



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA**

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Efectos de la residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto
en los suelos productivos.

AUTOR:

Luis Omar Carrera Flores

TUTORA:

Ing. Quim. Adriana Mejía Gonzales, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La presente investigación aborda el tema de, efectos de la residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto en los suelos productivos, debido a que cada vez incrementan los porcentajes de toxicidad en los suelos agrícolas. El objetivo que se buscó en la investigación fue determinar el efecto que tienen los herbicidas sistémicos y de contacto con los suelos productivos además de poder detallar de forma concreta cuales son los efectos que estos químicos causan en los suelos. El desarrollo se basó en compilar información referente a la residualidad de herbicidas en los suelos productivos, con el fin de describir diferentes técnicas o prácticas agrícolas que puedan contrarrestar o mitigar el efecto negativo que estos producen en los suelos agrícolas y las principales técnicas que conocimos fue el uso de abonos orgánicos, realizar análisis de suelo, la rotación de cultivos también es fundamental, y por ultimo de fitorremediación y biorremediación que son técnicas usadas por medio de microorganismos con el fin de obtener beneficios para mejorar la calidad de los suelos y reducir la residualidad que contienen. De acuerdo al análisis y comprensión de la información se pudo llegar a la conclusión de los efectos de estos herbicidas pueden dañar los suelos, los cultivos e incluso la vida de los consumidores y es por esto que se debe regular su uso de manera inmediata capacitando a los pequeños y grandes agricultores que realizan estas prácticas a diario con herbicidas sistémicos y de contacto.

Palabras claves: Agrícola, Herbicida, Productivo, Residualidad, Suelo

SUMMARY

The present research addresses the issue of, effects of the residuality of systemic and contact herbicides on productive soils, due to the increasing percentages of toxicity in agricultural soils. The objective sought in the research was to determine the effect of systemic and contact herbicides with productive soils, in addition to being able to detail in a concrete way what are the effects that these chemicals cause in soils. The development was based on compiling information regarding the residuality of herbicides in productive soils, in order to describe different agricultural techniques or practices that can counteract or mitigate the negative effect that these produce on agricultural soils and the main techniques that we learned about were the use of organic fertilizers, soil análisis crop rotation is also essential, and finally phytoremediation and bioremediation are techniques used by microorganisms in order to obtain benefits to improve the quality of soils and reduce the residue they contain. According to the analysis and understanding of the information, it was possible to conclude the effects of these herbicides can damage soils, crops and even the lives of consumers and that is why their use must be regulated immediately and small and large farmers who carry out these practices on a daily basis with systemic and contact herbicides must be trained.

Keywords: Agricultural, Herbicide, Productive, Residuality, Soil

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
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. Líneas de investigación	3
2. DESARROLLO	4
2.1 Marco conceptual.....	4
2.1.1 Herbicidas	4
2.1.2 Herbicida de contacto	4
2.1.3 Herbicida sistémico.....	4
2.1.4 Detallar los efectos residuales de los herbicidas en el suelo	5
2.1.5 Alternativas para contrarrestar residualidad en los suelos productivos	8
2.1.6 Prácticas agrícolas para mejorar la calidad del suelo	9
2.2. Marco metodológico.....	11
2.3. Resultados	12
2.4 Discusión de resultados.....	13
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	14
3.1. Conclusiones	14
3.2. Recomendaciones	15
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	16
4.1. Referencias bibliográficas.....	16

4.2 Anexos	20
------------------	----

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

Los residuos de los herbicidas son un constante peligro en el agro a nivel mundial, debido a los efectos que causan, no solo en el tema de la producción de alimentos, también perduran a lo largo del tiempo en el suelo, lo cual lo convierte en un recurso muy poco aprovechable y nada rentable para los agricultores, un término utilizado comúnmente para este tipo de residualidad es “carryover” que significa el tiempo en que persiste un herbicida en el suelo (Aapresid 2020).

Para poder conocer mejor sobre los efectos que provocan los herbicidas sistémicos y de contacto debemos conocer los siguientes conceptos; que los sistémicos cumplen una función específica, que al entrar en contacto con las malas hiervas o malezas más conocidas ,recorren toda la planta hasta llegar a la raíz y acabar con esta en su totalidad, mientras que los herbicidas de contacto solo afectan o neutralizan la parte que es tocada, por así decirlo con esta sustancia (issuu 2022).

En el Ecuador la agricultura es una fuente económica muy activa, pero el uso indiscriminado de los herbicidas es algo que está afectando significativamente a los alimentos y a los suelos, en nuestro País, se ha detectado que hay muchos casos de alimentos que exceden los límites permitidos con residualidad, y en el mismo camino están los suelos, donde debido al poco conocimiento o al escaso apoyo de las autoridades a los agricultores , ellos abusan de su uso para poder tener una producción rentable (La Hora 2021).

La fácil exposición a nivel local en nuestra provincia preocupa. Muchos de los herbicidas son considerados muy dañinos para el suelo a presente y futuro, de vez en cuando estas sustancias se alojan en el mismo sitio formando un acumulación de contaminantes con consecuencias perjudiciales en los suelos, lo cual afecta a nuestro propio ecosistema , por este motivo se ve afectada toda la flora y fauna sin mencionar que el agua también formaría parte de la contaminación de manera directa con el suelo (Acosta 2022).

1.2. Planteamiento del problema

La residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto en los suelos productivos es una problemática muy grave debido a los diferentes problemas no solo en la actualidad sino en el futuro , uno de los principales efectos que podemos mencionar es la permanencia de estas sustancias en el suelo, e inclusive pueden llegar a contaminar el agua , debido a la lluvia o el riego, por otra parte, pueden afectar a los agentes beneficiosos que habitan en los cultivos (Jacto 2021).

La persistencia de estas sustancias, es lo más preocupante , debido a que existen muchos que su durabilidad en el suelo puede ser de varios años, obteniendo un suelo muy contaminado, la intranquilidad también está para los seres humanos debido al contacto directo que podemos tener con el suelo contaminado, o con los alimentos que provienen de esos cultivos donde exceden los límites de residualidad permitidos (Liu 2021).

El manejo adecuado del uso de herbicidas ya sean sistémicos o de contacto, incluyendo la selección de productos con menor persistencia o duración en el suelo y medio ambiente. la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, es crucial para reducir los problemas y cuidar de manera correcta la salud del suelo y los ecosistemas asociados.

1.3. Justificación

El uso indiscriminado de los herbicidas hoy en día es un gran tema de investigación y concientización debido a todos los problemas que causamos no solo a nosotros como humanidad, el medio ambiente se ve cada vez más afectado, los productos agrícolas son cada vez menos orgánicos y más tóxicos para el consumo diario, la idea es fomentar buenas prácticas agrícolas para reducir de a poco esta residualidad en los suelos y en los alimentos.

Una de las estrategias para poder contrarrestar este tipo de contaminaciones ambientales es dar a conocer los efectos dañinos que causan este tipo de herbicidas al medio ambiente, es una de las razones por la cual realizamos la investigación, la educación y capacitación en los agricultores es fundamental para que se mitigue cada vez más la residualidad de estas sustancias en los suelos, es por esto que investigar y conocer los efectos negativos es importante, a la par de fomentar nuevas alternativas orgánicas que favorezcan la salud de los suelos, la

rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y los monitoreo constantes son varias fases importantes que debemos plantear a los agricultores para mejorar la salud de nuestros suelos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar los efectos que tienen los herbicidas sistémicos y de contacto con los suelos productivos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Detallar los efectos residuales de los herbicidas en los suelos productivos.
- Describir las buenas prácticas agrícolas para mejor la calidad del suelo que contiene residualidad.

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en los Efectos de la residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto en los suelos productivos. En este contexto, específicamente se aborda la línea del Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y la sublínea de agricultura sostenible y sustentable, fisiología y nutrición vegetal y conservación de los suelos y aguas.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Herbicidas

Los herbicidas son productos químicos delineados para intervenir y mitigar las malezas o hierbas no deseadas de diferentes cultivos, jardines u otras áreas. Estas sustancias químicas se implementa a gran escala en la agricultura, la jardinería y el mantenimiento de lugares verdes para conservar los tipos de plantas sembradas con vigor y salud, libres de competencias por los nutrientes la luz del sol y el agua con posibles malezas que existan (Rotaplas 2023).

Lo primordial como objetivo planteado de los herbicidas es erradicar o mitigar la presencia molesta de malezas, evitando un conflicto entre todas la plantas sembradas, las malezas pueden afectar de manera muy negativa la producción futura de alimentos, y que su calidad se vea reducida también y disminuir la eficacia de la mano de obra agrícola, pero para tener un buen control de las malezas se utilizan los herbicidas conservamos de mejor manera la salud de los diferentes cultivos que podemos implementar en nuestro terreno (Rotaplas 2023).

2.1.2 Herbicida de contacto

Los herbicidas de contacto tienen como principal función eliminar o contrarrestar maleza o vegetación no deseada en un terreno, parte fundamental de esto es su aplicación precisa, es decir que debemos realizar la fumigación de este en un área donde no causemos daños a las plantas o cultivos cercanos, es un producto comúnmente comercializado para pequeños lotes de agricultores o incluso para uso familiar donde poseen su propias parcelas o jardines (Calvo 2020).

Tenemos que dejar claro que existen muchos tipos de herbicidas en el mercado que atienden a todas las necesidades que puedan presentarse en el campo, se aplican directamente sobre las malas hierbas y estos a su vez se clasifican en herbicidas de contacto, que solo dañan la parte de la planta que tocan (Sembralia 2020).

2.1.3 Herbicida sistémico

El herbicida sistémico se caracteriza porque afecta a todo el conjunto de la planta, debido a que esta lo absorbe y transporta a otros órganos a través de su sistema vascular. Presenta, por tanto, una movilidad alta y elimina las malas

hierbas desde la raíz a diferencia de lo que ocurre con el herbicida de contacto, que solo actúa sobre el órgano de la planta que recibe la aplicación directa (Calvo 2020).

Aunque los herbicidas sistémicos son ampliamente utilizados, principalmente para la eliminación de malas hierbas y malezas, existen otros usos más debatidos como acelerar el secado de los cereales ante la previsión de lluvias a continuación, mostramos una breve explicación de la aplicación y el momento en el cual utilizar los herbicidas:



Figura 1: Tipos de Herbicidas

Fuente: Agroterra (2022)

2.1.4 Detallar los efectos residuales de los herbicidas en el suelo

Los herbicidas pueden acabar directamente o indirectamente con efectos importantes ambientales en el suelo, que es indispensable para los cultivos, se determinaron que, aunque los herbicidas no se apliquen directamente al suelo si no a las hojas, pequeñas partículas de estas sustancias caen al suelo y ocasionan daños, en muchos casos, irreversibles (Jurado 2020).

Es importante resaltar que el problema ambiental afecta al suelo; éste es un elemento muy importante para los cultivos si no se tiene un trato adecuado o un manejo que minimice el impacto de contaminación, los suelos pueden presentar resistencias a los mismos productos que eliminan las plagas o malezas, o incluso

peor podemos tener un suelo inerte debido a la saturación de químicos (Jurado 2020).

Por lo que muchos plaguicidas poseen una afinidad por los lípidos, tienden acumularse en la materia orgánica del suelo, una parte cambiara su forma por la presencia de los microorganismos que existen o se encuentran en los diferentes terrenos, pero por otro lado bien en su forma inicial, puede persistir durante un periodo extenso de tiempo en los terrenos agrícolas atrapada por algunos de sus componentes o de forma móvil a través de esta vía (Acosta 2022).

Esta exposición preocupa muchos de los plaguicidas son considerados disruptores, endocrinos, carcinógenos, neurotóxicos o teratógenos Constantemente, estas sustancias químicas se localizan todas en el mismo lugar constituyendo una mezcla de contaminantes con efectos negativos para los suelos, sobre los ecosistemas y la salud (Acosta 2022).

Disminución de microorganismos en el suelo por residualidad

Los suelos contienen una gran cantidad de organismos biológicamente diversos que desempeñan muchas funciones importantes, como el ciclo de nutrientes, el mantenimiento de la estructura del suelo, la transformación de carbono y la regulación de plagas y enfermedades, la residualidad de herbicidas se ha identificado como el principal factor determinante en la pérdida de hábitat y la contaminación en el sector agrícola (Gunstone *et al.* 2021)

Los herbicidas son sustancias tóxicas en ciertas medidas, y esto afecta de forma directa en el suelo, los microorganismos son los que viven o permanecen en el suelo, estos son agentes beneficiosos para los cultivos, pero si no los mantenemos y regulamos el uso de este tipo de sustancias podemos comprometer la materia orgánica de nuestro suelo y de a poco llevar a que los suelos se vuelvan infértiles y la agricultura se vería muy afectada (Gunstone *et al.* 2021)

Los microorganismos son de suma importancia en el suelo por varios factores, complementa de manera fundamental el crecimiento de cualquier tipo de planta, tienen beneficios como almacenar los nutrientes y suministrar de manera directa a las plantas, también aportan a mejorar la estructura del suelo, el sistema radicular aumenta de manera notable y esto favorece el transporte de nutrientes,

es por esto que debemos fomentar el uso correcto de este tipo de herbicidas que pueden ocasionar tantos problemas (Murillo *et al.* 2020).

Erosión del suelo

La erosión en el suelo es un proceso natural que forma parte de los ecosistemas. Sin embargo, cuando se habla de él en zonas agrícolas, se sobrentiende, en muchas ocasiones, que nos referimos a una erosión que ha sido aumentada por la mano y acción del hombre con consecuencias negativas o por el uso excesivo de ciertas sustancias químicas como las mencionadas que son los herbicidas sistémicos y de contacto (Gomez 2023).

Las causas de la erosión por medio del uso de herbicidas no son tan notables, pero si lo son en otro tipo de casos como puede ser la agricultura intensiva, donde las actividades o labranzas excesivas en las cuales no se determina una recuperación prudente del suelo o la implementación de monocultivos puede afectar de manera directa al suelo (Lozano *et al.* 2021)

En los ecosistemas naturales en equilibrio, la velocidad de formación de suelo se aproxima o es superior a la de erosión en todas sus formas, y esto sería la situación ideal que se querría alcanzar en las zonas agrícolas. Sin embargo, en muchas ocasiones, cuando la velocidad a la que se pierde el suelo por erosión es muy superior a la velocidad a la que se forma, hablamos entonces de erosión acelerada (Gomez 2023)

Reducción de biodiversidad

El impacto negativo de los herbicidas sistémicos y de contacto se ve reflejado no solo en el suelo, también podemos verlo en la cantidad y calidad de biodiversidad en los ecosistemas, por ejemplo, ciertos polinizadores podrían verse afectados por los residuos de herbicidas y no solo ellos, depredadores naturales de otras plagas, también pueden ser afectados debido al incremento de este tipo de sustancias (Bravo *et al.* 2021)

Otro problema que se puede ocasionar debido a la pérdida de diversidad en los ecosistemas por la residualidad es que podemos alterar por así decir este tipo de ecosistemas, la comunidad de especies que tiene este lugar, pero con la eliminación de ciertos elementos podemos alterar todo el hábitat por completo, es

por esto que se debe regular de forma directa el uso de este tipo de herbicidas en los suelos y en los cultivos (Bravo *et al.* 2021).

Factores que aumentan la residualidad

(Murillo *et al.* 2020) Argumenta que:

- **Química del herbicida utilizado:** La estructura química que contiene cada uno de los herbicidas que usamos determina la residualidad en el suelo, esto se debe a que unos tienen más concentración que otros, es decir son más fuertes y esto hace que perduren más en el suelo.
- **Clima y suelo:** La temperatura, humedad y pH del suelo afectarán la velocidad en que se incrementa la degradación de los herbicidas. Por ejemplo, la degradación tiende a ser más veloz en ciertos suelos como por ejemplo los cálidos y húmedos.
- **Manejo del suelo:** La presencia de materia orgánica, microorganismos y actividad biológica en el suelo puede influir en la degradación de los herbicidas.

2.1.5 Alternativas para contrarrestar residualidad en los suelos productivos

Biodegradación natural

Una gran parte de los herbicidas que se encuentran en el suelo, se degradan o se descomponen debido a la actividad microbiana que contiene el mismo, ellos se encargan de la reducción de estos contaminantes, es importante saber que la actividad microbiana mencionada se puede ver reducida en suelos muy secos es por esto que para que ellos actúen de forma correcta debemos tener en cuenta una buena cantidad de materia orgánica en el suelo, y que el pH sea adecuado (Johnson y Strachan 2022).

Fitorremediación

La fitorremediación es una técnica o una alternativa sustentable y muy utilizada hoy en día, debido a que consiste en desplazar contaminantes del suelo, ya sean orgánicos o inorgánicos, en este caso hablamos de los herbicidas sistémicos y de contacto que se encuentran en el suelo, esta técnica es implementada con ciertas plantas que son capaces de absorber este tipo de sustancias colocándolas en las áreas afectadas, una de estas plantas es la mostaza india o ciertas variedades de

girasoles, sin embargo, también se puede realizar con microorganismos que se encuentren en esa área del suelo (Mendarte *et al.* 2021)

Biorremediación

Es una técnica implementada en ciertos suelos muy contaminados por herbicidas consiste en utilizar o transportar ciertos microorganismos específicos ya sean hongos, algas o bacterias hacia un área afectada y que estos se encarguen netamente de degradar las sustancias nocivas que tiene nuestro suelo, esta técnica no solo se usa en la agricultura, también se ha visto presente en los suelos contaminados por petróleo (Rodríguez *et al.* 2022)

2.1.6 Prácticas agrícolas para mejorar la calidad del suelo

La conservación del suelo implica una combinación de técnicas de manejo y uso del suelo con el propósito de cuidarlo en contra el deterioro inducido por factores, naturales o los humanos, para poder fomentar una buena y alta calidad del suelo, buscamos protegerlo del daño causado por la actividad agrícola y pecuaria exagerada como la compactación de suelo excesiva, la erosión y la contaminación de residuos en los cuerpos de agua o los cambios negativos en las características químicas como acidificación o salinización (Robustec 2020)

Prácticas agrícolas muy negativas e inapropiadas, como el uso excesivo de las sustancias químicas y el cultivo sin un cambio o reemplazo adecuado de diferentes nutrientes, pueden perjudicar o afectar las propiedades que contiene el suelo o terreno, resultan en una mayor compactación y erosión del suelo pérdida de microorganismos benéficos para el suelo, la materia orgánica y la gran capacidad de mantener el agua o cambios en los niveles naturales de la fertilidad y pH (Robustec 2020)

Compostaje

El uso del compost para recuperar suelos contaminados o degradados no es una alternativa nueva. Pero donde más se utiliza este material es en agricultura y en jardinería. El compost es el efecto de un proceso biológico que tiene la función de estabilizar y sanear los residuos orgánicos que utilizamos para que estos puedan realizar su función como fertilizante. A este proceso se lo conoce como compostaje (BBVA 2023).

El compost contribuye en la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que se traduce en un mejor rendimiento de los cultivos, aportando múltiples beneficios. Por eso, es usual que se incluya el compost dentro de las estrategias de abonado. De hecho, ante el incremento de los precios de los fertilizantes en los últimos tiempos, se propone al compost como una muy interesante alternativa para poder abonar y fertilizar todo tipo de cultivos (Sembralia 2021)

Rotación de cultivos

La implementación de rotación de cultivos puede cambiar cada una de las características físicas y químicas de los suelos y así poder revertir los efectos degradantes en el suelo, además ha sido recomendada para mejorar la calidad de este. La rotación de cultivos consiste que en época de siembra se debe quedar con un solo cultivo, y cuando esta finalice dejar descansar el suelo (Vargas *et al.* 2022)

Es importante tener en cuenta que la rotación de cultivos es una práctica agrícola un poco antigua, sin embargo, es muy implementada por sus buenos beneficios y los grandes resultados que se han demostrado en los agricultores, ya sean grandes productores, mediados y pequeños que recién están empezando, los beneficios son notables para el suelo, la mejorar de su fertilidad la reducción de plagas son algunos de las mejoras que nos pueden aportar (Vargas *et al.* 2022)

Implementación de abonos orgánicos

El abono orgánico es una mezcla de diferentes tipos de elementos orgánicos que proporcionan varios nutrientes en los suelos donde se aplica, es por esto que se lo utiliza de una forma para poder reconstruir el suelo y poder sanarlo de la toxicidad que se genera. Los abonos orgánicos son métodos utilizados para fertilizar muy común y práctico hoy en día debido a que, su ventaja es que no contiene químicos añadidos ni derivados del petróleo que van afectar los valores nutricionales de los vegetales y las frutas implementados (Labbers 2022).

Para alcanzar un buen cultivo en un terreno que se encuentra con residualidad debemos implementar sustratos adicionales que regeneren los suelos y su estructura antes de iniciar una nueva etapa productiva. Cuando se fertilizan las plantas con productos orgánicos, los suelos no se ven afectados debido a que

también absorben minerales que regulan sus componentes internos, por lo que no será necesario emplear otros productos que garanticen esto (Agropinos 2022).

Análisis del suelo

El análisis del suelo o analítica agronómica es un conjunto de procesos químicos a partir de muestras recogidas en el terreno con las que se da a conocer la cantidad de nutrientes vegetales disponibles en el suelo. Se estiman las propiedades químicas, físicas y biológicas que posee nuestro suelo, que son esenciales para la nutrición de las plantas o la salud del suelo, así mismo nos va permitir identificar los niveles de reserva de los macronutrientes y micronutrientes disponibles en el suelo agrícola, así como seleccionar los sustratos más adecuados para la etapa que se encuentra nuestro suelo (Coarval 2022).

Un análisis nos va poder brindar información variada sobre la textura y estructura del suelo, lo cual es de mucha ayuda para determinar que tipo de suelos tenemos, además de que tipo de residuos negativos o contaminantes posee por cultivos pasados, con este tipo de información podemos elaborar una mejor planificación de nuestra siembra y cultivo con esto vamos a optimizar nuestro trabajo y mejorar nuestras ganancias (Delgadillo *et al.* 2024).

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes; Efectos de la residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto en los suelos productivos. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

La residualidad de los herbicidas sistémicos y de contacto son un efecto sumamente negativo para el planeta y especialmente para los suelos productivos, su estructura, los organismos que viven allí y hasta la producción final de todo tipo de cultivo, se ve disminuida por la contaminación tóxica que producen los herbicidas antes mencionados, con el pasar del tiempo y la gran demanda de alimentos que existe en el mundo los agricultores se ven forzados a utilizarlos para poder obtener un beneficio lo cual se ve reflejado en la deterioro de los suelos y en un producto o alimento de mala calidad para nuestro consumo.

Las buenas prácticas agrícolas mencionadas son de suma importancia para nuestros cultivos por ejemplo la rotación de cultivos nos permite que el suelo se recupere de los monocultivos, la implementación de abonos orgánicos es otra opción utilizada, debido a que la cantidad de agentes beneficiosos que contienen son fundamentales para la reconstrucción de suelos con residualidad la Fitorremediación y la Biorremediación son dos técnicas usadas comúnmente por el gran potencial que tienen los microorganismos por último los análisis de suelo son indispensable para conocer qué tipo de suelo vamos a trabajar y que estrategias de manejo ejecutar.

2.4 Discusión de resultados

El efecto negativo que produce los herbicidas con el pasar del tiempo en los suelos es una preocupación constante, la contaminación y el deterioro de los suelos fértiles son consecuencias del uso excesivo de estas sustancias, se debe regular de una forma para mantener un equilibrio es por esto que concuerdo con (Ramirez 2021) Se deben establecer normas y prácticas para la implementación segura de los herbicidas, incluyendo la capacitación obligatoria para los agricultores y trabajadores, el uso de equipo de protección personal con el fin de poder preservar ciertas zonas sensibles como ríos o fuentes de agua y principalmente el suelo.

Las buenas prácticas agrícolas son fundamentales para poder contrarrestar los efectos negativos de los herbicidas y si no las aplicamos en el momento correcto podemos contaminar muchos suelos y terrenos que ya no podrán ser cultivados. Por esto concuerdo con (Perez y Perez 2021) afirma que, Para mitigar estos impactos, es crucial aplicar prácticas agrícolas sostenibles y utilizar herbicidas de manera responsable, siguiendo las regulaciones y recomendaciones de manejo integrado de plagas. prácticas como la rotación de cultivos, los análisis de suelo y el uso de herbicidas selectivos y menos duraderos en los terrenos cultivados pueden ayudar a reducir el impacto negativo en los suelos y el medio ambiente en general.

La residualidad de los herbicidas se refiere a la capacidad que tienen estas sustancias químicas para permanecer activos en el suelo después de su aplicación inicial y con este efecto perjudican a los agentes orgánicos beneficiosos que existen en los suelos y que benefician a los cultivos por esto concuerdo con (Gunstone *et al.* 2021)_ explica que, la residualidad de herbicidas se ha identificado como el principal factor determinante en la pérdida de hábitat y la contaminación en el sector agrícola y si no lo cuidamos y regulamos el uso de este tipo de sustancias podemos comprometer la materia orgánica de nuestro suelo.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Por lo detallado anteriormente, se concluye que:

La implementación de herbicidas sistémicos y de contacto en exceso producen un daño significativo a los suelos y terrenos productivos, los cuales no se ven afectados de inmediato, debido a que la durabilidad va dependiendo del producto que usemos, pero con el pasar del tiempo la residualidad de estos aumenta y se va formando el deterioro total de un terreno fértil y productivo, convirtiéndolo en todo lo contrario por lo que se va considerar poco rentable las prácticas agrícolas.

La forma de poder contrarrestar los diferentes efectos negativos que nos produce el uso indiscriminado de herbicidas es poner en prácticas ciertas labores agrícolas que beneficien a los microorganismos del suelo, el uso de abonos orgánicos, la Fitorremediación y la Biorremediación son técnicas donde aplicamos organismos naturales para fortalecer los terrenos y los cultivos, con el fin de poder limpiar nuestro medio ambiente de todas estas sustancias tóxicas.

La persistencia y dispersión de los herbicidas sistémicos y de contacto pueden afectar no solo a nuestros suelos, también a otros cultivos, ríos, producción de animales cercanos o fuentes de agua que consumimos e incluso permanecer en el aire que nosotros mismo respiramos, además una vez que se deteriora el suelo empieza el proceso de erosión lo cual indica la pérdida de diversidad en los terrenos.

3.2. Recomendaciones

Por las conclusiones mencionadas, se recomienda que:

En caso de tener suelos con residualidad se debe realizar un análisis de suelo para conocer de manera exacta cuales son los problemas, y de ahí empezar con promover un descanso de los monocultivos y del uso de los herbicidas que se implementó de manera excesiva.

Se recomienda realizar rotación de cultivos cada tiempo que termine la cosecha anterior introducir cultivos que se beneficien uno del otro, promover los controles de malezas manuales, el uso de agentes orgánicos para el fortalecimiento de los terrenos y de los cultivos, los abonos orgánicos son una buena forma de fertilizar nuestros suelos para su recuperación y para aumentar la productividad de los cultivos.

El uso del compost para recuperar suelos contaminados o degradados contribuye en la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que se traduce en un mayor rendimiento de los cultivos y recuperación prolongada de nuestros suelos.

La implementación de microorganismos es una buena práctica para poder fortalecer los suelos, estos agentes van a favorecer la producción además de que pueden prevenir patógenos que dañen un cultivo además de mejorar el sistema radicular de las plantas lo cual favorece a la absorción de nutrientes.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Aapresid. 2020. Herbicidas en el suelo y residualidad (en línea, sitio web). Consultado 20 may 2024. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/blog/herbicidas-en-el-suelo-y-residualidad>. Aapresid. 2020. Herbicidas en el suelo y residualidad (en línea, sitio web). Consultado 20 may 2024. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/blog/herbicidas-en-el-suelo-y-residualidad>.
- Acosta, A. 2022. La huella del abuso de los plaguicidas permanece en el suelo durante décadas (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <https://theconversation.com/la-huella-del-abuso-de-los-plaguicidas-permanece-en-el-suelo-durante-decadas-175855>.
- Acosta Dacal, A. 2022. La huella del abuso de los plaguicidas permanece en el suelo durante décadas (en línea, sitio web). Consultado 19 may 2024. Disponible en <https://theconversation.com/la-huella-del-abuso-de-los-plaguicidas-permanece-en-el-suelo-durante-decadas-175855>.
- Agropinos. 2022. Beneficios de los fertilizantes orgánicos en sus cultivos (en línea, sitio web). Consultado 15 jun. 2024. Disponible en <https://www.agropinos.com/blog/las-ventajas-de-los-fertilizantes-organicos>.
- BBVA. 2023. ¿Qué es el compost y cuáles son sus fases? El poder del suelo vivo (en línea, sitio web). Consultado 17 jun. 2024. Disponible en <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>.
- Bravo, O; Osorio, M; Loor, X. 2021. La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente (en línea). Polo del Conocimiento Revista científico - profesional 6. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094540>.
- Calvo, A. 2020. Herbicida sistémico: qué es, para qué sirve y cómo emplearlo (en línea, sitio web). Consultado 10 jun. 2024. Disponible en <https://www.agroptima.com/es/blog/herbicida-sistemico-emplearlo/>.

- Coarval. 2022. La importancia del análisis del suelo agrícola (en línea, sitio web). Consultado 18 jun. 2024. Disponible en <https://coarval.com/la-importancia-del-analisis-del-suelo-agricola/>.
- Delgadillo, A; Castellano, J; Sanchez, P; Trejo, S. 2024. La parcela escolar: estrategia para ambientalizar el curriculum (en línea). Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano 5(2). DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.142>.
- Gomez, J. (2023). La erosión del suelo en zonas agrícolas (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.upa.es/Anuario2023/021-Anuario-2023-Alfonso.pdf>.
- Gunstone, T; Cornelisse, T; Klein, K; Dubey, A; Donley, N. 2021. Plaguicidas e invertebrados del suelo: Evaluación de riesgos (en línea). Frontiers 9. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/>.
- La Hora. 2021. Preocupación por productos con altos índices de residuos químicos (en línea, sitio web). Consultado 20 may 2024. Disponible en <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/preocupacion-por-productos-con-altos-indices-de-residuos-quimicos/>.
- issuu. 2022. Herbicidas en el suelo en Sistemas de Siembra Directa (en línea, sitio web). Consultado 20 may 2024. Disponible en https://issuu.com/aapresid/docs/herbicidas_en_el_suelo.
- Jacto. 2021. Pesticidas: definición, tipos y cómo usarlos correctamente (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <https://bloglatam.jacto.com/pesticidas/>.
- Johnson, D; Strachan, S. 2022. Cómo reducir los daños por residualidad de herbicidas ante condiciones de sequía (en línea, sitio web). Consultado 17 jun. 2024. Disponible en <https://www.corteva.es/agronomia-y-servicios/informacion-agronomica/como-reducir-los-danos-por-residualidad-de-herbicidas-ante-condiciones-de-sequia.html#:~:text=La forma principal de degradación,para algunas clases de herbicidas>.
- Jurado, J. (2020). Usos y efectos del glifosato en Colombia (en línea). s.l., s.e. 7. Disponible en

<https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2223/2434>.

Labbers. 2022. ¿Qué es abono orgánico y cómo usarlo en tus cultivos? (en línea, sitio web). Consultado 17 jun. 2024. Disponible en https://labbersas.com/2022/12/01/que-es-abono-organico/?doing_wp_cron=1718677227.0231540203094482421875.

Liu, A. 2021. Agricultura ecológica | Alternativas a los pesticidas (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/agricultura-ecologica-alternativas-a-los-pesticidas>.

Lozano, A; Alvarez, C; Moggiano, N. 2021. El cambio climático en los andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática (en línea). Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Trujillo 12. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.012>.

Mendarte, C; Alarcon, A; Ferrera, R. 2021. Fitorremediación: alternativa biotecnológica para recuperar suelos contaminados con DDT. Una revisión (en línea). Revista especializada en ciencias químico-biológicas 24. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.326>.

Murillo, S; Mendoza, A; Fadul, C. 2020. La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola (en línea). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales 7. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.2503>.

Perez, J; Perez, S. (2021). Decisiones e impactos ante el avance de malezas resistentes a herbicidas (en línea). s.l., s.e. 2. Disponible en <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/140924>.

Ramirez, F. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Ramirez-28/publication/358621408_El_herbicida_glifosato_y_sus_alternativas_Serie_Informes_Tecnicos_IRET_N_44/links/620beca3cf7c2349ca162caa/El-herbicida-glifosato-y-sus-alternativas-Serie-Informes-Tecnicos-IRET-N-

44.pdf.

Robustec. 2020. Prácticas agrícolas para conservación del suelo (en línea, sitio web). Consultado 16 jun. 2024. Disponible en <https://www.robustec.ind.br/es/blog/practicas-agricolas-para-conservacion-del-suelo/>.

Rodriguez, A; Zarate, S; Bastida, A. 2022. Biodiversidad bacteriana presenta en suelos contaminados con saneamiento para realizar biorremediación (en línea). Revista de Ciencias Ambientales 56. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/rca.56/1.9>.

Rotaplas. 2023. ¿Qué son los herbicidas? (en línea, sitio web). Consultado 8 jun. 2024. Disponible en <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/que-son-los-herbicidas/>.

Sembralia. 2020. Herbicidas: ¿Qué tipos existen? ¿Cuál me conviene? (en línea, sitio web). Consultado 9 jun. 2024. Disponible en <https://sembralia.com/blogs/blog/herbicidas>.

_____. 2021. Beneficios del compost en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 17 jun. 1a. C. Disponible en <https://sembralia.com/blogs/blog/beneficios-compost-agricultura>.

Vargas, R; Wilches, W; Espitia, E. 2022. Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo (en línea). Siembra 9(2). DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>.

4.2 Anexos



Anexo 1. Terreno con residualidad de herbicidas

Fuente: (Agrositio 2021).

HERBICIDA	Koc
Dicamba	2
Imazetapyr	10
Metsulfurón	35
Picloram	16
Diclosulam	90
Atrazina	100
Glifosato	24000
Paraquat	1000000
Carfentrazone	866
Clomazone	300
Sulfentrazone	43
Fomesafen	50
Flumioxazin	889

Anexo 2. Coeficiente de absorción de herbicidas (Koc)

Fuente: (Rainbow 2020)