la acción de un agente biológico, físico o químico, bajo circunstancias específicas.

Riesgo potencial: compleja evaluación de la cantidad de daño potencial a la salud humana o ambiental de un agente biológico, físico o químico y la posibilidad de que este daño ocurra.

Riesgo ambiental: probabilidad de que se registre un daño al ambiente o al equilibrio ecológico por la acción de un agente biológico, físico o químico, bajo circunstancias específicas.

Sistema de vigilancia: conjunto de actividades diseñadas para conocer la situación con relación a la exposición de la población (humana y/o animal) a algún agente contaminante y sus efectos (intoxicaciones y

enfermedades). Se hace con el fin de tomar acciones correctivas y hacer intervenciones que disminuyan el riesgo de la exposición y evaluar sus resultados.

Solubilidad (agua): grado de afinidad por el agua de una sustancia química.

Sustancia tóxica: sustancia química con capacidad de producir daño a los seres vivos.

Toxicidad: grado en el cual una sustancia (o agente químico) es capaz de producir daño en los seres vivos. Capacidad de una sustancia de producir efectos adversos, con base en datos científicamente verificables a partir de pruebas en animales o estudios epidemiológicos.

Uso total de plaguicidas: es la cantidad de plaguicida que se utiliza en un cultivo tomando en cuenta su extensión. Proviene de un cálculo que toma en cuenta la cantidad de ingrediente activo por hectárea y la extensión total del cultivo.

Vigilancia epidemiológica: conjunto de actividades que permiten recoger la información indispensable para conocer en todo momento la conducta e historia natural de la enfermedad; detectar o prever cualquier cambio que pueda ocurrir por alteración de los factores condicionantes, con el fin de recomendar las medidas indicadas y eficientes para la prevención y control de la enfermedad.

Vulnerabilidad ambiental: se refiere a la capacidad del ecosistema y del ambiente en general para reaccionar, resistir o evitar la exposición, el daño a agentes externos (Ej.: plaguicidas).