



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo  
para la obtención de título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Análisis del impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la  
agricultura del Ecuador.

**AUTOR:**

Jean Pierre Alava Mora

**TUTOR:**

Ing. Agr. Luis Antonio Alcívar Torres, Msc.

**Babahoyo - Los Ríos - Ecuador**

**2021**

## RESUMEN

Los agroquímicos, son sustancias químicas o mezclas de sustancias, destinadas a prevenir, destruir, controlar o interrumpir el ciclo biológico de cualquier plaga enfermedades y malezas; su uso en la agricultura data desde el siglo XX y XIX. Empero, a lo largo del tiempo se ha demostrado que el uso indiscriminado de los mismos, representa un problema ambiental con un grave impacto. En este sentido, el presente trabajo previo requisito para titulación tiene como finalidad analizar el impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador, en base a revisión fuentes bibliográficas. Por su parte, los plaguicidas especialmente organofosforados, organoclorados y carbamatos (agroquímicos de mayor impacto ambiental) y fertilizantes químicos han provocado eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad; dicha contaminación ambiental está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado de los mismos por parte de la población. Entonces, resulta necesario acoger buenas prácticas agrícolas como: (1) seleccionar el producto específico para la plaga que se va a controlar, respetando la justificación técnica tanto del profesional a cargo, como de la etiqueta; (2) el personal encargado de la manipulación y aplicación de plaguicidas, debe utilizar elementos de protección personal; (3) respetar la dosis de aplicación; (4) respetar los tiempos de reingreso al predio; (5) gestión y manejo de envases; (6) almacenamiento adecuado y (7) control de residuos.

Palabras claves: impacto ambiental, productos químicos, agricultura

## **SUMMARY**

Agrochemicals are chemical substances or mixtures of substances, intended to prevent, destroy, control or interrupt the biological cycle of any plague, diseases and weeds; Its use in agriculture dates from the 20th and 19th centuries. However, over time it has been shown that their indiscriminate use represents an environmental problem with a serious impact. In this sense, the present work prior to qualification is intended to analyze the environmental impact of chemical products used in agriculture in Ecuador, based on a review of bibliographic sources. For their part, pesticides, especially organophosphates, organochlorines and carbamates (agrochemicals with the greatest environmental impact) and chemical fertilizers have caused eutrophication, water toxicity, groundwater pollution, air pollution, soil and ecosystem degradation, biological imbalances. and reduction of biodiversity; Said environmental contamination is fundamentally caused by direct applications in agricultural crops, inadequate washing of container tanks, leaks in storage tanks and waste discharged and disposed of on the ground, accidental spills, and inappropriate use of them by the population. Therefore, it is necessary to embrace good agricultural practices such as: (1) selecting the specific product for the pest to be controlled, respecting the technical justification of both the professional in charge and the label; (2) the personnel in charge of handling and applying pesticides must use personal protection elements; (3) respect the application rate; (4) respect the times of re-entry to the property; (5) management and handling of containers; (6) proper storage and (7) waste control.

Keywords: environmental impact, chemical products, agriculture

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO METODOLÓGICO .....	2
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Fundamentación teórica .....	3
1.6. Hipótesis .....	11
1.7. Metodología de la investigación .....	11
CAPITULO II.....	12
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
2.1. Desarrollo del caso.....	12
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	12
2.3. Soluciones planteadas .....	16
2.4. Conclusiones.....	17
2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso).....	17
BIBLIOGRAFÍA .....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Uso de plaguicidas por hectárea en cultivos permanentes y transitorios.....	13
Gráfico 2. Estimación de la cantidad de plaguicida químico más usado en Ecuador. ...	13
Gráfico 3. Uso de fertilizantes por hectárea en cultivos permanentes y transitorios.....	14
Gráfico 4. Estimación de la cantidad de plaguicida químico más usado en Ecuador. ...	15

## INTRODUCCIÓN

El uso de agroquímicos tiene su origen en el siglo XIX. Los primeros productos químicos que se utilizaron fueron compuestos a base de azufre, cal, arsénico y fósforo. En el siglo XX, el uso de agroquímicos aumentó significativamente a partir de la Segunda Guerra Mundial (Pacheco y Barbona 2017).

Desde entonces, el empleo de agroquímicos resultó ser una alternativa ideal para contribuir a modelos de producción y cultivo eficientes y a combatir plagas, enfermedades y malezas que van surgiendo debido a varios factores como el cambio climático y sus excesivas aplicaciones al suelo. Sin embargo, a lo largo del tiempo se ha demostrado que los mismos acarrearán efectos negativos como; el daño ambiental y el perjuicio a la salud en los seres (Flores 2016).

En este sentido, el impacto de los productos agroquímicos sobre los ecosistemas agrícolas ha demostrado que influyen en la diversidad de especies, en la cadena alimentaria, ciclos de nutrientes, genética de los organismos y en general en la estabilidad del sistema (Mora 2017). Y en consecuencia, al ser humano, con la presencia de intoxicaciones, malformaciones y muertes resultado de la toxicidad de estos compuestos químicos (Campaña 2013).

Por ello, el presente trabajo pretende analizar el impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador, determinar cuáles son los agroquímicos de mayor impacto ambiental utilizados por los productores agrícolas y establecer reglas de uso seguro y responsable de productos agroquímicos.

# CAPITULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo investigativo tuvo como finalidad analizar el impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador.

De esta forma, resulta indispensable determinar el grado de contaminación ambiental producida por agroquímicos utilizados por los pequeños, medianos y grandes productores agrícolas.

### 1.2. Planteamiento del problema

Utilizar agroquímicos para mejorar la productividad de los cultivos, es una práctica muy común que se ha ido incrementando en los últimos años; principalmente como consecuencia de la gran diversidad y el abaratamiento de los costos de estos productos que resultan atractivos a los agricultores y que consideran una alternativa fácil para erradicar plagas y mejorar la productividad de sus cosechas (García 2012).

A pesar de que son ampliamente conocidos los efectos del uso del agroquímico sobre el suelo, aire y agua, la frecuencia y la cantidad de uso es muy alta, lo que representa un problema ambiental con un grave impacto y en muchos casos un riesgo para la salud en Ecuador.

### 1.3. Justificación

En el Ecuador durante años se viene implementando prácticas agrícolas que se enfocan en el crecimiento de la producción teniendo como consecuencia el uso indiscriminado de agroquímicos, que a su vez ha generado numerosos problemas ambientales a nivel mundial, como es la destrucción de ecosistemas naturales, la

infertilidad del suelo, pérdida de cultivos y la contaminación del agua (Hernández y Hansen 2011).

Por ende, el presente trabajo pretende promover el uso de agroquímicos de manera adecuada, con su respectiva dosificación y épocas de aplicación, con la finalidad de mitigar daños en el medio ambiente, con la finalidad de mantener los organismos vivos que ayudan a mejorar la productividad de los cultivos (García 2012).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Establecer el impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✚ Determinar cuáles son los agroquímicos de mayor impacto ambiental utilizados por los pequeños, medianos y grandes productores agrícolas.
- ✚ Generar estrategias de uso seguro, y responsable de agroquímicos.

## **1.5. Fundamentación teórica**

Los agroquímicos son sustancias químicas o mezclas de sustancias, destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de seres vivos considerados plagas (García 2012).

El artículo 15 de la Constitución de la República del Ecuador establece: que el Estado promoverá, en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto; que la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua; que se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y

nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Del Pozo 2015).

La FAO (2006), define a los agroquímicos como “cualquier sustancia 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 o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos”.

Los plaguicidas o también llamados pesticidas son un grupo de agroquímicos, que según US EPA (2019) se definen como: “cualquier sustancia o mezcla de sustancias utilizadas para prevenir, destruir, repeler, o mitigar cualquier plaga, así como cualquier sustancia o mezcla de sustancias utilizadas como regulador vegetal, defoliante o desecante”.

La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo hasta el 85 % de la producción mundial, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos. Mientras, que el 10 % restante de la producción total de los plaguicidas se emplea en salud pública (Del Puerto *et al.* 2014).

INEC (2014), manifiesta que a nivel nacional 81.248,36 hectáreas usan plaguicidas orgánicos, las cuales corresponden al 4.23% de la superficie de cultivos permanentes, y al 1.26% del total de la superficie de cultivos transitorios, mientras para los plaguicidas químicos, la superficie de uso fue 1'764.426.44.

INTA (s.f.) cita que, entre los plaguicidas más comunes podemos encontrar:

- a. Herbicidas
  - Sulfitos: glifosato
  - Imidazolinonas: imazaquim, imazetapir, imazapir.

- Triazinas: Prometrina
- Acetanilidas: acetoclor, alaclor.
- Derivados benzoicos: dicamba.
- Benzonitrilos: Bromoxinil.
- Diazinas: Bentazón

b. Insecticidas

- Clorados: Este grupo se encuentra prohibido debido a su acumulación en las grasas animales: DDT, Clordano, Lindano, Metoxicloro, Pertane, Heptacloro, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin, etc.
- Organofosforados: Acefato, clorpirifos, metil demetón, diazinon, dimetoato, etión, fenitrotión, triclorfón, mercaptotión, metilazinfos, metidation, triazofós, malatión, etc.
- Carbamatos: carbofurán, carbosulfán, metomil, pirimicarb, formetanato, etc.
- Piretroides: Cipermetrina, ciflutrina, deltametrina, esfenvalerato, permetrina, fenpropatrina, lambdacihalotrina, etc.
- Nitroguanidinas: acetamiprid, imidacloprid.
- Benzoilureas: novalurón, clorfluazurón, teflubenzurón, etc.

c. Fungicidas

- Metoxiacrilatos: azoxistrobina.
- Triazoles: epoxiconazole, ciproconazole, difenoconazole, propiconazole, fenbuconazole, flutriafol, tebuconazole. Flusilazole.
- Bencimidazoles: Carbendazim, tiabendazol, metil tiofanato.
- Derivado del benceno: clorotalonil.
- Ditiocarbamato: mancozeb.

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y

alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud. La unión de estos factores provoca su distribución en la naturaleza. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Factores como sus propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos y las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente (Del Puerto *et al.* 2014).

La contaminación del aire tiene importancia cuando se trata de aplicaciones por medios aéreos; la gran extensión que abarcan éstas y el pequeño tamaño de las partículas contribuyen a sus efectos (Del Puerto *et al.* 2014). Entonces, una vez que son introducidos a la atmósfera suelen pasar por diversos procesos como son de transporte y transformación, produciendo una dispersión de los contaminantes (Zaror 2014); este efecto tiene importancia si contamina zonas habitadas o con cultivos, y se hace muy evidente cuando se emplean herbicidas de contacto que llegan hasta cultivos que son muy sensibles a los mismos (Del Puerto *et al.* 2014).

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, como la vegetación, donde pueden entrar en contacto con los insectos. En estos casos el aire se contamina deliberadamente con uno o varios productos cuyas propiedades nocivas se conocen y que también pueden ser tóxicos para el hombre (Del Puerto *et al.* 2014).

En general, se volatilizan desde el suelo, fenómeno que depende sobre todo de la presión de vapor, la solubilidad del plaguicida en agua, las condiciones ambientales y la naturaleza del sustrato tratado. También desde el agua puede contaminarse la atmósfera, como en el caso de los plaguicidas clorados, poco solubles en ésta, por lo que tienden a situarse en la interfase agua-aire. Se calcula, por ejemplo, que a partir de una hectárea de agua tratada pueden pasar al aire, en un año, unos 9 kg de DDT (Del Puerto *et al.* 2014).

La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos (por ejemplo: insecticidas aplicados al suelo, como a contaminaciones provenientes de tratamientos al caer al suelo el excedente de los plaguicidas, o ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas. La mayoría de los herbicidas, los derivados fosforados y los carbamatos, sufren degradaciones microbianas y sus residuos desaparecen en tiempo relativamente corto. En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo; los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados, que son de eliminación más difícil, persistiendo en el suelo más tiempo. La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de gran importancia por la transferencia de ellos a los alimentos. Algunos pueden permanecer durante períodos de 5 a 30 años, como es el caso del DDT (Del Puerto *et al.* 2014).

La utilización de los plaguicidas en las actividades agrícolas trae consigo un problema para el agua, debido a su incorporación al ciclo hidrológico, generando una contaminación difusa, siendo en ocasiones no degradable (Parra *et al.* 2003), y en consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales (Del Puerto *et al.* 2014).

García (2002) señala que, el complejo panorama que genera la incorporación de plaguicidas al agua es mayor que el que se da en el suelo, ya que se difunden con mayor rapidez por el medio, llegando a alcanzar lejanos lugares en corto tiempo.

Por otra parte, los fertilizantes son sustancias que contienen elementos o compuestos químicos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas. Se los utiliza para aumentar la producción, reponer y evitar deficiencias de nutrientes y propender al mejoramiento sanitario de las plantas (Muro s. f.).

Según Paredes (2014), entre los fertilizantes químicos más convencionales encontramos:

- Fertilizantes nitrogenados
- Fertilizantes fosfóricos
- Fertilizantes potásicos
- Complejos binarios
- Complejos ternarios

A nivel nacional 396.619,68 hectáreas usan fertilizantes orgánicos, las cuales corresponden al 16.22% de la superficie de cultivos permanentes, y al 11.98% del total de la superficie de cultivos transitorios, mientras para los fertilizantes químicos, la superficie de uso fue 1'699.135,54 (INEC 2014).

Los fertilizantes químicos en general son solubles. Su solubilidad presenta la ventaja de que los nutrientes están más rápidamente disponibles para las plantas, por otro lado, presentan la desventaja de que en condiciones de exceso de agua en el suelo gran cantidad de estos nutrientes puede ser desaprovechado ya sea por su erosión o lixiviación, contaminando a la vez las aguas superficiales y subterráneas. Si son utilizados de manera indiscriminada e inadecuada, los fertilizantes químicos pueden constituirse en poluentes del suelo y del agua debido a que los fertilizantes químicos no son considerados como mejoradores del suelo, sus efectos en este sentido pueden ser indirectos a través del aumento de la producción de biomasa (Cubero y Vieira 1999).

González (2019) expone que, los principales impactos negativos de los fertilizantes sobre el agua son: lixiviación, aguas subterráneas y superficiales. En el caso del suelo los impactos negativos son: variación del pH, deterioro de la estructura del suelo y deterioro microfauna. Por último, el efecto en el aire se debe principalmente de la aplicación inadecuada de los fertilizantes. El nitrógeno es uno de los nutrientes primarios, siendo la principal limitante para la productividad agrícola, ya que el N es un constituyente de enzimas, proteínas, ADN, y clorofila. Los principales impactos de la aplicación excesiva del nitrógeno son la eutrofización, acidificación y toxicidad. Por último, el principal impacto al medio ambiente es la aceleración del proceso de eutrofización del agua.

En efecto a lo anteriormente mencionado, es necesario adoptar buenas prácticas agrícolas como; elegir el agroquímico adecuado según la plaga a controlar, controles alternativos al químico, estado del producto a utilizar (etiqueta, fecha de vencimiento, registro, etc.), elementos de protección personal y prácticas a realizar, regulación de equipos de pulverización, dosis indicadas, tiempos de carencia, almacenamiento, gestión de envases entre otros (Villasanti y Godoy 2012).

Las etiquetas o marbetes de los agroquímicos proporcionan información e instrucciones básicas sobre el uso del producto. Además, informa sobre los riesgos a los

cuales se expone el aplicador al manejar estos productos y las medidas de prevención que se deben adoptar al trabajar con ellos.

En la etiqueta debe figurar la categoría o clase de producto, el nombre comercial registrado, la clase de formulación, la composición (el nombre común y la concentración del principio activo), el número de inscripción ante la ANC y el de partida o lote, la fecha de vencimiento, industria/origen y el grado de inflamabilidad, entre otros (Rivero 2012).

Es importante que el aplicador use medidas de protección como traje impermeable con capuchón (debajo de este llevar ropa ligera), botas, guantes, anteojos de protección así como un respirador (UNICOOP 2015).

Asimismo UNICOOP (2015), menciona la importancia de seleccionar el plaguicida correcto y aplicarlo en el momento adecuado para el control efectivo de la plaga. Es igualmente importante aplicar la correcta cantidad del agroquímico para controlar una plaga específica. La cantidad de plaguicida aplicado por una unidad de área se conoce como dosis de aplicación. La preparación para el tratamiento con plaguicidas incluye usualmente dos procedimientos para asegurar que el equipo de aplicación suministre la cantidad de plaguicida especificada en la etiqueta de un producto. Estos procedimientos son; (1) calibrar el equipo de aplicación de modo que cubra un área de manera uniforme y con la dosis de aplicación correcta; (2) calcular la cantidad de plaguicida y de adyuvante por añadir al tanque y calcular la cantidad de plaguicida necesaria para toda el área de tratamiento.

Hay que tener en cuenta las condiciones ambientales de temperatura, humedad, viento, etc. al momento de la aplicación. Nunca deben aplicarse productos agroquímicos en días ventosos para evitar la deriva hacia zonas pobladas.

MAG (2010) indica que, en los terrenos donde se han aplicado plaguicidas, debe colocarse un letrero de advertencia con las palabras "PELIGRO NO INGRESE, ÁREA APLICADA CON PLAGUICIDA". Este rótulo debe permanecer hasta que se cumpla el periodo de reingreso; es decir, el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

García y Lazovsk (2012), exponen que los envases vacíos o que contengan residuos deben ser procesados según lo indique la etiqueta del producto. Los

procedimientos recomendados son el lavado a presión o el triple lavado. Para ello se debe asegurar la descarga completa del producto en la máquina o equipo pulverizador. Luego, el agua que se utilizará para diluir el químico, usarlo primero para enjuagar el envase, llenándolo hasta la cuarta parte; se ajusta la tapa y se lo agita enérgicamente. Esa agua se descarga en el tanque de la pulverizadora y formará parte de la dosis de aplicación para ser utilizado en la tarea prevista. Esto se debe repetir por lo menos dos veces más. El triple lavado elimina el 99% de restos del producto en el envase.

Nunca reutilizar los envases, debido a que los mismos pueden contaminar su contenido. No quemar los envases a cielo abierto y en el lote. Tampoco enterrar los envases en el predio. Los envases contienen restos del producto que pueden migrar al suelo y a las aguas subterráneas (Pacheco y Barbona 2017).

Las instalaciones para depósitos de fitosanitarios se deben situar alejadas de áreas residenciales o de presencia de personas o animales, así como también alejadas de pozos o fuentes de agua y de lugares de producción. Se recomienda realizarlos en lugares elevados y secos (Rivero 2012). Las instalaciones de almacenamiento de plaguicidas deben ser construidas con materiales no inflamables, con buena ventilación, equipados con extintores de incendios, cables eléctricos protegidos, señalización e identificación de los productos por grado de toxicidad u orgánicos y tener equipos de primeros auxilios (AGROCALIDAD 2015).

Pacheco y Barbona (2017), mencionan las siguientes normas de almacenamiento:

- Guardar siempre los productos fitosanitarios en sus envases originales con sus respectivas etiquetas.
- Intercalar productos inflamables con otros no inflamables, para que actúen de potencial barrera de fuego.
- Evitar la radiación solar directa.
- Estibar los envases adecuadamente en tarimas resistentes, colocando los productos pesados o líquidos en la parte inferior, dejando los productos en polvo en la parte superior.
- El depósito debe contar con un registro de las existencias, de las altas y bajas de los productos utilizados y de los remanentes (productos vencidos) que se encuentren en el lugar, así como el ingreso y salida del personal autorizado.

- Todos los productos almacenados deben contar con sus hojas técnicas, incluyendo información detallada del producto, su forma de uso y normativas para casos de contaminación accidental.
- Se debe contar con un instructivo para casos de accidentes y teléfonos de instituciones para atender posibles intoxicaciones.

Por último, el productor o comercializador debe llevar un plan de vigilancia de control de residuos de plaguicidas y otros contaminantes, con la intención de demostrar que se cumplen con los Límites Máximos de Residuos (LMR) permitidos para este cultivo, por lo que se debe conocer y tener un listado de los LMR según el país de destino (AGROCALIDAD 2015).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ecuatoriana no causan daños ambientales significativos.

Ha= El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ecuatoriana causan daños ambientales significativos.

## **1.7. Metodología de la investigación**

El presente trabajo previo requisito para titulación “Análisis del impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador”, comprende un estudio de carácter analítico, descriptivo y explicativo; el cuál se efectuará en base a revisión fuentes bibliográficas, tales como: artículos científicos, revistas científicas agronómicas, tesis de postgrado, sitios web o páginas electrónicas, libros, manuales agrícolas, entre otros.

## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

El presente documento se desarrolló con la finalidad de analizar el impacto ambiental que acarrea emplear productos químicos en la agricultura del Ecuador, además de determinar que agroquímicos causan un mayor impacto ambiental; y de este modo, generar estrategias de uso seguro y responsable de agroquímicos.

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

Los agroquímicos son sustancias químicas o mezclas de sustancias, destinadas a prevenir, destruir, controla o interrumpir el ciclo biológico de cualquier plaga. Dentro de la clasificación de los agroquímicos encontramos dos grandes grupos; (1) plaguicidas o pesticidas; (2) fertilizantes químicos.

En la agricultura, los plaguicidas son el tipo de sustancia más empleados a nivel mundial. A nivel nacional, existe mayor utilización de plaguicidas de origen químico que de orgánico, según lo mencionado por INEC (2014), 81.248,36 hectáreas usan plaguicidas orgánicos, las cuales corresponden al 4.23% de la superficie de cultivos permanentes, y al 1.26% del total de la superficie de cultivos transitorios, mientras para los plaguicidas químicos, la superficie de uso fue 1'764.426.44.

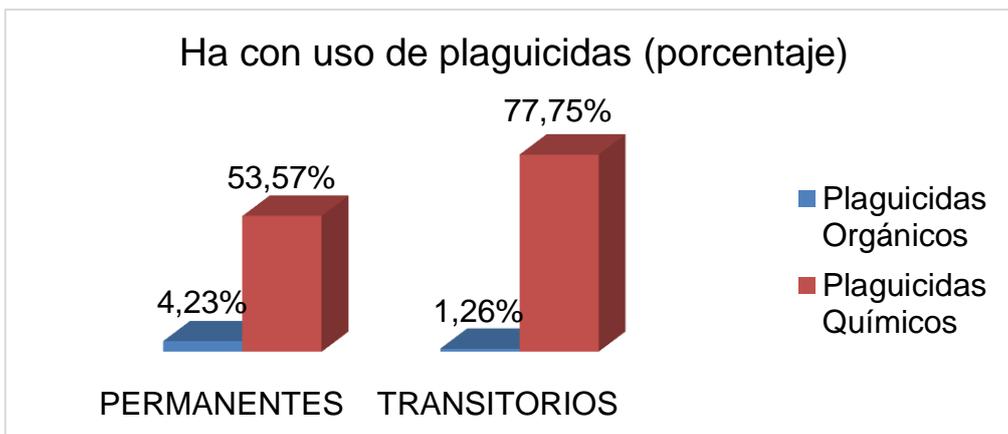


Gráfico 1. Uso de plaguicidas por hectárea en cultivos permanentes y transitorios.

Fuente: INEC 2014- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)

Los plaguicidas a su vez, se subdividen en insecticidas, herbicidas y fungicidas cuyos residuos, por lo común, se convierten en agentes de polución y contaminación para los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) arriesgando su estabilidad y que además figuran un riesgo para la salud humana.

De acuerdo a INEC (2014) los fungicidas y herbicidas son las sustancias químicas más usadas por los agricultores ecuatorianos, y en menor proporción los insecticidas.

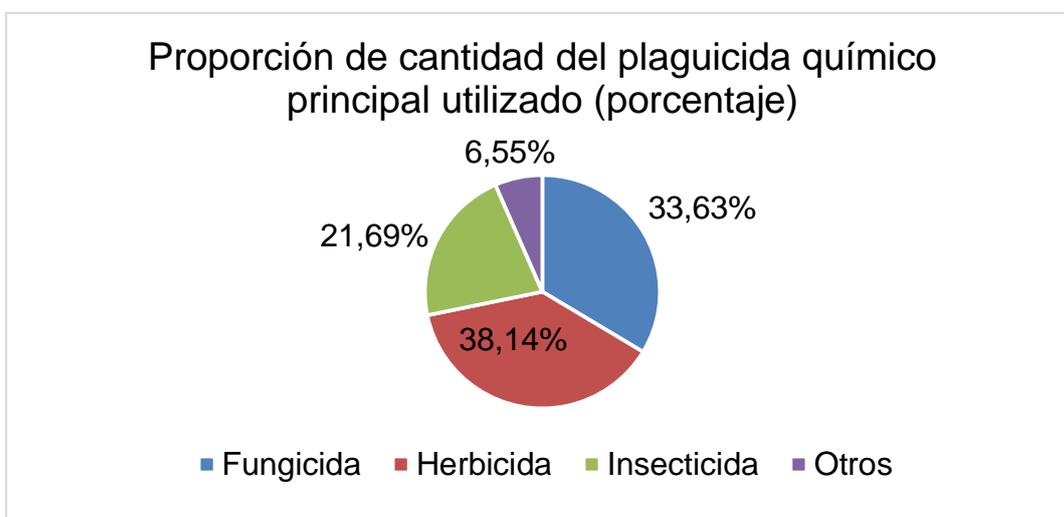


Gráfico 2. Estimación de la cantidad de plaguicida químico más usado en Ecuador.

Fuente: INEC 2014- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)

Los plaguicidas organofosforados, organoclorados y carbamatos son los más utilizados en por los productores y los que más daño causan al medio ambiente y a la salud humana (Toapanta 2016).

La contaminación atmosférica, es una ruta importante para el transporte y transformación del producto químico utilizado, que su vez produce una dispersión de los contaminantes. Sin embargo, desde el agua puede contaminarse la atmósfera, como sucede con plaguicidas clorados (solubilidad baja en agua), por lo que propenden a situarse entre aire-agua. Una vez en ellos, pueden ser degradados parcial o totalmente, persistir sin cambios, retornar a la atmósfera por evaporación.

La aplicación de compuestos organofosforados, carbamatados (degradación rápida) y compuestos organoclorados (degradación larga) en el suelo afecta negativamente sus características físicas-químicas.

Por otra parte, INEC (2014) cita que en Ecuador 396.619,68 hectáreas usan fertilizantes orgánicos, mientras para los fertilizantes químicos, la superficie de uso fue 1'699.135,54. De los fertilizantes químicos, los más usados por pequeños, medianos y grandes productores son los compuestos nitrogenados y NPK.

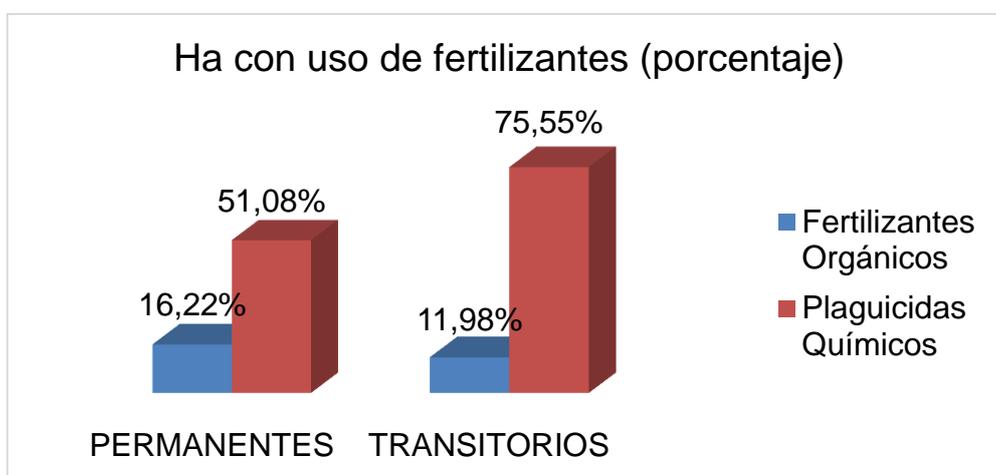


Gráfico 3. Uso de fertilizantes por hectárea en cultivos permanentes y transitorios.

Fuente: INEC 2014- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)

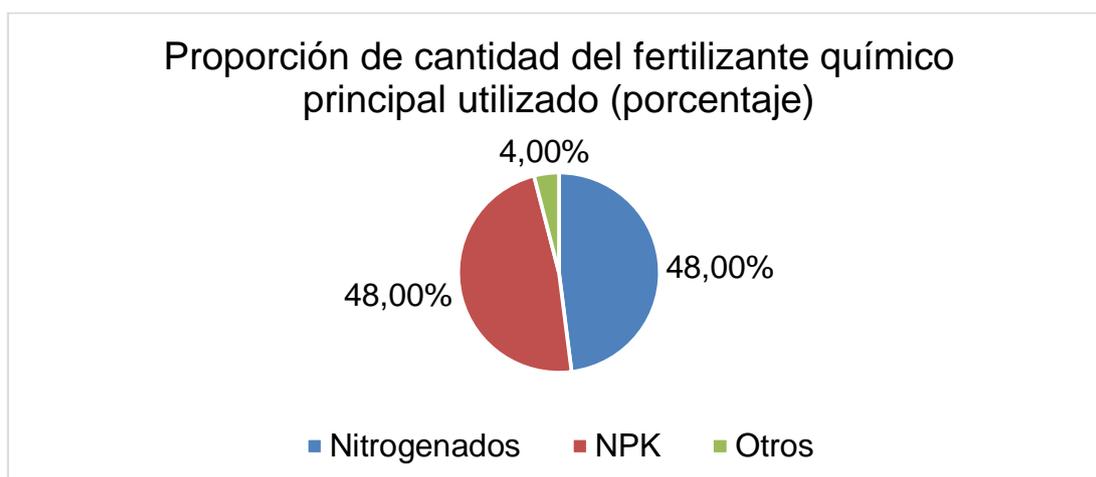


Gráfico 4. Estimación de la cantidad de plaguicida químico más usado en Ecuador.

Fuente: INEC 2014- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)

La utilización de fertilizantes químicos de forma inapropiada ha provocado eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad (González 2019).

Dado a los efectos negativos del uso de agroquímicos sobre el medio ambiente, resulta indispensable concientizar a las personas del uso seguro y responsable de los mismos. En este sentido, existen una serie de reglas que se deben seguir para lograr dicho objetivo:

- Seleccionar el producto específico para la plaga que se va a controlar, respetando la justificación técnica tanto del profesional a cargo, como de la etiqueta.
- El personal encargado de la manipulación y aplicación de plaguicidas, debe utilizar mascarilla, gafas, guantes, traje impermeable y botas plásticas.
- Respetar la dosis de aplicación.
- Respetar los tiempos de reingreso al predio después de la aplicación.
- Someter a un proceso de triple lavado todos los envases de los plaguicidas utilizados, solamente con agua y perforados para evitar que se los reutilice.
- No quemar, ni enterrar envases en el suelo.

- Almacenar los productos en lugares seguros, iluminados, separados de vivienda, bodegas de alimentos, que no contengan exceso de humedad y separados de fuentes de agua.
- Realizar un control de residuos y verificar que los Límites Máximos de Residuos (LMR) no se excedan de acuerdo a lo establecido para el país.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Se sugiere crear políticas públicas y estrategias de regulación del uso responsable de plaguicidas y fertilizantes químicos, que permitan disminuir el impacto ambiental negativo.

Además, es necesario desarrollar programas de capacitación sobre el uso y manejo de pesticidas, dirigidos a los productores bajo la responsabilidad de las instituciones cuyas competencias sean las de promover el desarrollo del área agropecuaria del Ecuador.

En este sentido, la participación de la Universidad Técnica de Babahoyo es de suma importancia, puesto que, las capacitaciones podrían llevarse a cabo mediante programas de vinculación o tesis, divulgaciones técnicas, radio o Tv. Por otra parte, los municipios rurales junto con profesionales agropecuarios, deberían formular programas que promuevan el uso correcto de plaguicidas y envases utilizados.

Finalmente, se sugiere que las empresas expendedoras de agroinsumos se responsabilicen del manejo de los envases utilizados. Cabe señalar, que motivar a la creación de microempresas que promuevan la comercialización de envases reciclados de agroquímicos resultaría rentable económicamente, e incluso amigable con el medio ambiente.

## **2.4. Conclusiones**

Por lo expuesto se concluye que:

Se rechaza la hipótesis nula y se corrobora que la hipótesis alternativa, en la que se manifiesta que “El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ecuatoriana causa daños ambientales significativos” en suelo, aire y agua lo que repercute en diversidad de especies, en la cadena alimentaria, ciclos de nutrientes, genética de los organismos y en general en la estabilidad del sistema.

Los plaguicidas organofosforados, organoclorados y carbamatos son considerados los principales compuestos usados por pequeños, medianos y grandes productores; mismos que resultan ser los mayores contaminantes ambientales.

Es imprescindible acoger buenas prácticas agrícolas como: (1) seleccionar el producto específico para la plaga que se va a controlar, respetando la justificación técnica tanto del profesional a cargo, como de la etiqueta; (2) el personal encargado de la manipulación y aplicación de plaguicidas, debe utilizar elementos de protección personal; (3) respetar la dosis de aplicación; (4) respetar los tiempos de reingreso al predio; (5) gestión y manejo de envases; (6) almacenamiento adecuado y (7) control de residuos.

## **2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)**

- Crear políticas públicas y estrategias de regulación del uso responsable de plaguicidas y fertilizantes químicos, que permitan disminuir el impacto ambiental negativo.
- Desarrollar programas de capacitación sobre el uso y manejo de pesticidas, dirigidos a los productores bajo la responsabilidad de las instituciones cuyas competencias sean las de promover el desarrollo del área agropecuaria del Ecuador.

- Se recomienda que la Universidad Técnica de ejecute capacitaciones mediante programas de vinculación o tesis, divulgaciones técnicas, radio o Tv; acerca de la importancia que poseen estos compuestos dentro de la agricultura, daños que causan al ambiente y a la salud pública.
- Los municipios rurales junto con profesionales agropecuarios, deberían formular programas que promuevan el uso correcto de plaguicidas y envases utilizados.
- Motivar a la creación de microempresas que promuevan la comercialización de envases reciclados de agroquímicos resultaría rentable económicamente, e incluso amigable con el medio ambiente.
- Realizar controles de residuos mensuales o trimestrales parte de las instituciones o entidades con las competencias pertinentes.

## BIBLIOGRAFÍA

AGROCALIDAD. 2015. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Tomate de Árbol. (en línea). 1a ed. s.l., s.e. Disponible en <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia10.pdf>.

Campaña, L. 2013. Análisis a la Exposición a Factores de Riesgo Químico en los Agricultores de Salache Bajo, del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el Periodo 2012-2013 (en línea). Latacunga-Ecuador, Universidad de Cotopaxi. 136 p. Disponible en <http://181.112.224.103/bitstream/27000/2739/1/T-UTC-00276.pdf>.

Cubero, D; Vieira, F. 1999. Conferencia 70 (en línea). s.l., s.e. p. 7. Disponible en [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_061.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf).

Del Pozo, H. 2015. Ministerio del ambiente Acuerdo ministerial 028 (en línea, sitio web). Disponible en <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>.

Del Puerto, A; Suárez, S; Palacio, D. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud (en línea). Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 52(3):372-387. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

FAO, O de las NU para la A y la A. 2006. Manual sobre el almacenamiento y el control de existencias de plaguicidas (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.fao.org/3/v8966s/v8966s.pdf>.

Flores, C. 2016. La Contaminación Agrícola por el uso de Agroquímicos y su Consecuencia Jurídica en relación a la Soberanía Alimentaria y al Derecho al Buen Vivir en la Comunidad de San Joaquín de la Parroquia Cuellaje, del Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura en el primer semestre del año 2016 (en línea). Quito-Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 104 p. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8042/1/T-UCE-0013-Ab-390.pdf>.

García, J. 2002. Estado actual de la contaminación por metales pesados y pesticidas organoclorados en el parque natural de Monfragüe (en línea). España,

Universidad de Extremadura. 334 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=317>.

García, R. 2012. El Uso de Agroquímicos en los Huertos Familiares del Sitio Cucuy (en línea). Manabí-Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial. 81 p. Disponible en [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf).

García, S; Lazovsk, J. 2012. Guía de Uso Responsable de Agroquímicos. 2011 ed. Argentina, s.e., (Temas de la Salud Ambiental, no. 7). 32 p.

González, P. 2019. Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf).

Hernández, A; Hansen, A. 2011. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos (en línea). 27 2:115-127. Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v27n2/v27n2a3.pdf>.

INEC. 2014. Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura 2014 (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2014/Modulo\\_Uso\\_y\\_Manejo\\_de\\_Agroquimicos.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2014/Modulo_Uso_y_Manejo_de_Agroquimicos.pdf).

INTA. s.f. Capítulo 2: Plaguicidas Químicos, Composición, Formulaciones y Etiquetado, Clasificación Toxicológica, Residuos y Métodos de Aplicación. (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA%20Aplicacion%20eficiente%20de%20fitosanitarios%20Cap%202.%20%20Formulaciones.pdf>.

MAG. 2010. Uso y manejo de plaguicidas (en línea). San José- Costa Rica, 2. 20 p. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/T01-10313.pdf>.

Mora, L. 2017. Análisis de la Publicidad en los productos Químicos y sus Efectos en la Comprensión por Parte de los Agricultores del Recinto Puerto las Cañas del Cantón «Lomas de Sargentillo» Provincia del Guayas, 2017 (en línea). :77. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21478/1/TESIS%20LENIN%20.pdf>.

Muro, E. Fertilizantes (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Fertilizant.htm>.

Pacheco, R; Barbona, E. 2017. Manual de uso seguro y responsable de agroquímicos en cultivos frutihortícolas (en línea). 1a ed. Bella Vista, Corrientes, s.e. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual-uso-agroquimicos-frutihorticola.pdf>.

Paredes, D. 2014. Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto. (en línea). Quito-Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 48 p. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2866/1/T-UCE-0004-7.pdf>.

Parra, O; Urrutia, R; Acuña, A. 2003. Capítulo X: El agua y el ambiente acuático. (en línea). Buenos Aires, s.e. p. 117-204. Disponible en [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/conceptos\\_ambientales.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/conceptos_ambientales.pdf).

Rivero, M. 2012. Manual para la aplicación de fitosanitarios (en línea). Buenos Aires-Argentina, s.e. Disponible en [http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL\\_SENASA/INFORMACION/GESTION%20AMBIENTAL/Manuales/6\\_Manual\\_Aplicadores.pdf](http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/GESTION%20AMBIENTAL/Manuales/6_Manual_Aplicadores.pdf).

Toapanta, G. 2016. Determinación de aberraciones cromosómicas en trabajadores de una florícola del cantón Cayambe (en línea). Quito-Ecuador, Universidad Central del Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9888/1/T-UCE-0006-111.pdf>.

UNICOOP. 2015. Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas (en línea). Santa Rita, s.e. Disponible en <https://www.unicoop.com.py/admin/archivos/manual-para-el-buen-uso-de-plaguicidas.pdf>.

Villasanti, C; Godoy, N. 2012. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola (en línea). 2a ed. Santiago de Chile, s.e. Disponible en <http://www.fao.org/3/as171s/as171s.pdf>.

Zaror, C. 2014. Capítulo XI: Contaminación del aire. (en línea). Buenos Aires, s.e. p. 205-220. Disponible en

[http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/conceptos\\_ambientales.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/conceptos_ambientales.pdf).