



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 a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo.

AUTOR:

Ronny Daniel Monar Lucio

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Enrique Rojas Jorgge, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, MAE

PRESIDENTE

Ing. Qca Adriana Mejía Gonzales, MgA

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez Mora, MSc

SEGUNDO VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo es dedicado principalmente a Dios, ya que me brindó la suficiente sabiduría y fuerzas requeridas para así poder culminar mi carrera universitaria, permitiéndome ser un Ingeniero Agrónomo.

A mis padres, Tania Jessenia Lucio Rosado y Wilson Nahín Monar Méndez que se esforzaron por apoyarme cada día en todo el transcurso de mis estudios, especialmente a mi mamá que luchó contra vientos y mareas para sacarme adelante y ayudarme a convertir en un hombre de bien.

A mi hijo Santhiago Gael y a mi niño Lyam Anderson que se han convertido en mi pilar fundamental y ahora soy el ejemplo a seguir para ellos.

A muchos de mis familiares que de una u otra manera aconsejarme a seguir adelante y no rendirme en mis estudios.

A mi amiga, compañera de aulas y de vida Raysa Nahomi Valencia Tello, por todo ese apoyo incondicional que me brinda cada día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro Dios, que está siempre con nosotros y nos bendice a todos cada día, a mis padres Tania Jessenia Lucio Rosado y Wilson Nahín Monar Méndez por ayudarme y apoyarme en todo lo que necesité en el transcurso de todo este tiempo.

A toda mi familia que me apoyó de una u otra forma, siendo partícipe de este logro.

A la Sra Narcisa Macias, Rosa Tomalá, Mirta Lucio, Licda. Leonor Bajaña, Marjorie Delgado, y muchas personas más que me dedicaron tiempo y me ayudaron a poder llegar hasta aquí.

A Raysa Valencia Tello por subirme el ánimo diciéndome que no me de por vencido y también le agradezco mucho por todo el apoyo brindado.

Un agradecimiento infinito a nuestra institución "Universidad Técnica de Babahoyo" por permitirme impartir mis estudios de tercer nivel en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y como no agradecer a los docentes que gracias a sus enseñanzas me ha permitido lograr una meta más.

A mi tutor, el Ing. Agr. Nessar Enrique Rojas Jorgge, MSc. que me supo guiar de una manera apropiada, aportando con sus conocimientos y ayudándome a poder realizar con éxito este trabajo investigativo.

A todos mis amigos que la universidad me dejó, muchas gracias por su gran apoyo, paciencia y por brindarme su amistad: José Alvarado, Maycol Valero, Karla Escobar, Jonathan Junco, Douglas Del Rosario, y otros (a) amigos más que estuvieron ahí cuando más necesité.

La responsabilidad por los Resultados,
Conclusiones y Recomendaciones del
presente trabajo pertenecen única y
exclusivamente al autor.

Ronny Monar Lucio

RESUMEN

Con la agricultura surgió la necesidad del uso de sustancias o productos conocidos como pesticidas, que ayuden a combatir plagas y enfermedades que afectan la producción y rendimiento de los cultivos. Innumerables estudios respaldan la eficacia de estas sustancias o productos sobre las plagas, pero existe poca información documentada del efecto que los pesticidas agrícolas causan sobre el suelo. El objetivo fue determinar los efectos que causan los pesticidas agrícolas en los suelos, para efecto, se empleó la metodología de investigación documental mediante recopilación de información de libros, artículos científicos, textos, revistas, ponencias, congresos y páginas web. La información se procesó mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, determinado que los pesticidas de naturaleza química pueden persistir en el tiempo de manera activa en el en el suelo permaneciendo meses o incluso años. El uso de plaguicidas corresponde a la contaminación difusa; sus efectos son desfavorables para el suelo por la disminución de su capacidad autodepuradora y como albergue vital de diversidad de organismos bióticos, esto se manifiestan en la disminución del rendimiento y calidad de los cultivos. La información analizada permitió concluir que la creciente dependencia y el uso indiscriminado de plaguicidas de naturaleza química persistente, acarrear consigo daños en el equilibrio ecológico – ambiental que impiden la autodepuración y autorregulación del ecosistema suelo, además, indirectamente se produce contaminación de aguas superficiales y freáticas. Por lo anteriormente detallado se recomienda promover en el agricultor el uso de plaguicidas agrícolas de naturaleza biológica y fomentar en los productores en el manejo integrado de plagas.

Palabras clave: pesticida, plaguicida, suelo, contaminación, residuos.

SUMMARY

With agriculture came the need for the use of substances or products known as pesticides, which help combat pests and diseases that affect the production and yield of crops. Countless studies support the efficacy of these substances or products on pests, but there is little documented information on the effect that agricultural pesticides cause on the soil. The objective was to determine the effects that agricultural pesticides cause on soils, for effect, the documentary research methodology was used by collecting information from books, scientific articles, texts, magazines, lectures, conferences and web pages. The information was processed through the technique of analysis, synthesis and summary, determined that pesticides of a chemical nature can persist over time in an active way in the soil, remaining for months or even years. The use of pesticides corresponds to diffuse contamination; Its effects are unfavorable for the soil due to the decrease in its self-purifying capacity and as a vital shelter for the diversity of biotic organisms, this is manifested in the decrease of the yield and quality of the crops. The analyzed information allowed to conclude that the increasing dependence and indiscriminate use of pesticides of a persistent chemical nature, entail damages in the ecological-environmental balance that prevent the self-purification and self-regulation of the soil ecosystem, in addition, indirectly there is contamination of surface and groundwater. For the above detailed it is recommended to promote in the farmer the use of agricultural pesticides of a biological nature and to encourage the producers in the integrated management of pests.

Keywords: pesticide, pesticide, soil, pollution, waste.

ÍNDICE

Contenido	
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	vi
SUMMARY	vii
ÍNDICE	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.5.1. Importancia del suelo	4
1.5.2. ¿Qué son los plaguicidas?	5
1.5.3. Clasificación de los plaguicidas	6
1.5.4. Contaminación de suelos a causa de pesticidas agrícolas.....	9
1.5.5. Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas.....	10
1.5.6. Residuos de plaguicidas organofosforados en suelos agrícolas	11
1.5.7. Residuos de plaguicidas carbamatos en suelos agrícolas.	12
1.5.8. Propiedades físico - químicas generales de los pesticidas.	13
1.6. Hipótesis	17
1.7. Metodología de la investigación	18
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1. Desarrollo del caso	19
2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)	19
2.3. Soluciones planteadas	20

2.4. Conclusiones	20
2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXOS.....	25

INTRODUCCIÓN

Con el incremento de la población mundial de manera apresurada, se hace necesario agrandar el volumen productivo de los suelos, con la finalidad de adquirir la cantidad adecuada de alimentos para suplir la demanda alimenticia. Para conservar la producción agrícola en el mundo actual, y alcanzar aumentar los rendimientos, se solicita el uso de plaguicidas, causando problemas en el suelo directa o indirectamente. Los plaguicidas comprenden todos los productos químicos utilizados con el fin de destruir las plagas. Los que se usan en la agricultura pueden ser herbicidas, insecticidas, fungicidas, acaricidas, nematocidas y rodenticidas. Al no hacer uso de ellos, se induce la disminución del volumen de la producción de alimentos. Cultivo et al. (2004)

El suelo en la agricultura es uno de los principales elementos a la hora de producir alimentos, pues es considerado como la infraestructura ecológica de la mayoría de las plantas y de casi el 100% de los cultivos, además, en condiciones óptimas proporciona a los cultivos los nutrientes, el agua y el entorno gaseoso adecuado para los sistemas radiculares.

El uso de pesticidas se ha incrementado rápidamente desde que fueron introducidos hacia fines de la década de 1940. Durante este período, el uso de variedades mejoradas, fertilizantes y otras innovaciones ha aumentado los rendimientos en áreas de gran potencial con acceso a los mercados. Simultáneamente, el riesgo de ataque de plagas más resistentes y las consecuencias financieras del daño que producen, se han incrementado significativamente. Ambientales (1997)

El suelo puede ser degradado y la comunidad de organismos que viven en el suelo puede ser afectada por el mal uso o el sobre uso de plaguicidas ya que algunos de estos son altamente tóxicos para los organismos del suelo.

La calidad del suelo está siendo afectada debido al aumento de los pesticidas (agroquímicos), los mismos que se aplican sin control por parte de los agricultores, y este uso indiscriminado ha generado numerosos problemas como es la infertilidad del suelo, pérdida de cultivos y la contaminación del agua.

El incremento en el uso de pesticidas y, sobre todo, de insecticidas y herbicidas incorporados al suelo, plantean el problema de la posible acumulación de residuos que pueden resultar tóxicos para los organismos beneficiosos que viven en el suelo. Los pesticidas incorporados al suelo quedan sometidos a procesos de inactivación, más o menos intensos, a veces la inactivación es rápida; otras veces muy lenta, ello dependerá de la naturaleza del pesticida, del suelo, del clima, de las labores agrícolas que se efectúen sobre este suelo. Besnier Romero (1970)

La diversidad y la actividad microbiana, especialmente las bacterias y los hongos, también determinarán la biodisponibilidad de los contaminantes, ya que los microorganismos pueden degradar y transformar ciertos contaminantes, liberando subproductos y afectando a su toxicidad y movilidad. Aunque la mayoría de los plaguicidas tienen novedosas estructuras previamente inéditas en la naturaleza, algunos pueden ser metabolizados por los microorganismos. Una vez que se han identificado los microorganismos que pueden degradar los plaguicidas, éstos pueden ser utilizados para inocular y descontaminar los suelos contaminados mediante un proceso de biorremediación. Rodríguez et al. (2019)

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre los pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo. El incremento en el uso de pesticidas incorporados al suelo, plantean el problema de la posible acumulación de residuos que pueden resultar tóxicos para los organismos benéficos que viven en el suelo.

1.2. Planteamiento del problema

El suelo es uno de los principales recursos no renovables, fundamental para la vida de millones de seres vivos, incluido especies vegetales donde este aporta en condiciones adecuadas los requerimientos necesarios para el desarrollo de muchas plantas y cultivos.

Los agricultores en el intento de mantener sus cultivos libres de plagas, malas hierbas y enfermedades, realizan aplicaciones de pesticidas para así controlar estos inconvenientes. Una gran cantidad de productores realizan esta actividad sin control alguno, y es debido a este uso indiscriminado de pesticidas que se ha generado numerosos problemas como es la posible pérdida de organismos que viven en el suelo, infertilidad, toxicidad, entre otros problemas.

1.3. Justificación

El uso de plaguicidas en la agricultura mundial se ha vuelto una herramienta imprescindible en la producción de cultivos intensivos en ambientes protegidos y en

campo abierto. Se estima que al año las aplicaciones de estos productos llegan a 2,5 millones de toneladas métricas, una parte de la molécula es la que efectivamente hace frente a las plagas, enfermedades o malezas, pero otra parte se pierde en el ambiente, principalmente en el aire y el suelo. Intagri S.C. (2017)

Por lo tanto, la presente investigación se enfocará en estudiar a los pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo, ya que debido a las malas prácticas que realizan los agricultores con estos agroquímicos, como es el uso indiscriminado, hace que genere posibles causas negativas a la biota del suelo, y así la pérdida de los microorganismos, ocasionando que el suelo pierda sus propiedades resultando mermas en el rendimiento de los cultivos.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Determinar los efectos que causan los pesticidas agrícolas en los suelos.

1.4.2. Específicos

- Compilar información referente a los pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo.
- Determinar las características físico-químicas de los pesticidas agrícolas.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia del suelo

Ricardo y Delgado (2006) explica que:

La materia orgánica activa, que constituye al rededor del 10 - 20 % de la materia orgánica total del suelo, está compuesta por la microbiota edáfica, responsable de los procesos de descomposición de los substratos orgánicos y de la resíntesis de sustancias que dan origen a otros productos metabólicos como mucilagos, gomas, ácidos, enzimas y polisacaridos extracelulares, y por supuesto CO₂. De tal manera que la medición del dióxido de carbono respirado es una estimación de la actividad y, por lo tanto, de la presencia microbiana; tal actividad varía en función de diferentes factores, como el uso del suelo, mineralogía, cobertura vegetal, prácticas de manejo, calidad de los residuos que entran al sistema, entre otros. Los agentes responsables de los procesos de degradación y síntesis de materia orgánica son los organismos vivos del suelo.

1.5.2. ¿Qué son los plaguicidas?

Bedmar (2011) sostiene que:

Los plaguicidas, también llamados pesticidas, son sustancias destinadas a combatir plagas o pestes. Surgieron por la necesidad de manejar poblaciones de organismos nocivos para la sanidad humana, la de cultivos o frutos almacenados y la de animales domésticos. Los plaguicidas son sustancias químicas – orgánicas, inorgánicas o microbiológicas, líquidas o sólidas que producen efectos tóxicos sobre ciertos organismos vivos. Se utilizan principalmente para controlar plagas de la agricultura. Para que un plaguicida alcance un amplio uso en la práctica agrícola, debe reunir determinadas condiciones básicas como:

- Efectividad: debe ser efectivo en la destrucción de la plaga contra la que actúa.
- Selectividad: debe combatir únicamente los organismos dañinos sin perjudicar a la flora o a la fauna beneficiosa.

- Economía: la utilización de un plaguicida debe producir beneficios que superen el gasto que supone su utilización.
- Seguridad: no debe ser tóxico para las plantas útiles al hombre ni constituirse en un peligro para la salud del hombre ni de los animales domésticos.
- Estabilidad: debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo suficiente.
- Posibilidad de formulación: debe ser compatible con algunos de los posibles soportes y diluyentes, dando lugar a formulaciones estables y efectivas.

Nugroho (2013) manifiesta que:

A pesar de estas condiciones, muchos de los compuestos que se han utilizado como plaguicidas han sido tan estables que han originado una gran contaminación ambiental, al quedar sus residuos ampliamente distribuidos en cosechas, suelo, agua y aire en y cerca de los lugares de su uso. Debido a esto, y teniendo en cuenta la toxicidad relativamente elevada de alguno de ellos, es de gran importancia el estudio de la persistencia e interacción de estos compuestos con el ambiente, con el fin de conocer el problema y poder emplear medios para reducirlo. Esto permitiría, además, usarlos adecuadamente obteniendo de ellos el máximo beneficio con el mínimo riesgo.

1.5.3. Clasificación de los plaguicidas

Rodríguez et al. (2019) difunden que:

Los plaguicidas pueden ser moléculas sintéticas orgánicas o inorgánicas. Se clasifican en base a sus estructuras químicas, su modo de acción, su forma de entrada al organismo y sus organismos objetivo. Sus efectos toxicológicos sobre las plagas dependen de su composición química, que a su vez afecta su interacción con los componentes del suelo. De acuerdo con su estructura

Compuestos organoclorados: DDT, Metoxicloro, Clordano, Dicofol, BHC/ HCH, Aldrin, Endosulfan, Heptacloro, Metoxicloro, Clordano, Dicofol;

Compuestos organofosforados: Paration, Malation, Monocrotofós, Clorpirifos, Quinalfos, Forato, Diazinon, Fenitrotión, Acefato, Dimetoato, Fenti3n, Isofenfos, Fosfamid3n, Temefos, Triazophos;

química, los plaguicidas pueden dividirse en doce grupos distintos, mencionando a continuaci3n los principales plaguicidas en cada grupo:

Carbamatos: Aldicarb, Oxamilo, Carbarilo, Carbofuran, Carbosulfán, Metomilo, Metiocarb, Propoxur, Primicarb;

Piretroides: Aletrinas, Deltametrina, Resmetrina, Cipermetrina, Permetrina, Fenvalerato, Piretro;

Neonicotinoides: Acetamiprid, Imidacloprid, Nitenpiram, Tiametoxan;

Compuestos de organoestaño: Acetato de Trifenilestaño, Cloruro de Trivenilestaño, Hidróxido de Tricilohehexilestaño; Azociclotina;

Compuestos organomercuriales: Cloruro de Etilmercúrico, Bromuro de Fenil Mercurio;

Fungicidas ditiocarbamados: Zineb, Maneb, Mancozeb, Ziram;

Compuestos de benzimidazol: Benomil, Carbendazim, Tiofanato de Metilo;

Compuestos de clorfenoxi: 2,4-D, TCDD, DCPA, 2,4,5-T, 2,4-DB, MCPA, MCPP;

Dipiridilios: Paraquat, Diquat, y

Diversos: DNOC, Bromoxilo, Simazina, Triazamato.

Para García y Dorronsoro (2012):

Los plaguicidas se pueden clasificar por su actividad biológica, naturaleza química y por su toxicidad.

a) Por su actividad biológica

Insecticidas. Tóxicos para insectos.

Acaricidas. Tóxicos para ácaros.

Nematicidas. Tóxicos para los nematodos.

Fungicidas. Tóxicos para hongos.

Antibióticos. Inhiben el crecimiento de microorganismos.

Herbicidas. Atacan las malas hierbas.

Rodenticidas. Causan la muerte a ratones y otros roedores.

Avicidas. Causan la muerte a las aves.

Molusquicidas. Eliminan los moluscos.

Atrayentes y repelentes de insectos. Repelen a los insectos o los atraen para provocar su

destrucción.

b) Por su naturaleza química

Organoclorados. Son insecticidas, herbicidas, fungicidas.

Organofosforados. Insecticidas.

Carbamatos. Insecticidas, herbicidas.

Derivados de la urea. Herbicidas.

Compuestos heterocíclicos. Herbicidas.

Compuestos inorgánicos. Acciones diversas

c) Por su toxicidad

Supertóxicos. DL50 < 5mg/Kg

Extremadamente tóxicos. DL50 5-50mg/kg

Muy tóxicos. DL50 50-500 mg/kg

Moderadamente tóxicos. DL50 500 - 5000mg/kg

Ligeramente tóxicos. DL50 5 - 15gr/Kg

Prácticamente no tóxicos. DL50 > 15 gr/Kg.

1.5.4. Contaminación de suelos a causa de pesticidas agrícolas

FAO (2018) difunde que: «la contaminación del suelo afecta a la seguridad alimentaria y la calidad de los cultivos; sin suelos sanos no podríamos producir suficientes alimentos para alcanzar el Hambre Cero».

Rodríguez (2008) explica que: «Se denomina “suelo contaminado” a aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas han sido cambiadas por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso, generados por actividades antrópicas, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el ambiente».

INTA (2015) refiere que: «la retención del plaguicida en el suelo se produce de manera física, sin cambio en la naturaleza química de la molécula, generándose una

acumulación del plaguicida en la superficie o en el interior de las partículas del suelo. Este proceso se denomina sorción e incluye: la absorción o entrada del plaguicida a la matriz del suelo; y, la adsorción o unión del plaguicida a las partículas de suelo»

De este modo Galán y Romero (2008) manifiestan que: «el suelo actúa como una barrera protectora de otros medios más sensibles (hidrológico y biológico), filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes y evitando su biodisponibilidad»

Para Gladys Yaguana et al. (2019): «la capacidad del suelo como Reactor Natural, depende de los contenidos de materia orgánica, carbonatos, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, de la proporción y tipo de minerales de la arcilla, de la capacidad de cambio catiónico del suelo, del pH, textura, permeabilidad y actividad microbiana».

Por lo tanto, Galán y Romero (2008) explican que: «para cada situación el poder amortiguador de un suelo es diferente; pero, tiene un límite y cuando se sobrepasa esos niveles, para una o varias sustancias, el suelo funciona como contaminado y es fuente de contaminantes».

del Puerto Rodríguez et al. (2014) reporta que:

Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados persistiendo en el suelo más tiempo. La persistencia de los clorados en el humus o mantillo no se mide en meses, sino en años (Ej. El aldrín se ha encontrado después de 4 años, el toxafeno permanece en el suelo arenoso hasta 10 años después de su aplicación, el hexaclorobenceno se conserva durante 11 años por lo menos, y así pasa con el heptacloro, etc.). Algunos pueden permanecer durante períodos de 5 a 30 años, como es el caso del DDT.

1.5.5. Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas

Según LATINOAMERICANA (2014): «La acumulación de pesticidas organoclorados en suelos agrícolas puede afectar la capacidad del suelo para realizar sus funciones de producción biológica, protección ambiental y sustento de la salud humana».

Izquierdo (2017) Indica que:

Los compuestos organoclorados ocasionan daños en el suelo debido a la

COMPUESTOS	T1/2 AIRE	T1/2 AGUA	T1/2 SUELO
Heptacloro	No hay datos	< 1 día	0,91 - 3,2 años
Hexaclorobenceno	<4,3 años	> 100 años	3 - 22 años
Aldrin	< 9,1 horas	< 590 días	4 - 7 años
DDT	2 días	> 1 año	10 - 15 años
Dieldrin	<40,5 horas	> 2 años	4 - 7 años
Endrin	1,45 horas	> 112 días	> 12 años
Fuente: Linares Mazariegos (2007) Elaborado por: Autor (2020)			

aplicación directa en los cultivos, sus impactos son negativos por la persistencia de estos compuestos en el suelo, llegando a ocasionar la reducción de la productividad del suelo ocasionando la pérdida de los cultivos y alterando así las propiedades químicas del suelo (pH, acidez, fertilidad y materia orgánica).

Linares Mazariegos (2007) refiere que: «El criterio utilizado por el Convenio de Estocolmo establece que se tomarán como persistentes aquellas sustancias con un t1/2 en el agua mayor de 2 meses y un t1/2 en suelo mayor a 6 meses. Las sustancias con un t1/2 en el aire mayor a 2 días se consideran con potencial para el transporte de largo alcance».

1.5.6. Residuos de plaguicidas organofosforados en suelos agrícolas

Badii y Varela (2008) mencionan que: «Es necesario evitar el empleo irracional de los plaguicidas organofosforados que propicia la contaminación del aire, suelo y agua, evitando de este modo efectos adversos sobre los organismos ajenos a la plaga objeto de control si se realizan aplicaciones inapropiadas».

Badii y Varela (2008). Corroboran que:

Existen solo unos pocos reportes de los organofosforados sobre las bacterias nitrificantes del suelo; Paration inhibe completamente la nitrificación por *Nitrobacter agilis* en cultivo, pero a 10 mg/ml, Malation solo causa un retraso en la nitrificación a 1000 mg/ml. en suelo los organofosforados tienen poco efecto sobre nitrificación, considerando los hidrocarburoclorinados y carbamatos que inhiben marcadamente la nitrificación.

1.5.7. Residuos de plaguicidas carbamatos en suelos agrícolas.

García Montoya (2015) informa que:

Análisis de suelos realizados en dos unidades productivas o suelos agrícolas del cantón Bolívar de la provincia del Carchi reportan que, dentro de los carbamatos encontrados en los análisis de suelo, el de mayor importancia es el Carbofurán, ya que este plaguicida está prohibida su venta en el Ecuador desde el 2013, sin embargo, análisis realizados demostraron niveles de 0.1 ppm, superando los límites permisibles en la legislación. Los análisis realizados se pudieron evidenciar la contaminación del suelo por este insecticida y demostrar su capacidad de persistencia en el suelo.

Carbamatos	Unidad A	Unidad B	Límite máximo permisible
-------------------	----------	----------	--------------------------

			TULSMA-Agrícola
Carbaryl mg/kg	0.05	0.01	N/A
Carbofurán mg/kg	0.1a	0.1a	0.01
Methiocarb mg/kg	0.08	0.05	N/A
Pirimicarb mg/kg	0.05	0.04	N/A
Propoxur mg/kg	0.1	0.08	N/A
Thiobencarb mg/kg	0.06	0.04	N/A
Fuente: García Montoya (2015)			
Elaborado por: Autor, 2020			

1.5.8. Propiedades físico - químicas generales de los pesticidas.

	INSECTICIDA: ALDRIN	HERBICIDA: ATRAZINA
Formulación común	C ₁₂ H ₈ Cl ₆	C ₈ H ₁₄ ClN ₅
Número de registro del CAS	309-00-2	1912-24-9
Utilización	Insecticida contra insectos del suelo y del algodón, plagas del césped, gusanos blancos y gusanos de la raíz del maíz.	Para combatir malezas anuales en campos de espárragos, bosques, pastizales, gramíneas, cultivos, etc.
Propiedades	Varía entre la falta de color y el marrón oscuro. Puede presentarse en forma líquida o sólida. Es resistente a las bases orgánicas e inorgánicas y a la acción de cloruros metálicos hidratados y ácidos moderados.	Es un polvo incoloro. En su envase original, es estable durante varios años, con una ligera sensibilidad a la luz natural. Debe protegerse contra el calor, llamas y chispas.
• Movilidad	Se estima que el aldrin se adsorbe moderadamente en el suelo.	Se adsorbe más fácilmente en suelos húmiferos o arcillosos.
• Degradación	Los residuos de aldrin en el suelo y las plantas se volatilizan de la superficie del suelo o se transforman lentamente en dieldrin en el suelo. Se estima que la biodegradación es lenta y que el aldrin no se lixivia. El aldrin es un producto moderadamente persistente, lo que significa que su semidesintegración en el suelo varía entre 20 y 100 días.	Su semidesintegración es de 50 días en laboratorio, en la práctica persiste en el suelo durante más de 4 meses. La atrazina puede hidrolizarse con bastante rapidez en medios ácidos o alcalinos. En un medio neutro y a una temperatura de 25° C, se calcula que la semidesintegración de la atrazina es de 1 800 años.
• Productos de la degradación	El producto principal de la degradación del aldrin es el dieldrin.	El producto principal de la degradación de la atrazina es el 2-cloro-4 amino-6-isopropiloamino-s-trazina.
• Volatilización/	Los residuos de aldrin en el agua y el suelo se volatilizan de la	Se considera que la atrazina no se volatiliza.

evaporación	superficie.	FUNGICIDA: HEXACLOROBENCENO
• Bioacumulación	ACARICIDA: La bioacumulación del aldrin es significativa. CLOROBENCILATO	(HCB) Se acumula moderadamente en los organismos.
• Fitotoxicidad	Es fitotóxico para los tomates y los pepinos sólo cuando las tasas de aplicación son muy superiores a las recomendadas.	Concentraciones inferiores a 0,7 mg/kg en las plantas no causan daños graves a los cultivos.
• Solubilidad	Presenta una solubilidad en agua muy baja, pero se disuelve fácilmente en compuestos orgánicos, aceites excepto alcoholes.	Su solubilidad en agua es de 34.7 mg/L a 26°C. En otros compuestos es: en DMSO 183 g/kg; en cloroformo 52 g/kg; en acetato de etilo 28 g/kg; en metanol 18 g/kg; en dietil éter 12 g/kg y en pentano 0.36 g/kg.
FUENTE: FAO (2000) ELABORADO POR: AUTOR, 2020		

Formulación común	C16H14Cl2O3	C6Cl6
Número de registro del CAS	510-15-6	118-74-1
Utilización	Para combatir ácaros en cultivos de cítricos y colmenas. Su uso como insecticida es limitado, ya que sólo mata garrapatas y ácaros.	En la agricultura como fungicida selectivo para el tratamiento de semillas de trigo contra el tizón.
Propiedades	Es un sólido incoloro. Cuando se almacena en un lugar seco y a una temperatura mínima de almacenamiento su semidesintegración es de tres a cinco años como mínimo.	El hexaclorobenceno forma agujas blancas. Es sumamente estable incluso en medios ácidos y alcalinos.
• Movilidad	Dado que el clorobencilato es prácticamente insoluble en agua y se adsorbe considerablemente en las partículas de las capas superiores del suelo, se considera que su movilidad en suelos es baja, por lo que no es probable que se lixivie en las aguas subterráneas.	Se adsorbe fuertemente en el suelo, se considera que no es móvil. Sin embargo, se ha indicado que puede ser transportado en suelos con un bajo contenido de carbono orgánico.
• Degradación	La persistencia en los suelos es escasa. Su semidesintegración en suelos arenosos finos es de 10–35 días después de la aplicación de 0,5–1,0 ppm. La eliminación se debe probablemente a la degradación microbiana	El hexaclorobenceno es un producto químico muy persistente en el medio ambiente debido a su estabilidad y a su resistencia a la degradación. La biodegradación es escasa.
• Productos de la degradación	El producto de la degradación del clorobencilato es 4,4' - diclorobenzofenona.	Son 1,3-diclorobenceno y 1,3,5-triclorobenceno.
• Volatilización/	Debido a su fuerte adsorción en las partículas de suelo y a su baja presión de vapor, se considera que el clorobencilato no se	Fuerte adsorción en los sedimentos puede dar lugar a períodos de persistencia prolongados. Una

Evaporación	volatiliza de las superficies del suelo y del agua.	semidesintegración por fotodegradación estimada en 2 años.
• Bioacumulación	No se bioconcentra en los organismos acuáticos.	Se acumula en los organismos.
• Fitotoxicidad	Es bastante persistente en las hojas de las plantas y puede ser fitotóxico. No se absorbe ni se desplaza a través de la planta. Se han encontrado residuos en la corteza de cítricos. Su semidesintegración en limón y naranja varía desde 60 hasta más de 160 días.	No es aplicable.
• Solubilidad	Es liposolubles con baja solubilidad en agua y elevada solubilidad en la mayoría de los disolventes orgánicos.	Solubilidad en agua, g/100ml a 20°C: 0.0000005, es más soluble en disolventes halogenados como el cloroformo (aproximadamente 0,03 M) menos soluble en ésteres e hidrocarburos (aproximadamente 0,020 M), y aún menos soluble en alcoholes de cadena corta (entre 0,002 y 0,006 M).
FUENTE: FAO (2000)		
ELABORADO POR: AUTOR, 2020		

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia los efectos que causan los pesticidas agrícolas en los suelos.

Ha= Es de vital importancia los efectos que causan los pesticidas agrícolas en los suelos.

1.7. Metodología de la investigación

La información que se presenta como componente práctico del trabajo de titulación se realizó mediante investigación recopilada de libros, artículos científicos, textos, revistas, ponencias, congresos y páginas web.

La información recopilada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen, donde se abordó la problemática de los pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a los pesticidas agrícolas y su efecto en el suelo.

Los plaguicidas constituyen el método habitual de lucha contra las plagas. Por desgracia, los beneficios aportados por la química han ido acompañados de una serie de perjuicios, algunos de ellos tan graves que ahora representan una amenaza para la supervivencia a largo plazo de importantes ecosistemas como lo es el suelo.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)

Todas las aplicaciones de los plaguicidas sean dirigidas al suelo o follaje terminan llegando al suelo de manera directa o indirecta.

Hay diversidades de plaguicidas de naturaleza química usados en la agricultura entre los que se puede mencionar: herbicidas, insecticidas, fungicidas y nematocidas, todos causantes de efectos negativos al suelo. Estos agroquímicos pueden persistir en el tiempo de manera activa en el ambiente y en el suelo logrando permanecer meses o incluso años, donde puede conservar sus propiedades físicas, químicas y funcionales.

Los pesticidas en el suelo sufren transformaciones, pérdidas y degradación, existiendo gran cantidad de interacciones suelo – plaguicida, la persistencia en él (suelo), dependerá de: la propiedad del ingrediente activo (solubilidad, estructura de la molécula, presión de vapor), la aplicación (dosis, frecuencia, forma); y de parámetros como: clima (temperatura o precipitación), propiedades del suelo (textura, humedad, pH, contenido de materia orgánica), y diversidad de microorganismos en el suelo.

El uso de plaguicidas, sustancias utilizadas en la agricultura contra el ataque de insectos, hongos, malezas etc., corresponde a la contaminación difusa; sus efectos son desfavorables para el suelo por la disminución de su capacidad autodepuradora y como albergue vital. Las consecuencias se manifiestan también en la disminución del rendimiento y calidad de los cultivos, consecuentemente y de manera indirecta se produce también contaminación de aguas superficiales y freáticas

2.3. Soluciones planteadas

El uso cotidiano de los pesticidas contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas por lo que es importante concientizar a los productores sobre los efectos negativos que ocasiona el uso indiscriminado de estos en el suelo.

Los pesticidas son fundamental al momento de controlar las plagas agrícolas por lo que no resulta un trabajo sencillo el impedir su uso. Es por esto que se debe acudir a alternativas para interrumpir, aminorar o remediar la peligrosa contaminación producida por los plaguicidas, permitiendo al ecosistema suelo la autodepuración y el equilibrio natural del mismo.

Una adecuada selección en función de la plaga a controlar y de la naturaleza de plaguicida hará posible reducir la muerte de los organismos del suelo que aportan en el equilibrio y en la fertilidad de los suelos agrícolas.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye:

En la agricultura actual la creciente dependencia y el uso indiscriminado de plaguicidas de naturaleza química persistente, acarrearán consigo daños en el

equilibrio ecológico - ambiental que impiden la autodepuración y autorregulación del ecosistema suelo.

En el suelo los plaguicidas retenidos no alteran su composición química molecular, por lo que su acumulación o dispersión están en función de la absorción y adsorción que dependerá de las distintas partículas y propiedades de este (suelo), es por esto que la acumulación de estas sustancias químicas contaminantes no solo se mantienen el suelo, sino que de manera indirecta se produce también contaminación de aguas superficiales y freáticas.

Existe poca difusión y cultura de uso de plaguicida de naturaleza biológica que tiene similares características de efectividad que los de naturaleza química y que cuya persistencia en el suelo permite una adecuada autodepuración y equilibrio entre los factores bióticos y abióticos, papel fundamental en la fertilidad del suelo.

2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Implementar un programa regional o local de control biológico que permita desarrollar organismos, técnicas y estrategias de control garantizando un control biológico o natural efectivo de las diferentes plagas agrícolas, reduciendo de esta manera el uso de plaguicidas químicos.

Promover en el agricultor el uso de plaguicidas agrícolas de naturaleza biológica no contaminantes que favorecen al equilibrio y biodiversidad, factores fundamentales de la buena salud y fertilidad del suelo.

Fomentar en los productores en el manejo integrado de plagas, que como parte de este y último recurso se adopte el uso de pesticidas agrícolas haciéndolo de manera racional.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambientales, E. 1997. Contaminación de suelos dedicados al cultivo de papa por pesticidas. *Revista de Química* 11(1):49-57.
- Badii, M; Varela, S. 2008. Insecticidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica* (28):pp.5-17.
- Bedmar, F. (2011). ¿Qué son los plaguicidas?. Universidad Nacional de Mar del Plata. Volumen 21 número 122 abril - mayo 2011: pp.10-16.
- Besnier Romero, F. 1970. Acumulación de pesticidas en el suelo. Capacitación agraria. Ministerio de Agricultura. Madrid. Boletín N° 2: 16p.
- Cultivo, EL; Rosal, D; Su Propagación, Y. 2004. *Cultivos Tropicales*. *Cultivos Tropicales* 25(2):53-67. Consultado 17 ago. 2020. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215872002>.
- FAO. 2018. Día Mundial del suelo 2018. Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/world-soil-day>
- Galán, E.; Romero, A. 2008. Contaminación de suelos por metales pesados. Conferencia publicada en la revista *MACLA* No. 10, nov. 2008, 48-60. Sevilla, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola.
- García, I; Dorronsoro, C. 2012. Contaminación por fitosanitarios. Plaguicidas. Consultado 24 ago. 2020. Disponible en <http://www.edafologia.net/conta/tema13/clasif.htm>.
- García Montoya, SR. 2015. Análisis De La Contaminación Por El Uso De Plaguicidas En Los Suelos Agrícolas De La Provincia Del Carchi, Bioacumulación Y Propuesta De Un Modelo Productivo Sostenible. *Revista de la Universidad* no. 32.
- Gladys Yaguana; Franklin Sánchez; Manuel Aguilar; Esther Pozo. 2019. Contaminación de suelos: el caso de los plaguicidas. Grupo de Investigación

en Manejo y Recuperación de Suelos y Aguas, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

Intagri S.C. 2017. Evolución de Plaguicidas en el Suelo. Consultado 17 ago. 2020. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/evolucion-de-plaguicidas-en-el-suelo>.

INTA 2015. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Ed 1. Balcarce, Buenos Aires; Famaillá, Tucumán; Reconquista, Santa Fe. Ediciones INTA, 2015. 73 p.

Izquierdo, J. 2017. Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos de la parroquia San Joaquín. Universidad Politécnica Salesiana :67. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>.

LATINOAMERICANA, T. 2014. Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas. 32. Consultado 24 ago. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v32n1/2395-8030-tl-32-01-00001.pdf>.

Linares Mazariegos, RM. 2007. Universidad De Cantabria Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales. .

Nugroho, MB. 2013. Los Plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo. Journal of Chemical Information and Modeling 53(9):1689-1699. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

del Puerto Rodríguez, AM; Suárez Tamayo, S; Palacio Estrada, DE. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, vol. 52(3):372-387 pp.

Ricardo, J; Delgado, M. (2006). La Actividad Microbiana: Un Indicador Integral de la Calidad del Suelo. s.l., s.e. Consultado 24 ago. 2020. Disponible en http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com_content&task=view&id=223&I..

Rodríguez, J. J. 2008. Hacia un uso sostenible de los recursos naturales. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía, 2008. ISBN: 978-84-7993-048-6

Rodríguez, N; McLaughlin, M; Pennock, D. 2019. La contaminación del suelo: una realidad oculta. s.l., s.e. 144 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D2019. La contaminación del suelo: una realidad oculta. s.l., s.e. 144 p. Consultado 18 ago. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>.

ANEXOS