



**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA AFECTACIÓN AMBIENTAL POR EL  
USO DEL GLIFOSATO EN COLOMBIA**

**ANDREA YARITH GOMEZ VELANDIA**

**CÓDIGO 11231719936**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y CIVIL  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.**

**2022**

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA AFECTACIÓN AMBIENTAL POR EL  
USO DEL GLIFOSATO EN COLOMBIA**

**ANDREA YARITH GOMEZ VELANDIA**

**CÓDIGO 11231719936**

**Trabajo de Monografía para optar al título de Ingeniera Ambiental**

**Director Marcos Andrés Ramos Castañeda**

**Ingeniero Ambiental**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y CIVIL  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.**

**2022**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le doy gracias a Dios, por darme salud y vida, porque me dio la fortaleza necesaria para cumplir esta meta, a mi director de proyecto de grado, Ing. Esp. Marcos Ramos, por su excelente orientación, apoyo, paciencia y compromiso para llevar acabo este trabajo. Quiero dar gracias a cada uno de los profesores que aportaron sus conocimientos y experiencias para que se hiciera posible culminar este proceso formativo. A mis amigos y compañeros que me brindaron su apoyo y estuvieron presentes cuando más los necesite.

A mis padres que no me dejaron desfallecer y me dieron ese impulso cada día para continuar luchando por los sueños, mis hermanos que ven un ejemplo a seguir en mi y a mi familia por su cariño.

A mi esposo Never Hernandez por su compañía durante las traspasadas, por ser mi guerrero de mil batallas, valorar y entender cuando no podía estar presente al 100% por que tenia compromisos por cumplir, por su amor, apoyo y comprensión.

¡Gracias!

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
3. MARCO CONCEPTUAL.....	10
3.1 Afectación a la salud medio ambiental a causa del glifosato.....	13
4. ESTADO DEL ARTE.....	15
4.1 Antecedentes históricos.....	19
4.2 Usos que se le dan al glifosato en la región latinoamericana.....	19
4.3 Fuentes de contaminación generales.....	20
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
6. METODOLOGÍA.....	22
7. RESULTADOS.....	24
CAPÍTULO I.....	28
HISTORIA DEL GLIFOSATO EN COLOMBIA.....	28
CAPÍTULO II.....	32
GLIFOSATO EN LATINOAMÉRICA.....	32
CAPÍTULO III.....	41
FUENTES DE CONTAMINACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS DIFERENTES SISTEMAS.....	41
CAPÍTULO IV.....	46
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LOS IMPACTOS.....	46
8. DISCUSIÓN Y PROPUESTA.....	50
9. CONCLUSIONES.....	54
10. RECOMENDACIONES.....	55
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Paso a paso para el desarrollo de la monografía	20
<b>Ilustración 2.</b> Ciclo del glifosato en el suelo.....	40
<b>Ilustración 3.</b> Transporte del glifosato hacia las fuentes hídricas.....	43
<b>Ilustración 4.</b> Ejemplo de cómo preparar el compostador.....	50
<b>Ilustración 5.</b> Productos orgánicos caseros que se adicionan al compostador.....	51
<b>Ilustración 6.</b> Abono orgánico después de terminar su proceso.....	51

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Límites máximos de residuos en alimentos para consumo humano.....	12
<b>Tabla 2.</b> Búsqueda base de datos.....	21
<b>Tabla 3.</b> descripción de búsqueda en bases de datos	24

## RESUMEN

Los herbicidas son utilizados a nivel mundial para eliminar las malezas de los cultivos, uno de los más conocidos comercialmente es el glifosato bajo el nombre de Rondoup, durante el desarrollo de la monografía abordan temas relacionados a los impactos que genera este químico al medio ambiente, la salud humana, flora y fauna. Su uso ha aumentado significativamente en los últimos años debido a una serie de factores, como es el caso la aparición de semillas resistentes que requieren mayores dosis y al reducir el precio del producto, la producción aumenta.

Los herbicidas se usan con mayor frecuencia debido a la capacidad que tienen los cultivos de producción donde deben competir por espacio, nutrientes y otros factores de gran importancia tales como agua, luz, etc. Las plantas crecen naturalmente junto a los cultivos y pueden reducir el rendimiento y la calidad de algunos cultivos.

El glifosato es un problema importante en la producción agrícola en los países grandes, al igual que en Estados Unidos y América Latina. La toxicidad de estas fórmulas que contienen herbicidas se complica por estas diferentes combinaciones a base de glifosato y también debido a la presencia de diferentes tensioactivos en sus propiedades y concentración.

Durante el desarrollo del documento se realizó en estilo monografía, donde la metodología utilizada es basada por el método cualitativo, que permite el desarrollo y análisis de la información recopilada en bases de datos bibliográficos, compuesta principalmente por estudios científicos, descripción de diversas variables procesadas; en los resultados se tuvieron presentes las diferentes alternativas de solución donde finalmente en las discusiones y resultados se encontró como viable el uso de abonos orgánicos por sus características de recuperación del suelo.

## ABSTRACT

Herbicides are used worldwide to eliminate weeds from crops, one of the best known commercially is glyphosate under the name of Rondoup. During the development of the monograph, issues related to the impacts generated by this chemical on the environment, human health, flora, and fauna are addressed. Its use has increased significantly in recent years due to a series of factors, such as the appearance of resistant seeds that require higher doses and, by reducing the price of the product, production increases.

Herbicides are used more frequently due to the capacity of production crops where they must compete for space, nutrients, and other important factors such as water, light, etc. Plants naturally grow alongside crops and can reduce the yield and quality of some crops.

Glyphosate is a major problem in agricultural production in large countries, as well as in the United States and Latin America. The toxicity of these herbicide-containing formulations is complicated by these different glyphosate-based combinations and due to the presence of different surfactants in their properties and concentration.

During the development of the document was carried out in monograph style, where the methodology used is based on the qualitative method, which allows the development and analysis of the information collected in bibliographic databases, mainly composed of scientific studies, description of various variables processed; in the results the different alternatives of solution were taken into account where finally in the discussions and results it was found as viable the use of organic fertilizers for their characteristics of soil recovery.

## 1. INTRODUCCIÓN

El herbicida a base de glifosato es el más utilizado a nivel global. El uso frecuente de esta fórmula ha ido en aumento al paso de los años debido a una serie de factores, principalmente la aparición de malezas que son tolerantes a los herbicidas convencionales esto hace que se requiera el uso de nuevos productos o mayores dosis, precios más bajos del producto y una mayor producción de soja, en algunos países utilizan semillas resistentes al glifosato con regularidad.

Existe evidencia de que, la mayoría de los países son productores de cultivos agrícolas, se están desarrollando hierbas que son tolerantes o resistentes a los herbicidas, principalmente debido al uso excesivo de estos, la repetición de ingredientes activos o la mala rotación de cultivos. Las malas hierbas o malezas tolerantes al glifosato son actualmente un problema importante en la producción agrícola en los Estados Unidos, Australia y en algunos países de latino América.

La toxicidad de estas fórmulas que contienen herbicidas se complica por estas diferentes combinaciones a base de glifosato y también debido a la presencia de diferentes tensioactivos en sus propiedades y concentración, que en algunos casos varía según el medio. La toxicidad para la salud humana y los impactos sobre el medio ambiente dependen de todos los compuestos que tiene la mezcla.

El objetivo de este estudio es abordar el tema de las diferentes alternativas y usos del glifosato, este herbicida es el más utilizado a nivel mundial, el principal uso se da debido a la aparición de hierbas resistentes, su toxicidad y potenciales alternativas al uso de este herbicida en los cultivos y que se pueda contemplar como una solución efectiva.



## 2. OBJETIVOS

### General

Estudiar las alternativas de solución para la afectación ambiental por el uso del glifosato en Colombia.

### Específicos

- ✓ Analizar el estado actual de los diferentes usos del glifosato y zonas de influencia en Colombia con respecto a los cultivos en las poblaciones.
- ✓ Identificar los impactos ambientales ocasionados por el uso de glifosato.
- ✓ Proponer alternativas de solución a partir de los aspectos identificados asociados al uso del glifosato.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se describe la información conceptual sobre el glifosato a nivel general, cómo es su permanencia, sus principales usos y transporte de este en el medio.

El herbicida a base de glifosato es el más utilizado a nivel global. El uso frecuente de esta fórmula ha ido en aumento al paso de los años debido a una serie de factores, principalmente la aparición de malezas que son tolerantes a los herbicidas convencionales esto hace que se requiera el uso de nuevos productos o mayores dosis, generando mayor afectación a la flora y fauna, riesgos en la salud humana y el medio ambiente en general, (Camacho, Herrera, Rincón y Ospina, 2016). Así mismo, esta composición química tiene como objetivo erradicar los cultivos ilegales que afectan tanto a los cultivos alimentarios como a la vida silvestre. (Varona, et al., 2009).

Cuando hablamos de glifosato en fuentes hídricas este herbicida, aunque es soluble y se dispersa fácilmente en las aguas es poco probable que ingrese a las mismas ya que por su composición se adhieren a los compuestos del suelo y no pasa al agua, es tan fuerte dicha unión que incluso es poco probable que esté pueda llegar a la raíz de las plantas. Las partículas de glifosato encontradas en las fuentes hídricas, es proveniente de escorrentía superficial o lixiviación, la pulverización, fumigación intencional o accidental. La solubilidad del glifosato en aguas es de 10.000 mg/L a 15.700 mg/L entre 1 °C a 25°C. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

**Suelo:** dado que el glifosato es fácilmente adsorbido por las partículas o compuestos del suelo, hay poca migración del químico para contaminar las fuentes hídricas (superficial y subterráneas), pero si se adsorbe como se mencionó en el párrafo anterior la situación cambia siendo ligera o libre de partículas, (Quintero, 2020). La verdad se ha demostrado que el glifosato contamina las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas, un claro ejemplo es la contaminación de dos pozos de granjas canadienses por escorrentía, uno por un derrame y el otro de procesamiento

agrícola; las aguas superficiales contaminadas en los Países Bajos; y siete pozos en los Estados Unidos estaban contaminados con partículas de glifosato. (Varona, et al., 2009).

Estas partículas que se sedimentan en el fondo de la columna de agua pueden durar hasta que los microorganismos las descomponen entre 10 días a 12 semanas. Los estudios para el glifosato en aguas están limitados ya que se necesitan métodos muy especializados. (Hidrovo, 2004).

Otra de las afectaciones del glifosato es encontrado en la contaminación en el suelo, es un herbicida constante que es adsorbido por las hojas y transportado a través de la planta hasta llegar a las raíces; un porcentaje del glifosato que fue aplicado queda en las hojas de las plantas y cuando llueve se escurre hasta llegar a aguas subterráneas y superficiales. (Hidrovo, 2004).

El fosfato en aquellas sustancias orgánicas derivadas de los herbicidas con moléculas de ácido fosfórico y las moléculas del glifosato son desafiadas por hallar un lugar de adsorción del suelo, dependiendo de la cantidad de fosfatos en el suelo así mismo va a depender de la adsorción del glifosato. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

Los datos sobre la movilidad y la fijación del glifosato en el suelo son contradictorios. Según la agencia internacional EPA y otras fuentes de investigación, el suelo absorbe fuertemente las partículas de glifosato, incluso en suelos que cuentan con poca materia orgánica y su granulometría es menos. Por lo tanto, aunque es altamente soluble en agua, se considera inmóvil o parcialmente inmóvil, puede permanecer en los horizontes superiores del suelo, no se lixivia fácilmente y tiene un potencial de esorrentía bajo a menos que se absorba en sustancias coloidal o se transporte por esorrentía estas partículas suspendidas en el suelo. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

Varias fuentes de investigación concluyen que ciertos estratos del suelo adsorben fácilmente el glifosato, lo que significa que puede liberarse de las partículas y tener un gran movimiento en el

entorno del suelo. En un suelo, se absorbieron o liberaron 80% de glifosato agregado en dos horas. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

**Aire:** la presencia de partículas de glifosato en el aire se asocia con el transporte durante un corto tiempo o unos minutos después de la aplicación, como el glifosato contiene tensoactivos y aceite mineral, no queda en el aire porque estas sustancias le dan más peso y se evitan el “effect drift” (el cambio de la aspersión por la acción del viento). (Bohórquez y Jesmin, 2020).

Las fuentes no reportan una contaminación significativa del aire ya que la saturación de vapor del glifosato es  $1,84 \times 10^{-7}$  mmHg a  $45^{\circ}\text{C}$  y  $5,0 \times 10^{-5}$  mmHg a  $25^{\circ}\text{C}$  siendo está muy baja, lo que hace que el glifosato permanezca líquido y no pase a estado de vapor muy fácilmente. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

No se reportan afectaciones toxicológicas en los pulmones o las vías respiratorias, se han hallado partículas en el material particulado, lo que esto indica es que el glifosato se transporta por vía aérea como deposición de polvo y no como vapor. (Bohórquez y Jesmin, 2020).

No obstante, se han encontrado partículas de glifosato en alimentos, debido a que el glifosato se transporta una vez aplicado por toda la planta, se pueden encontrar trazas de este ya sea proveniente del uso permitido para los cultivos autorizados en la agricultura como café, frijol frutas entre otras, por la aplicación indirecta y contaminación de los vegetales que estén cerca a los cultivos. (Varona, et al., 2009).

La Comisión Europea encargada de vigilar las normas y políticas con respecto a la agricultura y los alimentos estableció unos límites máximos de residuos para las partículas de glifosato. El LMR es la concentración máxima de residuos de un herbicida o plaguicida que se puede tolerar o estar presente en los alimentos y que los metabolitos pueden degradar, y que no se espera que

represente una amenaza inmediata para la salud. “La Resolución 2906 de 2007 del Ministerio de la Protección Social de Colombia”, establece concentraciones máximas de residuos en alimentos para consumo humano, en los frutos o las hojas de las plantas, (Hidrovo, 2004). A continuación, se enumeran en la Tabla 1, los rangos permisibles son:

<b>ALIMENTO</b>	<b>LMR (mg/kg)</b>	<b>ALIMENTO</b>	<b>LMR (mg/kg)</b>
<b>Banano</b>	0,05	<b>Semillas de algodón</b>	40,0
<b>Carne de mamíferos</b>	0,05	<b>Semillas de girasol</b>	7,0
<b>Carne de aves</b>	0,05	<b>Semillas de colza</b>	20,0
<b>Caña de azúcar</b>	2,0	<b>Soja seca</b>	20,0
<b>Cereal en grano</b>	30,0	<b>Forraje seco de alfalfa</b>	500,0
<b>Frijoles secos</b>	2,0	<b>Forraje seco de frijol</b>	200,0
<b>Guisantes (arveja seca)</b>	5,0	<b>Forraje seco de maiz</b>	150,0
<b>Huevos</b>	0,05	<b>Productos cárnicos comestibles de aves de corral</b>	0,5
<b>Maiz</b>	5,0	<b>Productos cárnicos comestibles de mamíferos</b>	5,0
<b>Productos cárnicos comestibles de porcino</b>	0,5	<b>Salvado de trigo</b>	20,0

*Tabla 1. Límites máximos de residuos en alimentos para consumo humano*

*Fuente. (Bohórquez y Jesmin, 2020), (Hidrovo, 2004).*

### **3.1 Afectación a la salud medio ambiental a causa del glifosato**

Una de las consecuencias de los cultivos ilegales en las distintas zonas de Colombia, es debido a que los bosques primarios y secundarios han sido talados para nuevos cultivos ilícitos, se puede calcular que la relación es de 1 a 4 debido que, por cada hectárea de árboles de coca plantados, se talan cuatro hectáreas de bosque, dando como indicador un 30% de deforestación en Colombia dado a estos cultivos. (Martínez y Ospina, 2015). Sumando a esta problemática la aspersión realizada en fumigaciones por glifosato a estos cultivos buscando erradicarlos, logrando así que este se bioacumule en los suelos, quedando no aptos para labores agrícolas.

Las dosis de glifosato que son arrastradas por el viento generan afectaciones en la fauna y flora a más de 20 metros del lugar donde fue aplicado el herbicida; Los impactos cambian dependiendo de la gorma de aspersión puede ser directamente en el suelo o aérea, interfiere la dirección del viento. En las aplicaciones terrestres se han hallado partículas de glifosato a 400 metros del lugar de aspersión, en el caso de la aplicación aérea bien sea por medio de helicóptero o avión se han hallado residuos del herbicida a 800 metros, una de las mayores distancias estudiadas. (Nivia. E, 2000).

Alrededor del año 1970, en Colombia eran limitados los cultivos de coca. La industria en sí comenzó a mediados de la década de los setenta, cuando las ganancias de este cultivo excedieron el de la marihuana. Las primeras plantas de coca aparecen en las áreas coloniales de los llanos orientales y la cuenca amazónica, especialmente en las regiones del Guaviare y el Caguán. En los últimos años, la intensificación de las fumigaciones y la creciente migración de la población han creado una nueva dinámica en la distribución geográfica de los cultivos. El departamento del Putumayo se destaca entre los años 1991 y 1999 donde las hectáreas cultivadas con coca crecieron 2.481%. (Osorio, 2003).

Se puede argumentar fácilmente que, si el cultivo y la producción de pasta base de cocaína hacen un uso indiscriminado de plaguicidas y otros insumos agrícolas y precursores químicos, entonces estas actividades pueden ser las que generen los efectos negativos para la salud y el medio ambiente observadas por los investigadores en el campo. En resumen, la mayor parte de la evidencia (anecdótica, del trabajo de campo y empírica) está plagada de problemas de endogeneidad y variables omitidas que dificultan llegar a conclusiones causales con respecto a los efectos de las campañas de fumigación en los resultados de salud. (Camacho y Mejía, 2017).

#### 4. ESTADO DEL ARTE

En el estado del arte se van a analizar los estudios realizados en otros países diferentes a Colombia, estudios regionales y local en Colombia, acerca del glifosato verificando si existe un hilo conductor en los estudios realizados sobre el químico.

A nivel global no se han realizado mayores estudios con respecto a los impactos que genera el uso del glifosato, sin embargo, en la unión europea especialmente en España se planteó la prohibición del glifosato en los cultivos como control de malezas, evaluando los costos con los métodos actuales y llegando a un acuerdo según el impacto económico que se pudiese ocasionar implementando la agricultura de conservación. (Martínez y Pardo, 2019). En este estudio se propusieron tres métodos:

- **Tratamiento de Herbicidas sin Glifosato:** Consiste en combinar diferentes grupos de herbicidas que eviten la repetición del mismo mecanismo de acción. Se proponen tres programas alternativos de herbicidas en este escenario de gestión de productos químicos con diferentes tratamientos (T1, T2 y T3) y diferentes dosis. Propuesta por aplicación tres veces al año. Sin embargo, es posible que se requieran aplicaciones adicionales para complementar un ingrediente activo tan potente como el glifosato, por lo que los datos calculados aquí generan aumento de los costos laborales y maquinaria para este escenario. (Martínez y Pardo, 2019).
- **Control Mecánico:** Los controles químicos son parcial o totalmente reemplazados por controles mecánicos. Esta opción considera labranza mínima y labranza convencional. En el control químico parcial se mantiene aumentando la labranza superficial para eliminar las malezas entre las hileras; el equipo especial requerido consiste en un cultivador y el mismo rociador que en el escenario básico de aplicación de herbicidas

en hilera, los herbicidas corresponden a los ingredientes más económicos obtenidos en el escenario anterior. (Martínez y Pardo, 2019).

En un sistema tradicional, se elimina completamente el control químico, reemplazándolo por control mecánico. La máquina requerida consta del mismo cultivador que se usa en el escenario de cultivo mínimo para el control de malezas entre hileras, y un cultivador rotativo de eje vertical que puede retraerse al contacto con los árboles para el control mecánico en hilera. (Martínez y Pardo, 2019).

- **Coberturas Vegetales:** Con este tratamiento se protege el suelo de la erosión hídrica provocada por la lluvia. Sin embargo, estas cubiertas deben ser controladas porque suelen competir con las plantas leñosas por agua y nutrientes; los beneficios de los techos verdes se pueden lograr con techos naturales que se controlan mecánicamente. Se requiere una sierra desbrozadora para la gestión entre hileras. Para la siembra de las semillas, es necesario utilizar una sembradora y una rastra de dientes flexibles. (Martínez y Pardo, 2019).

El objetivo de este estudio era dar a conocer si la prohibición del glifosato tendría un impacto negativo en los factores económicos al adoptar una agricultura sostenible aplicada en España, como resultado concluyeron que aumenta el tiempo y mano de obra, también reduce la viabilidad económica de los sistemas de conservación. Estos efectos negativos son particularmente importantes para los cultivos, ya que el sistema tradicional es más rentable que el sistema de conservación; hay alternativas a las plantaciones de árboles que también mantendrían la rentabilidad en comparación con la agricultura tradicional, incluso si los agricultores sufrieran pérdidas financieras significativas. Los resultados sugieren que se deben realizar más esfuerzos institucionales para evaluar los efectos ambientales negativos y también para promover la



búsqueda de soluciones técnicas que permitan a los agricultores adaptarse a las nuevas condiciones, apoyando sistemas de producción sostenibles a largo plazo. (Martínez y Pardo, 2019).

**Estudio epidemiológico:** según Varona et al (2009) afirma que “El Ministerio de la Protección Social, como autoridad competente en esta materia, propone un estudio conjunto con el Instituto Nacional de Salud”, donde buscaban la recolección de evidencias epidemiológicas para comprender mejor el uso de la mezcla aplicada, que pueden tener consecuencias graves en la salud de las personas. (Varona et al., 2009).

Las personas que participan en los programas de erradicación mediante aspersión aérea o terrestre en los cultivos que usan glifosato y que desarrollaron imágenes clínicas que muestran el grado de exposición a pesticidas dentro de los cinco días posteriores a la fumigación aérea fueron diagnosticadas por un médico y tenían un historial claro de antecedentes de exposición. (Varona et al., 2009).

Los datos de vigilancia epidemiológica mostraron que la enfermedad se presentó con mayor frecuencia en menores de 14 años en la población femenina, caracterizada por desnutrición y lesiones cutáneas. Pero toda esta información está respaldada por una revisión metodológica de estudios de riesgo realizados por la agencia internacional de protección ambiental (EPA) en Estados Unidos. (Camacho y Mejía, 2017).

En Colombia se ha propuesto un acuerdo de paz para mitigar el impacto ambiental que genera del uso de glifosato en los diferentes cultivos especialmente los ilícitos, debido a que esto ha ocasionado ataques de guerrillas y paramilitares, ya que el país no ha podido restaurar la autoridad en varias áreas vulnerables en los últimos años. La paz en Colombia no se puede garantizar solo luchando contra el narcotráfico, ya que carece de seguridad y desarrollo en

diferentes partes del país, aunque la erradicación de drogas a gran escala sigue siendo el principal objetivo de Colombia. La policía antinarcoóticos liderada por Estados Unidos en decidió, aunque de manera ineficiente y costosa, confirmar el objetivo propuesto anteriormente en un diálogo de alto nivel en octubre de 2019, donde el compromiso es que para el 2023 los cultivos de coca deberían reducirse en un 50%, el mismo objetivo propuesto al inicio del Plan Colombia. (Report, 2020).

En términos de erradicación, Colombia es el único país que produce grandes cantidades de las tres principales sustancias psicoactivas: cannabis, heroína y cocaína. El clima y la geografía del país son ideales puesto que los tres cultivos ilegales prosperan en un clima subtropical con montañas, terrenos inaccesibles y ríos que desembocan en el mar. Además, gran parte de Colombia tiene poca o ninguna presencia efectiva del gobierno, lo que proporciona o facilita la producción de estos cultivos y la comercialización de la droga. Ante esto, los cultivos ilícitos fueron erradicados con fumigaciones aéreas del herbicida glifosato entre 2000 y 2008, llegando a erradicar alrededor de 1,15 millones de hectáreas, pero esta solución solo detuvo el proceso de siembra porque solo traslada los cultivos a otros lugares. (Report, 2020).

Con esto en mente, los Estados Unidos indica que el gobierno nacional y las FARC consideran que muchas zonas con altos niveles de pobreza son las más afectadas debido a que el único medio de subsistir se debe a la siembra de cultivos ilegales y la venta de diferentes drogas, ya que el narcotráfico reduce los derechos y libertades de las mujeres. Formas que conducen a la violencia, trata de personas, abuso sexual, etc. y de alguna manera financian el conflicto en el país. (De la Calle, Barreras, Márquez, Catatumbo y Alape, 2016).

#### **4.1 Antecedentes históricos**

La historia del glifosato sus inicios se dan hacia el año 1970 cuando el científico estadounidense John Franz, descubre la molécula del glifosato, es un herbicida utilizado en distintos países para erradicar los cultivos ilícitos. Está patentado por Monsanto con el nombre comercial Roundup, para el año 1974, se lanza al mercado el primer herbicida comercial con glifosato como ingrediente activo, en este mismo año se da la primera venta en Malasia para el tratamiento de caucho y control de malezas en campos de trigo en Gran Bretaña. (Pengue, 2003).

Los primeros usos del glifosato en Colombia fueron denotados en el año 1984 cuando el presidente electo en ese entonces Belisario Betancur autorizó su uso para el cultivo de marihuana, en el mandato de Cesar Gaviria para el año 1992 se crea el programa conocido como (PECIG); durante el mes de enero de este mismo año el Consejo Nacional de Estupefacientes aprobó la aspersión aérea regulada con glifosato en los cultivos de coca. (Sicard et al., 2005).

La policía de antinarcóticos inicia un plan piloto para la aspersión terrestre de cultivos ilícitos en el año 2016 utilizando fumigadoras de aspersión manuales, esto con el fin de reducir los efectos secundarios en flora y fauna; durante el 2018 la multinacional farmacéutica Bayer compra por 63 millones de dólares a la compañía Monsanto su patente del químico glifosato. (Gil y Villalobos, 2015).

#### **4.2 Usos que se le dan al glifosato en la región latinoamericana**

En países vecinos a Colombia donde también se ha visto reflejado la afectación del glifosato por fumigación aérea en cultivos ilícitos podemos encontrar que en su momento estuvieron de acuerdo con el plan Colombia que se implementó en los años 2000, para según el país se pudiera combatir el narcotráfico y el conflicto, en aquel momento no se tenían en cuenta los daños

bilaterales que causaba a la biodiversidad y a la salud debido al uso excesivo de aquel químico muy poco conocido para ese momento como lo es el glifosato. (UNODC, 2017).

Los países como Ecuador, Venezuela, Perú, Brasil y Argentina utilizan el glifosato como una alternativa para eliminar las malezas en los diferentes cultivos, siendo estos países pioneros en el uso del herbicida debido a que no cuentan con restricciones de consumo, los agricultores lo pueden adquirir fácilmente. Aumenta la producción de las siembras y es altamente efectivo.

#### **4.3 Fuentes de contaminación generales**

las principales afectaciones del uso del glifosato en cada uno de los componentes ambientales, no solo para eliminar los cultivos de coca, si no en diversos cultivos y como es su transporte y permanencia para llegar a cada uno de los medios y generar afectación de este.

El glifosato se aplica por vía foliar, pero parte del rocío generalmente llega hasta el suelo. Durante la degradación de la molécula original de glifosato parece tener lugar en el suelo en un corto periodo de tiempo y se dice que debe considerarse inofensivo ya que se inactiva rápidamente, sin embargo, este comportamiento puede variar según el tipo de suelo. (Pedemonte, 2017).

Como se ha mencionado anteriormente el glifosato se adhiere con fuerza a las partículas del suelo, tiene poca probabilidad que se transporte por medio del suelo al agua, a menos que la escorrentía lave el suelo y sea transportado por escorrentía superficial, incluso después de este proceso suele seguir adheridas las partículas a la capa superficial del suelo, quedando así no apto para que llegue a las plantas. (Pedemonte, 2017).

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La preocupación sobre el glifosato aumenta con rapidez debido a que la gran mayoría de los herbicidas tienen como componente principal activo a base de glifosato, ocasiona efectos tóxicos e intranquilidad en la salud de la población debido a sus graves consecuencias cuando hay exposición al químico, y causas en diferentes especies que han tenido contacto con esta sustancia debido a malformaciones y otros tipos de problemas que se ha venido presentando.

En Colombia el glifosato es usado como herbicida en los diversos cultivos, se usa también como conservación de semillas o también conocido como semillas transgénicas, en cultivos como la caña de azúcar su usa un esquema de aspersión aérea para acelerar su maduración y en la erradicación de cultivos ilegales todo ordenado por el gobierno Nacional, se ha producido un incremento significativo en la producción agrícola, situación que condujo una gran ampliación del área con cultivos para el consumo humano y animal, lo que ha incentivado al agricultor colombiano de acudir a un mayor uso productos que tienen como componente principal el glifosato.

Con base en lo anterior se busca resolver la siguiente pregunta: ¿es posible encontrar y definir información relacionada con alternativas de solución para la problemática ambiental generada por el uso del glifosato?; este trabajo quiere aportar toda la información relacionada con respecto al glifosato en un mismo documento, encontrando desde las afectaciones que tiene el uso del químico en el medio y en los efectos en la salud humana, y como aplicando algunas alternativas de solución da un giro de cambio a estas problemáticas en el país de Colombia.

## 6. METODOLOGÍA

A continuación, se presentarán el paso a paso que se tuvieron presentes para el desarrollo de la presente monografía, en este sentido se mencionaran los pasos como la revisión de las bases bibliográficas y la caracterización de esta información para entregar una propuesta metodológica como solución a la propuesta estudiada, se dan a conocer las actividades que se tuvieron en cuenta:

**6.1 Recolección de información preliminar:** Se realiza la búsqueda de información, basado en artículos correspondientes al glifosato en Colombia y sus impactos a nivel global, utilizando como fuentes de información bases de datos online que ofrece la universidad del tipo Scopus, Science Direct y principalmente referencias dentro de la bibliografía correspondiente a cada uno de los artículos; los criterios de búsqueda utilizados fueron “Glyphosate” y “Glyphosate en Colombia” entre otras.

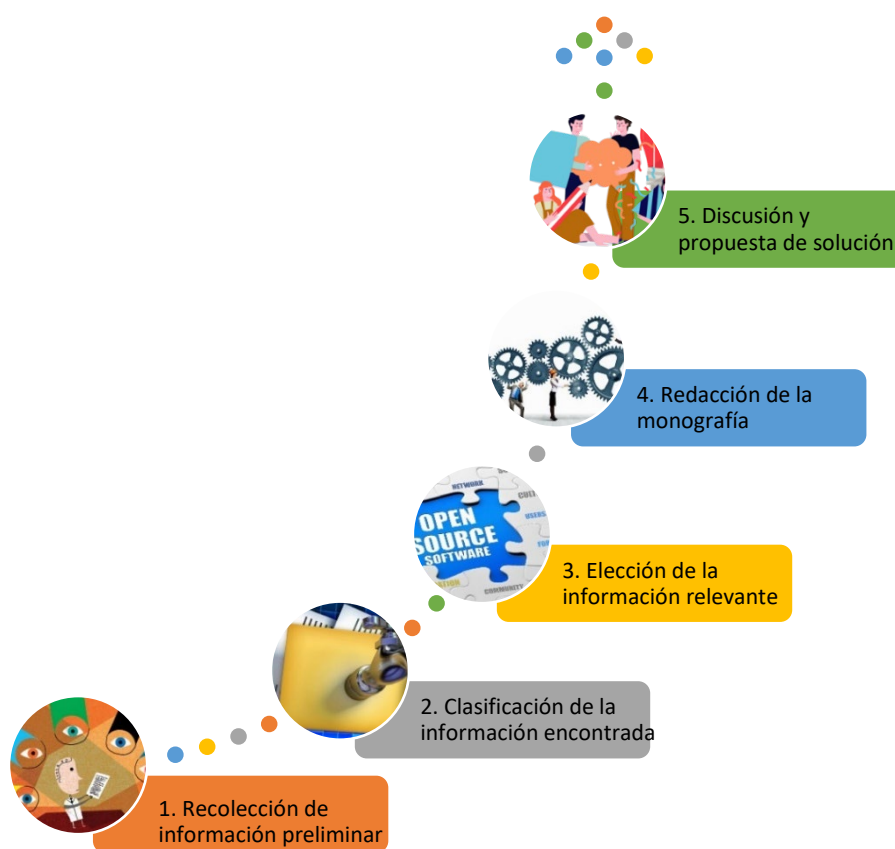
**6.2 Clasificación de la información encontrada:** una vez realizada la recolección de la información, se hace la revisión preliminar, verificando todas las fuentes de información (Artículos, libros, revistas), que basen sus estudios en los impactos y consecuencias ambientales ayudaran a la realización del documento, en la clasificación se identificó que la mayor información obtenida tenía relación con los impactos en los sistemas terrestres.

**6.3 Elección de la información relevante:** Se procede a clasificar la información relevante para definir las alternativas de sustitución en el uso del glifosato en Colombia para los diversos cultivos agrícolas, establecer los medios de movilización del contaminante, impactos, consecuencias ambientales y realizar un paralelo con la actualidad en Colombia.

**6.4 Redacción de la Monografía:** Se construye el documento a partir de la revisión y del estado del arte en forma de capítulos en los que se busca mantener y plasmar la

información encontrada de acuerdo con la temática de interés y dar cumplimiento a los objetivos.

**6.5 Discusión y propuesta de solución:** A partir de la identificación de los impactos, usos del glifosato y posibles alternativas de solución a la problemática abordada, se toma la decisión de seleccionar el más viable económicamente. En la ilustración 1 se plasma el desarrollo de la metodología mencionada anteriormente:



*Ilustración 1. Paso a paso para el desarrollo de la monografía*

*Fuente: Elaboración propia*

## 7. RESULTADOS

**7.1 Construcción base de datos:** se realizó la búsqueda de artículos en las diferentes plataformas o recursos virtuales empleados por la universidad, se construyó una hoja de cálculo en Excel en donde se agregaron las referencias consultadas en una columna como opción de búsqueda, la consulta con palabras claves como glifosato, glifosato en Colombia, cultivos ilícitos etc. Después en las siguientes columnas se toma registro del nombre del artículo y de la URL donde se encuentra la información y se especifica de qué base de datos fue tomada la referencia; no se tuvieron presentes alguna combinación o formulación en las columnas dentro de la hoja de cálculo, debido a que era importante realizar la revisión manual de cada artículo.

A continuación, podemos evidenciar la construcción de la base de datos en la hoja de cálculo con un ejemplo del diseño de esta:

Opción de Búsqueda	Base de Datos	No. Artículos	Título	URL	Glifosato	Impactos Ambientales (Componentes)	Derivados del Glifosato	Usos del Glifosato	SI	NO
Glifosato	Scopus	1	Evaluación fitotóxica y citogenotóxica del glifosato en <i>Lactuca sativa</i> L.	<a href="https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85126685551&amp;origin=resultslist&amp;ort=plf-f&amp;src=s&amp;st1=glifosato&amp;sid=3">https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85126685551&amp;origin=resultslist&amp;ort=plf-f&amp;src=s&amp;st1=glifosato&amp;sid=3</a>	X	X		X		
Glifosato	Science Direct	1	Especies invasoras versus contaminantes.	<a href="https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0147651320306333">https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0147651320306333</a>	X		X			

**Tabla 2.** Búsqueda de base de datos

**Fuente.** Elaboración propia



**7.2 Filtrado de los artículos:** después de tener la base de datos consolidada se empieza con un filtrado para clasificar los artículos de gran relevancia para realizar la monografía, para ello se tuvieron presentes cuatro criterios de selección: dos como principales que incluyeran las palabras “glifosato e impactos ambientales” y dos como alternos “derivados del glifosato y usos del glifosato” todos importantes dentro del desarrollo del proyecto, se tuvieron presente por lo siguiente:

- Glifosato: importante ya que es el tema principal sobre el cual aborda el proyecto.
- Impactos ambientales (componentes): es importante identificar el alcance del químico en cada uno de sus componentes, aire, suelo, agua, etc. Como queremos buscar alternativas es importante conocer los alcances en el ambiente.
- Derivados del glifosato debido a que el glifosato no solo es encontrado en herbicidas, tiene derivados mutantes que afectan las alternativas de solución.
- Usos del glifosato esto va de la mano a los impactos ya que el glifosato es usado en los diferentes cultivos y es importante conocer el comportamiento en los diferentes ecosistemas.

Para seleccionar el artículo como aceptable, se tenían en cuenta tres condiciones establecidas:

- a) Cumplimiento de los cuatro criterios establecidos,
- b) Cumplimiento de mínimo dos criterios principales y
- c) Cumplimiento o inclusión de tres de los cuatro criterios generales.

**7.3 Bases de datos utilizadas:** Se realiza la búsqueda de los artículos en bases de datos que brinda la biblioteca virtual de la universidad Antonio Nariño, las cuales fueron Scopus y Science Direct no se utilizaron más bases de datos de la biblioteca debido a que en estas

no se encontraba información sobre el tema de interés, se procedió a utilizar artículos de bases de datos tales como Google académico y para completar el número de artículos requeridos para el desarrollo de la monografías se usaron referencias de referencias fueron denominadas así en la tabla de cálculo registrada en Excel, están se utilizaron de las referencias de los artículos ya seleccionados de los otros medios de búsqueda mencionados anteriormente, como en este no se toma como búsqueda un tema en específico es por este motivo que no aplica un tema o palabra clave al momento de buscar el artículo de interés.

**7.4 Descripción de resultados de base de datos consultadas:** en la siguiente tabla se dan a conocer los resultados que permitirán el desarrollo de la investigación seleccionada:

Tema de búsqueda	Base de datos utilizada	Resultados de búsqueda	Filtro		Aplica a la investigación
Glifosato	Scopus	87	Criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Glifosato</li> <li>● Impactos ambientales (componentes)</li> <li>● Derivados del glifosato</li> <li>● Usos del glifosato</li> </ul>	16
	Science Direct	42			8
	Google Académico	29			13
Glifosato en Colombia	Scopus	7	Criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Glifosato</li> <li>● Impactos ambientales (componentes)</li> <li>● Derivados del glifosato</li> <li>● Usos del glifosato</li> </ul>	5
	Science Direct	2			0
	Google Académico	2			2

No aplica	Referencia de artículos	22	Criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Glifosato</li> <li>● Impactos ambientales (componentes)</li> <li>● Derivados del glifosato</li> <li>● Usos del glifosato</li> </ul>	15
-----------	-------------------------	----	-----------	--	----

**Tabla 3.** Descripción de búsqueda en bases de datos

**Fuente:** Elaboración propia

**7.5 Redacción de la monografía:** enseguida se presentará el paso a paso para la redacción de la monografía; por medio de capítulos se dará a conocer el cuerpo del documento, los cuales tendrán una estructura conceptual, en la que se describen los temas principales y se desarrollen los conceptos asociados al objeto de estudio. A continuación, se nombran y se explican brevemente los capítulos:

- ❖ Capítulo 1. Historia del glifosato: en este capítulo se describen los antecedentes y acontecimientos que marcan la historia del glifosato desde sus inicios hasta la actualidad en Colombia, teniendo presente su trayecto e impactos generados.
- ❖ Capítulo 2. Glifosato en Latinoamérica: en este capítulo se describe como la aprobación del plan Colombia afectó a los países vecinos con el uso del glifosato para erradicación de cultivos ilegales y también cómo estos países utilizan el glifosato para diferentes cultivos.
- ❖ Capítulo 3. Fuentes de contaminación e impactos ambientales (Componentes): en este capítulo se aborda principalmente los emisores contaminantes a los diferentes ecosistemas, su permanencia en cada uno de ellos y los efectos ambientales adversos que genera el uso del glifosato.

- ❖ Capítulo 4. Propuestas de solución a los impactos: en este capítulo se tratan de las soluciones que se han propuesto a nivel global y nacional para mitigar los impactos generados de los cuales fueron tratados en el capítulo anterior.

## **CAPÍTULO I. HISTORIA DEL GLIFOSATO EN COLOMBIA**

La historia del glifosato sus inicios se dan hacia el año 1970 cuando el científico estadounidense John Franz, descubre la molécula del glifosato cuya sustancia responde al nombre genérico de N-fosfonometil glicina, Franz estaba probando varios compuestos químicos que fueran potenciales agentes descalcificadores de agua en la compañía de Monsanto donde laboraba para este año, fue allí donde hallo el potencial que tenía el glifosato con las plantas perennes (son aquellas que durante la primera temporada no completan su ciclo, pero luego pueden vivir muchos años), gracias a este descubrimiento le dieron un reconocimiento al científico John Franz quien recibió la medalla nacional de tecnología para el año 1987 siendo una de las máximas distinciones lograda en la tecnología de los Estados Unidos. (Salazar y Aldana, 2011).

El glifosato es un herbicida utilizado en distintos países para erradicar los cultivos ilícitos. Está patentado por Monsanto con el nombre comercial Roundup y consta de 80 g/L de la sal de isopropilamina de N-fosfonometilglicina. Los herbicidas son utilizados a nivel mundial para eliminar las malezas de los cultivos, el glifosato es uno de ellos; Sus usos incluyen agricultura, industria, horticultura ornamental y control de malezas residenciales. Esta fórmula está comercialmente en más de 100 países y es utilizado en mas 60 cultivos. (Varona et al., 2009).

Monsanto patentó el glifosato para el año 1974, se lanza al mercado el primer herbicida comercial con glifosato como ingrediente activo, en este mismo año se da la primera venta en Malasia para el tratamiento de caucho y control de malezas en campos de trigo en Gran Bretaña,

el uso de este herbicida es aprobado para ser utilizado industrialmente por Estados Unidos (Pengue, 2003).

Los primeros usos del glifosato en Colombia fueron denotados en el año 1984 cuando el presidente electo en ese entonces Belisario Betancur autorizó su uso para el cultivo de marihuana, en este año estaba en auge el consumo de esta sustancia en el país y por ende aumentaba el narcotráfico y la crisis del mismo y optó esta medida para bajar los niveles en sus cultivos, se realizó una operación experimental mediante aspersión aérea en la sierra nevada de Santa Marta; durante su uso se evidencio que era un herbicida factible en la disminución de malezas en los monocultivos tales como arroz, algodón, maíz, soja entre otros y fue así que se implementó a gran escala para el exterminio de cultivos ilegales como la planta de coca. (Olasolo, 2015).

En el mandato de Cesar Gaviria para el año 1992 se crea el programa conocido como (PECIG); durante el mes de enero de este mismo año el Consejo Nacional de Estupefacientes aprobó la aspersión aérea regulada con glifosato en los cultivos de coca, después de realizar un análisis con diferentes herbicidas y haber llegado a la conclusión que era el más efectivo contra la planta de coca, basado en análisis realizados en laboratorios donde se realizaron análisis con diferentes compuestos. (Sicard et al., 2005).

El plan Colombia fue creado para dar respuesta a los conflictos internos del país. Nace en el año 1999 el cual hizo parte de una época donde el narcotráfico estaba en aumento y el accionar guerrillero en auge en algunos departamentos, esto hizo que Estados Unidos sellará el acuerdo de participación dentro del plan Colombia para combatir el narcotráfico de droga y luchar contra los grupos de paramilitares; convirtiéndose el glifosato en una de las estrategias centrales y este

empezó a ser proveído por este país, al igual que las avionetas que serían usadas para la aspersión aérea. (González, 2006).

Durante el plan Colombia entre los años 2000 y 2015 se recibieron más de 10000 millones de dólares en aportes de parte de Estados Unidos, esto con el fin debilitar la economía del narcotráfico y el financiamiento a las FARC, pero se evidenció un resultado negativo con respecto a lo esperado por los dos países, durante este periodo se incrementaron las denuncias por los impactos ambientales que afectó los cultivos, las fuentes hídricas y además a la salud de la población, producto de la aspersión aérea con el herbicida en departamentos como el Caquetá y Putumayo en Colombia; además, han habido denuncias por la falta de compromiso del estado de exterminar solo cultivos de más de 4 hectáreas, pero esta práctica ha tenido poco efecto en el rendimiento por la expansión de los cultivos. También se constató el alto costo de los derechos humanos, dado el incremento en el número de migrantes que huyen a países vecinos, especialmente a Ecuador se estima que 4 millones de personas han llegado a este país; por otro lado, la aspersión aérea sobre unas 987000 hectáreas durante los últimos 8 años, no tuvieron efecto en el rendimiento, ya que se duplicó el área de cultivo de coca (González, 2006).

La empresa Monsanto quien patentó la molécula de glifosato en los años setenta, para el año 2000 expira esa patente, sin tener una patente puede usarse el químico sin permiso de la compañía y de forma gratuita ya que no tenía cómo certificar que era propiedad de la compañía, pero no fue así al ser una marca reconocida comercialmente a nivel mundial; para el año 2001 en el mes de noviembre, se dicta la “Resolución 1065, del Ministerio de Ambiente” creada para la gestión ambiental de los PECIG, para evaluar, implementar, disminuir y corregir los posibles efectos causados por el uso del glifosato; esta resolución se ejecutaba partiendo de la “Resolución 1054

del 2003” creada con el fin de vigilar las actividades desarrolladas por el PECIG. (Solomon, Anadón, Cerdeira, Marshall y Sanín, 2005).

Para el año 2010 la embajada de Estados Unidos deja de proveer glifosato Roundup de la multinacional Monsanto a la policía antinarcoóticos de Colombia esta decisión por parte del país americano fue tomada debido a que no se obtuvieron resultados al plan desarrollado pero el costo empleado fue muy alto; en el año 2011 Inicia el plan de nacionalización del glifosato, donde Colombia empieza a comprar el herbicida con su plata. Se completa la primera licitación por 11000 millones con un privado; continuando ya para el año 2015 El consejo nacional de estupefacientes suspende las fumigaciones aéreas en los cultivos ilícitos con glifosato. (Bolaños, 2016).

La policía de antinarcoóticos inicia un plan piloto para la aspersión terrestre de cultivos ilícitos en el año 2016 utilizando fumigadoras de aspersión manuales, esto con el fin de reducir los efectos secundarios en flora y fauna; durante el 2018 la multinacional farmacéutica Bayer compra por 63 millones de dólares a la compañía Monsanto su patente del químico glifosato y para el año 2021 Mediante el decreto 380, el gobierno Duque busca reactivar la aspersión aérea; enfatizó para este año que el narcotráfico del país era un depredador del medio ambiente y un depredador de las instituciones, es necesario combatir este fenómeno para fomentar el rechazo público a los impactos sociales y de salud ocasionados por el cultivo sustancias psicoactivas, se creía que la mejor manera de hacerlo era restableciendo la aspersión aérea debido a su exterminio masivo de la planta (Gil y Villalobos, 2015).

Bayer anunció que desde 2023 no venderá productos con glifosato para jardinería en Estados Unidos. hoy enfrenta múltiples demandas por el químico; una de ellas fue la que enfrentó para el año 2016 donde fue acusado el grupo Bayer por engañar a los usuarios, al no incluir en sus

etiquetas advertencias de uso y seguridad de este, donde indicaba que el glifosato era inofensivo para la salud, por el cual fue condenado y debió pagar 25 millones de dólares como indemnización para el año 2019. (Pol, Hupffer y Figueiredo, 2021).

## CAPÍTULO II

### GLIFOSATO EN LATINOAMÉRICA

En este capítulo se describe como es el principal uso del glifosato en los diferentes cultivos en Latinoamérica y cómo esto altera el medio ambiente y también cómo desde Colombia el uso del glifosato afecto estos países vecinos.

En países vecinos a Colombia donde también se ha visto reflejado la afectación del glifosato por fumigación aérea en cultivos ilícitos podemos encontrar que en su momento estuvieron de acuerdo con el plan Colombia que se implementó en los años 2000, para según el país se pudiera combatir el narcotráfico y el conflicto, en aquel momento no se tenían en cuenta los daños bilaterales que causaba a la biodiversidad y a la salud debido al uso excesivo de aquel químico muy poco conocido para ese momento como lo es el glifosato. (UNODC, 2017).

A continuación, se describe cómo fue recibido por parte de los países vecinos el plan Colombia, adicionalmente si se da un uso diferente al glifosato de erradicar cultivos ilícitos como se planteó inicialmente:

- ❖ **Impacto en Ecuador:** Cuando se implementó el Plan Colombia, el presidente Rafael Correa dijo entrando en el año 2000 que los problemas de Colombia surgieron de la creación del Plan Colombia. Esto ha resultado en una escalada de la violencia fronteriza y un aumento de las incursiones de delincuentes y narcotráfico en el distrito ecuatoriano.



También se han presentado crisis humanitarias, desplazamientos forzados y requerimiento de asilo. (Pedemonte, 2017).

En tanto, la población ecuatoriana también se ve afectada por fumigaciones con glifosato en zonas fronterizas por parte de Colombia. Por eso, el entonces presidente Rafael Correa interpuso una demanda contra Colombia en La Haya en 2008 por fumigaciones iniciadas en 2000, contra lo cual finalmente se llegó a un acuerdo bilateral, y Colombia alegó que el glifosato estaba prohibido en Ecuador. No volveré a estar en contacto con Borden. También pagará a Ecuador \$15 millones. Desde entonces, el país ha retirado sus reclamos. (Pedemonte, 2017).

El glifosato se introdujo en Ecuador a fines de la década de 1980 como una alternativa a las restricciones sobre otros herbicidas altamente tóxicos. Hoy, este producto es el herbicida no selectivo más utilizado en el país. El herbicida a base de glifosato es utilizado en Ecuador desde hace aproximadamente 25 años. Su amplia gama de propiedades lo hacen apto para cultivos de largo recorrido como banano, así como cultivos anuales, especialmente arroz, para el mantenimiento de muros y cursos de agua. El uso frecuente ha permitido la aparición de malas hierbas con capacidad de tolerar el químico y tolerar dosis con un crecimiento poblacional significativo. (Pedemonte, 2017).

A diferencia de otros países, hay pocas investigaciones acerca de la molécula que forma el glifosato en Ecuador. aunque a menudo se la denomina sal de isopropilamina. Existen al menos diez marcas comerciales de glifosato en el mercado ecuatoriano, algunas importadas y otras envasadas o elaboradas con materias primas importadas. De estas, pocas empresas internacionales como Syngenta y Monsanto brindan información técnica sobre la composición del producto. Actualmente, existen pocas alternativas de sustitución para el

glifosato usado como herbicida en los cultivos, representa un riesgo alto para la flora en algunos casos genera resistencia o las vuelve tolerantes al químico, puede bajar sus niveles de efectividad en algunos cultivos. Su uso esta dirigido principalmente al control de malezas con largas distancias de siembra; para el procesamiento de muros y cercas de protección y cultivos anuales. El consumo del país se estima en unos cuatro millones de litros anuales, siendo el banano, el cacao y la palma africana los cultivos con herbicidas a base de glifosato más utilizados. (Ríos, Fernández & Collares, 2013).

- ❖ **Impacto en Venezuela:** El mandatario de Venezuela, Hugo Chávez, estudió la implementación del Plan Colombia de manera detallada hacia el año 2000, año de su implementación, mirando el país por medio del equilibrio de dominio. Por ello, reiteró que el Plan Colombia podría generar un impacto en el equilibrio militar debido al apoyo que Colombia recibe de Estados Unidos. Esto ha creado más fricciones entre los dos países y ha escalado la disputa por el Golfo de Venezuela. (Vega, 2016).

La situación en Venezuela es quizás la más complicada la relación entre los dos países puede verse afectada por el conflicto y las diferencias entre el presidente venezolano y el mandatario de Colombia, genera una tensión constante por el conflicto interno que enfrenta el país, un ejemplo es el colapso de la relación con el país ecuatoriano en el año 2008 esto genero una afectación a la economía colombiana debido al apoyo que recibió el país ecuatoriano por parte de Venezuela, esto hizo que también se parara la exportación de materia prima hacia Venezuela alcanzando en dos años aproximadamente un 80%, esto disminuyó el ingreso al país de mas de 5 millones de dólares. (Vega, 2016).

Los cultivos de café pueden presentar afectación en su producción si no se realiza un control de malezas, estas limitan de los recursos y compiten por los nutrientes del suelo,

actuando como reservorio plagas que afecta los cultivos, la interferencia con la fertilización y la cosecha, hasta los efectos negativos de las emisiones. descomposición del sistema radicular o tejido de las malas hierbas causada por compuestos químicos, un fenómeno conocido como alelopatía. Esta mezcla de malezas y cultivos se nota especialmente cuando el café está en los primeros de vida, cuando las malas hierbas se multiplican es porque el desmonte ha dejado gran cantidad de semillas en el suelo y hay poca sombra, lo que puede ralentizar el desarrollo y poner en peligro la productividad. Aproximadamente el 40% de los cafetos se van en pérdida a causa de la variabilidad de malezas que crecen en el cultivo sin medidas, ni controles. (Arizaleta, Anzoalone & Silva, 2008).

La fumigación con herbicidas para control de malezas tiene ventajas relativas sobre otros métodos en términos de eficiencia energética, velocidad, facilidad de uso y clasificación de diferentes grupos de hierbas. En los cultivos de café el glifosato es el herbicida que se utiliza con mayor regularidad, y el menos usado, el herbicida metsulfuron metil, un claro control de los helechos macho. En Venezuela, estos dos herbicidas se han utilizado para el control de hierba en los cultivos de café, pero los efectos de su uso no han sido bien documentados, aunque se necesita este tipo de investigación para comprender el impacto sobre la biodiversidad en los cafetales. vegetación, el efecto del uso frecuente se puede determinar en las diversas poblaciones de malezas. (Arizaleta, Anzoalone & Silva, 2008).

La contaminación de las aguas subterráneas por productos químicos y residuos agrícolas es uno de los impactos que se encuentra en casi todos los países. La contaminación por herbicidas se evidencia en la aplicación de más de lo que las plantas pueden absorber o cuando el agua o el viento los eliminan del suelo, o del estrato principal del suelo antes de ser adsorbido. El exceso de nutrientes puede filtrarse a las fuentes hídricas subterráneas o

filtrarse a los cuerpos de agua superficial. Este exceso de nutrientes hace que los lagos, lagunas y estanques se vuelvan eutróficos y provoque la proliferación de algunas algas hacen que asfixien a otros sistemas como animales acuáticos y plantas. Este es uno de los problemas con el uso de agroquímicos como el glifosato en Venezuela que evaluó la red. Portal de la ONUAA; Por lo tanto, la meta era reemplazar el uso de agroquímicos que envenenan el suelo y las vías fluviales para 2021, pero debido a problemas de pandemia y crisis políticas, la meta fue postergada por el Ministerio de Agricultura del país. (Arizaleta, Anzoalone & Silva, 2008).

- ❖ **Impacto en Brasil:** Brasil no reaccionó positivamente al Plan Colombia, según Vizentini se debe a la larga tradición brasileña de defender el inicio de no participar. En respuesta al plan de Colombia, el gobierno brasileño teme que Estados Unidos pueda intervenir en la frontera amazónica. Brasil implemento un plan de trabajo fronterizo llamado COBRA hacia el año 2000 (para Colombia y Brasil) en respuesta al desbordamiento que podría tener el Plan Colombia en la Amazonía. (Vega, 2016).

El glifosato, el ingrediente activo del herbicida, llegó a Brasil en la década de 1970. Entonces los agricultores comenzaron a adoptar un sistema de desempleo y comenzó una revolución agrícola sin precedentes en el país. (Diagonel, Carriel, De Campos, Vilas & Zanini, 2022).

El glifosato esta en el mercado mundial desde hace mas de 40 años y es el principal liden en ventas a nivel mundial. En Brasil, existen 102 productos técnicos, dos premezclas y 123 a base de glifosato, utilizados para controlas mas de 150 cepas de malezas en los diferentes cultivos café, soja entre otros. 173000 toneladas de glifosato fueron vendidas para el año 2017 en Brasil. (Toni, Santana & Zaja, 2006).

El glifosato está protegido por Bayer, luego de ser vendido por Monsanto quien fue el encargado de vender el herbicida a base de glifosato. Se averiguo con la empresa sobre la reevaluación de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), la degradación toxicológica, los procesos estadounidenses y la prohibición europea. Sin embargo, Bayer solo comentó los dos últimos puntos. En un comunicado, la compañía dijo que apoyaba a los litigantes y su núcleo familiar, pero que la causa de sus enfermedades no era ocasionada por el uso o exposición del glifosato (Nascimento, Marques & Trevisol, 2019).

Se han realizado extensas investigaciones sobre los herbicidas a base de glifosato, alrededor de 800 estudios que han sido revisados por la Agencia internacional de Protección Ambiental (EPA), agencias de la unión europea y otras agencias reguladoras en relación con el registro de esta molécula, durante la revisión de estos estudios llegaron a la conclusión que los herbicidas a base de glifosato no generan afectaciones mayores siempre y cuando se le dé uso según las indicaciones. (Nascimento, Marques & Trevisol, 2019).

- ❖ **Impacto en Perú:** Durante los últimos años el uso de herbicidas y plaguicidas han ido en aumento en Perú, principalmente en actividades agrícolas, pero también en el sector industrial, hogares, horticultura, control de plagas e intervenciones industriales para el control de vectores, etc. (Pedemonte,2017).

El herbicida de mayor venta es el glifosato, por su alta eficiencia y según indicaciones baja toxicidad, comercialmente en Perú se han identificado alrededor de 30 herbicidas como ingrediente activo el glifosato. A pesar, del uso frecuente de este químico, sólo se informó un caso sospechoso de envenenamiento en Perú en 2016, cuando al menos 92 escolares y 3 docentes de una escuela en la región de Ancash (Norte), algunos creen que fue causado por la fumigación con glifosato en los cultivos de caña que quedan cerca del

colegio. Estos campos pertenecen a la empresa Gloria, una de las más grandes de la industria alimentaria peruana. Se inició un ensayo, pero no se determinó de manera concluyente que el glifosato fuera el culpable. (Pedemonte, 2017).

El Minagri implementó un programa nacional de vigilancia para los contaminantes en alimentos, implementado de 2014 a 2015, para conocer la cantidad de residuos de herbicidas que se pueden quedar en los alimentos que son vendidos en el mercado peruano, para luego ser consumidos. No obstante, no se considera el glifosato dentro del programa, sin embargo, en términos de legislación y prohibiciones de los Estados Unidos, en el año 1985 la Agencia clasificó este herbicida como Categoría C, donde se evidencia como posible cancerígeno; cinco años más tarde fue reclasificado a la categoría E (sin evidencia de propiedades cancerígenas en humanos), el cambio se dio a conocer junto con la introducción al mercado de semillas modificadas genéticamente tolerantes al herbicida. La EPA también ha determinado que la exposición repetida a residuos en fuentes hídricas con concentraciones mayores a 0,7 mg/L puede ocasionar enfermedades en los seres humanos. (Pedemonte, 2017).

Perú hasta ahora no ha mostrado intención de restringir el uso de plaguicidas; en cambio, cuenta con medidas para facilitar la importación de plaguicidas al país, que requieren una simple manifestación escrita por parte de los agricultores o sindicatos que utilizan los agroquímicos. (Pedemonte, 2017).

- ❖ **Impacto en Argentina:** La soja es la principal causa del aumento en el uso de plaguicidas en este país. Los cultivos requieren aproximadamente un 46% del total de herbicidas empleados por el campesino, seguido el cultivo de maíz con un 10%, al igual que los

cultivos de girasoles, con menos porcentaje el algodón requiere alrededor de un 7%. El uso de glifosato simboliza el 37% de todos los pesticidas mayormente utilizados para el rendimiento agrícola de Argentina, su valor y adquisición lo convierten en una inversión estratégica en una producción tan dependiente del propio combustible diésel como el gasóleo. (Pengue, 2003).

Monsanto en Estados Unidos realiza una petición a la EPA (Agencia de Protección Ambiental) solicitando el ajuste de la etiqueta de su herbicida Roundup con el fin de incluir recomendaciones específicas para los campesinos que necesitan manejar malezas resistentes a medida que los problemas de control comienzan a reconocerse como malezas asociadas. El competidor Syngenta, posteriormente, aconseja a sus compradores que no usen el herbicida en simbras donde los cultivos adquieren tolerancia al glifosato se debe restringir su uso a no más de dos veces en dos años, se recomienda cambiar de terreno anualmente (Pengue, 2003).

En Argentina, un artículo emitido por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA) informó referente a la posible tolerancia de las hierbas a la cantidad aconsejable del herbicida. Dichas malas hierbas incluyen *Perietaria debilis*, *Petunia axillaris*, etc. El efecto ambiental es forzar un incremento en el uso de herbicidas a corto plazo, y cuando se presenta resistencia, se reemplaza por otro herbicida, prolongando el periodo de intensificación empleada de insumos de los agroecosistemas. (Pengue, 2003).

La consecuencia derivada de la escorrentía en la utilización de herbicidas puede tener impactos universales o específicos sobre la flora, fauna y el medio ambiente en general. Si los bancos de granos se reducen debido a la acción prolongada de los

herbicidas, es posible que se desarrolle un seguimiento suplementario a medida que se desarrollan nuevas especies y comunidades de plantas. Esto significa una compleja modificación del hábitat. Antes de eso, será importante mitigar las consecuencias que ocasionan la desviación, fuga y mal uso de los productos, la mayoría de los cuales nunca llegan a su destino. (Pengue, 2003).

Desde un punto de vista ambiental, se puede concluir que su exposición a altas concentraciones y a la vida rural causará consecuencias negativas directas o indirectas que deben evaluarse de manera autónoma y completa. Si la mayor parte de las plantas silvestres brindan protección, alimentación o criaderos a los insectos benéficos, su desaparición tendrá serias implicaciones para los sistemas integrados de manejo de plagas, que siguen siendo débiles y perduran con una visión más integral de la utilización razonable de los recursos. (Pengue, 2003).

Los impactos ocasionados por el glifosato y otros herbicidas, que afectan particularmente los árboles, son motivo de especial preocupación. En los Estados Unidos, también se ha recomendado que el glifosato disminuye la resistencia al invierno en los bosques y puede afectar la obstrucción a las enfermedades producidas por los hongos. Así mismo se informó que el daño a los arces aumentó después del segundo año consecutivo del método empleado con glifosato. En otras hortalizas, como el trébol, se encontraron reducciones en la implantación de nitrógeno y el aumento al sembrar hasta 120 días después de la aplicación del herbicida. (Pengue, 2003).

En efecto el glifosato comenzó a utilizarse en programas a gran escala para controlar los cultivos de coca, marihuana, amapola o cáñamo puede tener graves consecuencias para el medio ambiente. La gran mayoría de estos cultivos crecen en zonas montañosas ricas



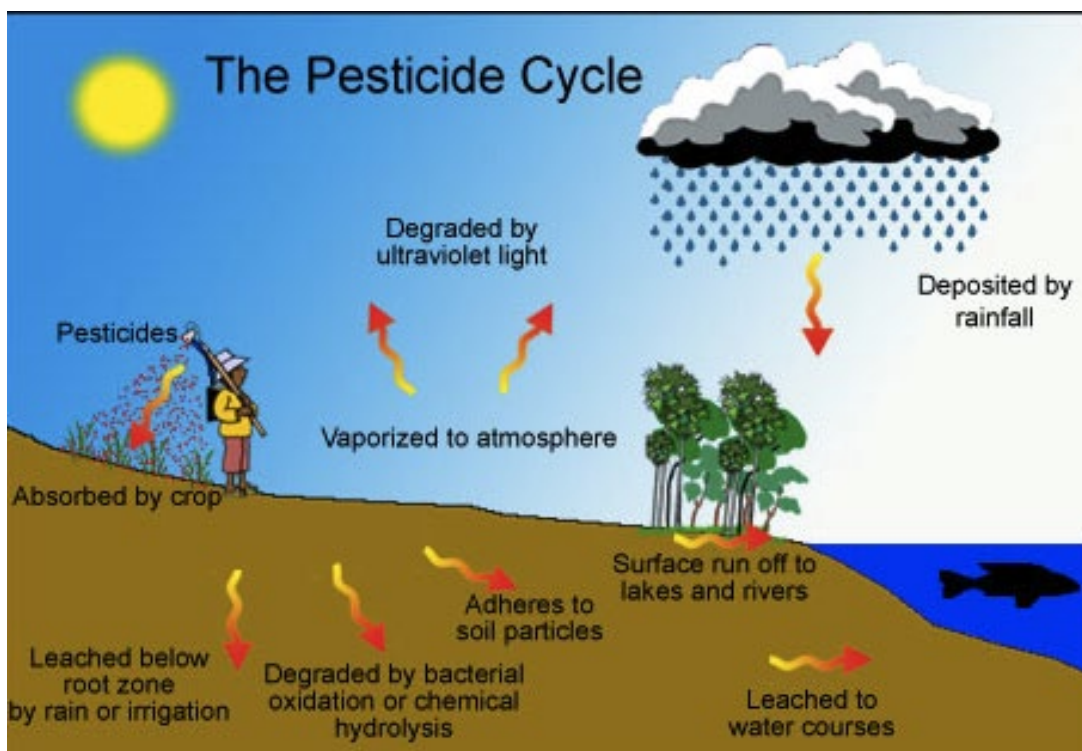
en diversidad biológica e irremediablemente afectan a especies sin propósito cuya subsistencia puede encontrarse gravemente amenazada. De igual forma, plagas que hasta entonces se alimentaban de la biodiversidad circundante al interrumpirse su fuente de abastecimiento pueden trasladarse a los cultivos y así reforzar el ciclo agroquímico al intentar controlarlos con plaguicidas. (Pengue, 2003).

### **CAPÍTULO III**

#### **FUENTES DE CONTAMINACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS DIFERENTES SISTEMAS**

En este capítulo se abordan las principales afectaciones del uso del glifosato en cada uno de los componentes ambientales, no solo para eliminar los cultivos de coca, si no en diversos cultivos y como es su transporte y permanencia para llegar a cada uno de los medios y generar afectación de este.

En la siguiente gráfica se registrada que los pesticidas, herbicidas puedes persistir en el medio ambiente, contaminado los diferentes sistemas suelo, aire y las fuentes hídricas; un estudio realizado por la Universidad Wageningen, el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea y los laboratorios RIKILT —publicado en la revista científica *Science of the Total Environment* (Shroff Ruchi, 2017), se manifestó que al ser un químico que puede ser transportado por corrientes de viento, lluvia y cuerpos de agua, hace que se incremente el riesgo medioambiental en las diferentes zonas que hayan sido expuestas, logrando que el dure más tiempo sus partículas en el medio y llegando así a cumplir un nuevo ciclo en el suelo, a continuación, se muestra en la ilustración 2 el comportamiento del ciclo de los herbicidas.



*Ilustración 2. Ciclo del glifosato en el suelo*

*Fuente:* Graphics: [nile.riverawarenesskit.org](http://nile.riverawarenesskit.org)

### 3.1 Sistema Terrestre

El glifosato se aplica por vía foliar, pero parte del rocío generalmente llega hasta el suelo. Durante la degradación de la molécula original de glifosato parece tener lugar en el suelo en un corto periodo de tiempo y se dice que debe considerarse inofensivo ya que se inactiva rápidamente, sin embargo, este comportamiento puede variar según el tipo de suelo. Los diferentes procesos del suelo como (adsorción y desorción), son los encargados de realizar la distribución del contaminante por los horizontes del suelo y, por tanto, la aparición en diferentes partes del medio ambiente, lo que influye su migración y degradación. La UE indica que el glifosato puede permanecer en el suelo hasta 49 días, eso quiere decir que es persistente en su entorno. (Pedemonte, 2017).

Durante un estudio realizado en suelos españoles se busca analizar el comportamiento de los herbicidas en el suelo, se encontró que la adsorción es el principal proceso encargado de controlar el comportamiento del químico en los suelos, influyen los coloides del suelo, el pH, están relacionados debido a que liberan óxidos de hierro y aluminio. Este proceso es irreversible y lo que hace es generar protección a las partículas del glifosato para que no sea degradado con facilidad. Dando como resultado una fuerte adhesión al suelo, siendo muy soluble en agua y poca persistencia, no se han encontrado residuos después de un mes de aplicación del herbicida. Dado que se ha encontrado que el glifosato tiene alta afinidad por los estratos del suelo, su movilidad es casi nula, disminuyendo la probabilidad de ser lixiviado y trasladado por escorrentía a fuentes de agua. (Pedemonte, 2017).

En comparación con una investigación realizada en argentina, destaco el proceso de adsorción y desorción en la etapa inicial para regular las partículas que quedan en el suelo de herbicidas, la conclusión a la cual llegaron los investigadores es que el menor valor recuperado del herbicida después de la aspersión al suelo se debe principalmente a su adsorción en materia particulada más que a fenómenos de degradación. Esto se debe a que los herbicidas son usados con mayor frecuencia como fertilizantes, dado que el glifosato cuenta con una molécula fosfatada en el proceso de adsorción compite con el fosforo inorgánico encontrada en los coloides del suelo. Puede considerarse una probabilidad de que el herbicida sea lixiviado a las capas internas del suelo, esto debido a que los porcentajes encontrados en el tratamiento de adsorción son altos, por lo tanto, se puede considerar como un posible riesgo de contaminación. (Pedemonte, 2017).

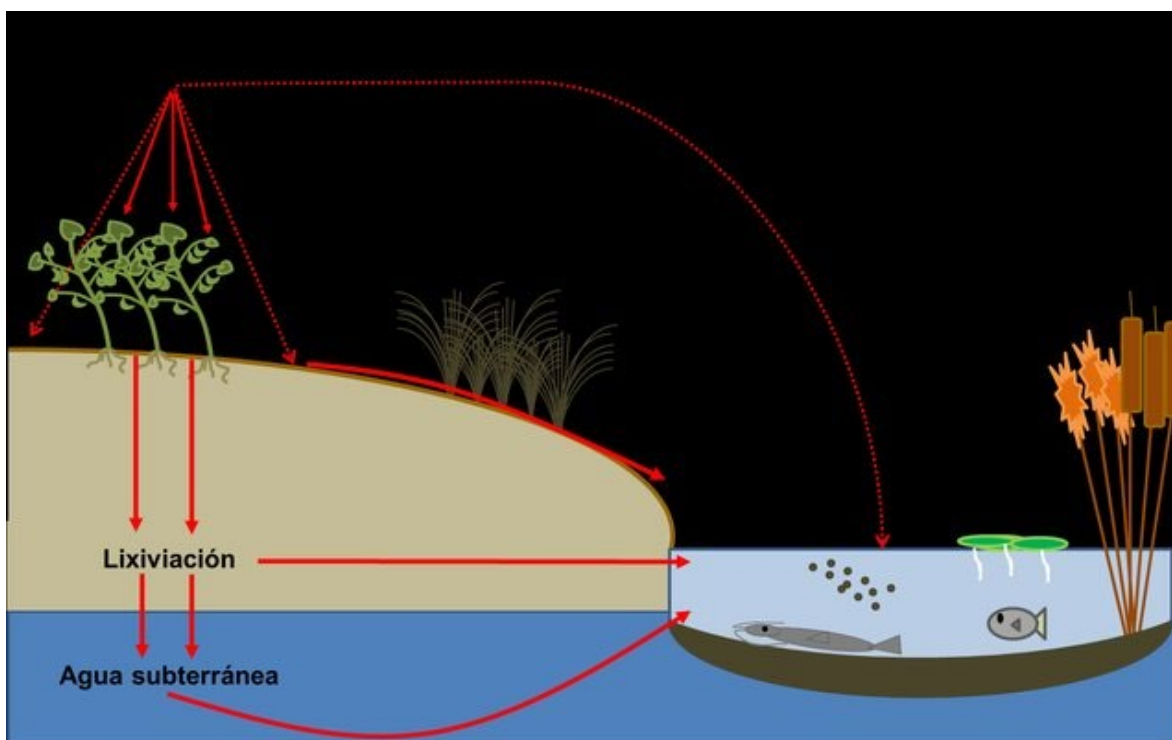
La degradación del glifosato es principalmente microbiana, encabezada por *Pseudomonas* spp. una población que produce la molécula principal del glifosato, conocida como ácido aminometilfosfónico. (Pedemonte, 2017).

### ***3.2 Sistema Hídrico***

Como se ha mencionado anteriormente el glifosato se adhiere con fuerza a las partículas del suelo, tiene poca probabilidad que se transporte por medio del suelo al agua, a menos que la escorrentía lave el suelo y sea transportado por escorrentía superficial, incluso después de este proceso suele seguir adheridas las partículas a la capa superficial del suelo, quedando así no apto para que llegue a las plantas. La mayor parte del glifosato en las fuentes hídricas es proveniente por escorrentía de la superficie de las plantas, de los residuos del rocío directo o indirecto sobre las hojas. (Pedemonte, 2017).

Normalmente el glifosato tiende a volatilizarse en cuerpos hídricos naturales a materia orgánica y arcillas inorgánicas mediante adsorción, descomposición y dilución. Los residuos se adsorben por en el material suspendido que luego son sedimentados en el fondo para poder ser degradados microbianamente, sin embargo, pueden persistir de 12 días a 10 semanas, siendo esta su vida media en el agua. En la gran mayoría de los sistemas marinos, las partículas de sedimentos parecen ser sumideros principalmente de las partículas del glifosato. (Varona et al., 2009).

La degradación hidrolítica favorece el glifosato, un sin número de investigaciones realizadas en sistemas terrestres e hídricos por el método de fotólisis dan como resultado que este herbicida no es fotodegradable. En condiciones ambientales la radiación solar en tampones totalmente estériles a pH de 5 a 9, el proceso de foto degradación obtenido es insignificante y la degradación fue inferior al 1% pasado 30 días. En agua desmineralizada, mantuvo el herbicida sólido con una amplitud y distancia de onda considerable por encima de 400 nm, ocurre lo contrario cuando la longitud y amplitud de la onda son mínimas se degrada más fácilmente por debajo de 254 nm (radiación ultravioleta). También se ha informado que la luz natural promueve la descomposición. (Pedemonte, 2017).



*Ilustración 3. Transporte del glifosato hacia las fuentes hídricas.*

*Fuente. Dispersión ambiental del glifosato. (Pérez, 2017).*

### 3.3 Sistema Aire

No es considerado el glifosato como un contaminante atmosférico o un problema ambiental debido a que no se volatiliza, ya que su columna de presión es  $1,8 \times 10^{-7}$  mmHg, la constante de ley de Henry es  $3 \times 10^{-7}$  mmHg siendo el coeficiente de reparto agua – aire como se encuentra en las propiedades fisicoquímicas. Por lo tanto, la volatilización no es un proceso importante, debido a que los compuestos del glifosato tienen una presión de vapor inferior y, por lo tanto, tienen un riesgo muy bajo de quedar suspendidas en el aire y causar problemas toxicológicos a través de las vías respiratorias. (Pedemonte, 2017).

Cabe señalar que casi todas las formulas conocidas comercialmente a base de glifosato son fáciles de manipular, debido a su solubilidad en agua y sus compuestos químicos son muy sólidos.

A esto se suma la mínima presión de vapor, lo que significa que las partículas del herbicida en los cultivos no son volátiles. (Becerra, Dognani, Alencar, Parizi, Boina, Cabrera & Job 2022).

## CAPÍTULO IV

### PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LOS IMPACTOS

En el siguiente capítulo se abordan las propuestas o alternativas de solución a los impactos generados por el glifosato en diferentes lugares como se mencionó en el capítulo anterior; donde se buscan alternativas de solución y posible sustitución de este químico.

Una de las alternativas propuestas en Latinoamérica para eliminar los cultivos ilícitos sin el uso del método convencional de aspersión aérea por medio de erradicación manual y aspersores de espalda. (Peláez, 2008).

El proyecto fue desarrollado junto con el Ministerio de Defensa, la Policía Nacional Antinarcóticos y el Consejo Superior del Plan para la Presidencia de Colombia. Los resultados hasta el momento han sido exitosos: en el primer mes, los trabajadores empleados fueron 35 y se destruyeron 155 hectáreas de coca y 1 laboratorio. En operaciones posteriores, destruyeron un total de 713 hectáreas y emplearon a 75 exmiembros de grupos armados ilegales y 62 agricultores. (Peláez, 2008).

**Erradicación manual:** Se fundamenta en la destrucción manual de cultivos de coca utilizando la fuerza física humana o palines. La planta es sujeta y arrancada, haciendo que sus raíces se desprendan. Este proceso es 100% efectivo. (Peláez, 2008).

**Erradicación mecánica por aspersor de espalda:** En este método, el herbicida glifosato se utiliza en concentraciones recomendadas por los fabricantes de 10 l/ha. Los operadores reciben capacitación en la aplicación y procesamiento de agroquímicos de acuerdo con el reglamento

sanitario. Recomendado para cultivos donde no es posible la remoción manual por el tamaño de la plántula. (Peláez, 2008).

#### ***4.1 Manejo de malezas sin herbicidas***

El principal desafío que afrontan los agricultores es como realizar el control de las hierbas en los cultivos, especialmente en regiones tropicales donde los campos de cultivos son invadidos por diversas malezas todo el año. En casos extremos si no se realiza un control en el transcurso de las diferentes etapas de producción, estas plantas pueden causar una pérdida total de la cosecha a medida que se toleran que las semillas de estas malezas crezcan, aumentando el número de malezas año tras año. Por lo tanto, los herbicidas son uno de los grupos de pesticidas más utilizados a nivel nacional y mundial. (Muñoz, 2021).

**Semilla de buena calidad:** Asegurarse de que la semilla, así como cultivos u otras semillas se cosechan en campos limpios. Esto es para asegurar que no contenga semillas de malas hierbas contaminantes u otras especies de plantas no deseadas. Algunas malas hierbas se propagan por semillas, causando problemas en los métodos de rendimiento y finalmente requieren el uso de algún herbicida. (Muñoz, 2021).

**Abonos orgánicos:** Se espera que el abono o compost orgánico bien hecho no contenga semillas o malezas (por ejemplo, pedazos de tallo, tubérculos). Para asegurar la calidad se debe conocer su origen o, si se producen en la misma finca, hacerlo correctamente para que la temperatura que alcanza la base durante el compostaje sea suficiente para destruir semillas o impurezas. (Muñoz, 2021).

**Rotación de cultivos:** Es un procedimiento muy importante para mejorar la competencia de cultivos, obliga a realizar cambios en las costumbres convencionales para el control de malezas

cuando se cambia el modelo de cultivo. Esto aumenta la productividad en la totalidad de los cultivos y aumenta considerablemente cuando se realiza rotación de cultivos de diferentes especies o anatomía, como plantas aromáticas, planta de hoja ancha o estrecha, o un cultivo de raíces de una sola hoja. Particularmente en los cultivos se encuentran, malas hierbas, plagas y enfermedades que afectan el crecimiento de la planta y adicionalmente pueden aumentar en cantidad, pero en este tipo de cultivos suelen tenerse más controladas. Cuando se siembra el mismo cultivo en el mismo campo año tras año, las poblaciones de estas plagas crecen hasta salirse de control. (Muñoz, 2021).

**Cultivos mixtos:** El propósito del cultivo mixto es rotar los cultivos al mismo tiempo y lugar. Por lo tanto, las plantas se complementan entre sí y ayudan a luchar contra las malas hierbas creando una cubierta vegetal en el suelo, que impide que las malas hierbas se desarrollen con normalidad y al mismo tiempo es un buen procedimiento para mantener controladas las enfermedades y las plagas en los cultivos. (Ramírez, 2021).

Al igual que en la rotación de cultivos, se busca que las siembras sean lo más diversas posible, teniendo presente sus requerimientos nutricionales, textura, tamaño, estado de rendimiento, etc. Se recomienda, en particular, una planta de tamaño bajo y una planta que se pueda sembrar por etapas para evitar el deslumbramiento; o unas leguminosas y unas gramíneas, o mezclar distintas plantas aromáticas con el cultivo. (Ramírez, 2021).

Tradicionalmente, nuestros agricultores utilizaban estrategias que han funcionado bien porque permite la producción en el mismo terreno y en la misma tierra sembrar varios cultivos, al mismo tiempo reduce el riesgo que el precio baje en el mercado. (Ramírez, 2021).



## ***4.2 Manejo Mecánico***

Mecanizado con herramientas y equipos las máquinas desmalezadoras van desde herramientas manuales básicas como machetes y azadones hasta tractores equipados con rastrillos. (Ramírez, 2021).

**Herramientas manuales:** En el pasado, las malezas se hacían con cuchillos, azadas y palas, antes de que hubiera herbicidas químicos como el glifosato. Todavía tienen su lugar y son muy utilizados en pequeñas empresas y en determinadas situaciones, en grandes sistemas de utilidad y en siembras donde el mercado exige una producción sin el uso de sustancias tóxicas. (Ramírez, 2021).

**Equipos motorizados:** Estos implementos son accionados por motor y van desde recortadoras eléctricas hasta implementos que encajen en los tractores. Tiene como beneficio de cubrir mayores áreas en un corto período de tiempo y es menos contaminante que los herbicidas, pero puede afectar negativamente las propiedades físicas y propias del suelo y disminuir su capacidad para aprovechar los nutrientes. Harrison (1996) afirmó que “Cuando los suelos compactados deben ser cultivados, las técnicas de labranza mínima deben emplearse para la aireación”. Esto mantiene en crecimiento constante de las plantas durante todo el tiempo y permanece el suelo lo menos alterado posible. (Ramírez, 2021).

Asimismo, labrar o rastrillar el suelo es el acto de remover las capas superiores del suelo, perfil en el que residen la mayoría de los granos y germen de malas hierbas, provocando cambios en el banco de semillas y favoreciendo su germinación, lo que puede utilizarse en determinadas situaciones para controlar el crecimiento temprano de malezas. Al usar la recortadora en plantas perennes como el café, los cítricos y otras especies de árboles, el accesorio se puede usar alrededor de la cuchilla o la línea para evitar dañar el tronco. (Ramírez, 2021).

## 8. DISCUSIÓN Y PROPUESTA

Se realiza una breve discusión sobre las alternativas de solución a la afectación ambiental las cuales fueron tratadas en el capítulo 4, teniendo presente cuál es la más viable o asequible a la comunidad.

El uso excesivo del glifosato en los diferentes cultivos hace que aumente el riesgo ambiental promoviendo la necesidad de descontaminar los sistemas hídricos, terrestres y atmosféricos, o buscar una solución que reemplace este químico convencional por una alternativa que pueda implementarse en la agricultura de conservación, y que sea de fácil acceso a los agricultores, teniendo presente que esta afectación se presenta a nivel global; A continuación, se describen los diferentes puntos de vista que ayudaran a dar solución a la problemática, teniendo presente que superar esta problemática se requiere de la intervención de varios factores:

**Responsabilidad Mundial:** Aun cuando en Colombia el glifosato su mayor uso se da en el desarrollo de erradicación de cultivos de coca a gran escala, por campesinos, indígenas y grupos étnicos pobladores de regiones abandonadas por el estado, donde su único recurso económico proviene de la ilegalidad, es complejo dar a conocer a estas comunidades el impacto que ocasiona a los diferentes sistemas ambientales y a la salud, se requiere presencia de las entidades gubernamentales pero también contar con apoyo mutuo a nivel global de los países que utilizan este químico en sus diversos cultivos, exigiendo el cambio de este químico por una alternativa que sea efectiva y no afecte a la población económicamente.

**Normativa:** a nivel nacional existe carencia de normatividad que reglamente el uso de herbicidas, se crea la resolución 9 de 2016 por medio del cual se da la autorización de erradicación mediante la fumigación terrestre a los cultivos de coca, sin embargo no hay una resolución, decreto o ley que indique o limite el uso de glifosato en los diferentes cultivos, esta resolución en Colombia

solo se tiene presente para la plantación de coca; también se encuentra el Decreto 380 del 2021, es el encargado de regular y controlar los efectos en la salud y los sistemas ambientales, de la misma manera solo está basado en el marco de erradicación de cultivos ilícitos, no se tiene presente que el glifosato es encontrado en diferentes herbicidas como componente principal, herbicidas que son implementados para el control de hierbas en cultivos como el maíz, soya, frijol entre otros.

**Alternativa seleccionada:** en el capítulo 4 se describieron varias alternativas de solución, así mismo una de estas es tomada como viable teniendo presente los diferentes puntos de vista a la problemática, desde el ámbito social, ambiental y económico; se trata del abono orgánico, esta alternativa no se toma con fines de eliminar los cultivos de coca, debido a que son cultivos que abarcan hectáreas de terreno, se busca ser implementado en cultivos pequeños de la agricultura convencional de los campesinos; el objetivo de esta alternativa es que el compostaje se pueda realizar desde las fincas, donde se tengan presente la materia orgánica a utilizar para tener el compost aislado de semillas, trozos de tallos, entre otros.

El uso excesivo del glifosato genera erosión, pérdida de los minerales y nutrientes propios del suelo que son beneficiosos para los cultivos, al utilizar abono orgánico hecho en las fincas esta materia orgánica potencializa los nutrientes y microorganismos del suelo logrando así que crezcan cultivos sanos. Esta alternativa no requiere de mayores costos de inversión ya que no se está haciendo uso de elementos sintéticos o derivados, solo requiere un espacio donde se pueda realizar el volteo del compost para mantener su temperatura y donde no se contamine de semillas para que sea un abono limpio.

Como el compostaje casero para obtener abono orgánico, fue la alternativa de solución seleccionada de la cual se habla al inicio en la discusión de los resultados y donde se menciona que

es de fácil acceso y muy económico, a continuación, se describe los materiales y el proceso paso a paso que se para su elaboración:

1. **Preparar el compostador:** Una compostera es solamente una caja o contenedor en el que se añaden las diferentes capas de residuos que componen el abono casero. También se puede usar y reutiliza cualquier recipiente: una caja hecha de madera, un apoyo de tablas de construcción, una maceta o una maceta que no esté en uso y sea de buen tamaño. Cualquier contenedor es adecuado, siempre y cuando quede elevado del suelo no puede estar en contacto con la superficie (Oxfam, 2017).



*Ilustración 4. Ejemplo de cómo preparar el compostador.*

*Fuente. Compostador de madera (Oxfam, 2017).*

2. **Añadir los desechos orgánicos:** En este contenedor se añaden diferentes productos o residuos por capas, por ejemplo, cáscaras de verduras y frutas, ramas o tallos de plantas cortadas y hojas secas, etc. Los especialistas sugieren poner diferentes capas de los desechos húmedos, verdes y secos, consiguiendo así la estabilización perfecta para conseguir el abono casero de alta calidad (Oxfam, 2017).



*Ilustración 5. Productos orgánicos caseros que se adicionan al compostador.*

*Fuente. Añadir los desechos orgánicos (Oxfam, 2017).*

3. **Regar y dar volteos al compost casero:** El desarrollo del compost para la elaboración del abono orgánico casero necesita un grado de humedad para formar la fertilización manual que enriquece las plantas orgánicas. Por eso es necesario regarla ocasionalmente sin llenar el recipiente, pero asegurándose de que la humedad ingrese a las distintas capas que se han añadido a la compostera (Oxfam, 2017).



*Ilustración 6. Abono orgánico después de terminar su proceso.*

*Fuente. Regar y dar volteos al compost casero (Oxfam, 2017).*

## 9. CONCLUSIONES

- se identificaron las zonas de influencia en Colombia especialmente por el uso de herbicidas a base de glifosato en la erradicación de cultivos de ilícitos, sin embargo, este químico es utilizado a gran escala en los diferentes países del mundo como un herbicida controlador de malezas, en cultivos como soja, arroz, café, entre otros.
- Aunque las investigaciones realizadas se pueden evidenciar que el impacto de mayor escala en el medio se encuentra en los suelos ya que el contacto al momento de las fumigaciones es directo, también se encuentran partículas de este químico en las fuentes hídricas y en el aire.
- Se dan a conocer las diferentes alternativas de solución, con el fin de mejorar los impactos que genera el uso de este herbicida, dentro de las alternativas mencionadas, se selecciona el abono orgánico el cual por medio de compost casero se puede realizar en cualquier finca, desde un punto de vista crítico se concluye que es el más viable ya que no requiere mayor costo de inversión.
- Se han probado alternativas de sustitución al uso de glifosato en los diferentes cultivos y aplicaciones. Afortunadamente, las formas agroecológicas de producción de alimentos no se han olvidado, las estrategias y enfoques están contribuyendo cada día a dejar de lado el uso de herbicidas que solo aportan veneno y afectaciones graves a la salud humana.

## 10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la matriz de Vicente Conesa, al identificar los impactos ambientales dentro de esta matriz teniendo presente la actividad, el aspecto y el impacto que este genera al medio, se puede dar una solución con más seguridad dependiendo de la zona analizada, con este se busca que se implemente la matriz al realizar una investigación o estudio de campo donde sea más fácil la identificación de los impactos.
- Es necesario promover y hacer tomar conciencia a la población de los impactos que genera este químico en la salud y las consecuencias que puede traer si no se da un uso adecuado.
- Se necesitan métodos estandarizados y normativas que regulen el uso de herbicidas en Colombia, realizar experimentos en laboratorios para controlar esas concentraciones en el medio.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, G. S. A., Herrera, A. V., Rincón, D. M. G., & Ospina, J. E. A. (2016). Efectos del glifosato sobre la salud humana. *El Centauro*, 8(11), 71-86.
- Varona, M., Henao, G. L., Díaz, S., Lancheros, A., Murcia, Á., Rodríguez, N., & Álvarez, V. H. (2009). Evaluación de los efectos del glifosato y otros plaguicidas en la salud humana en zonas objeto del programa de erradicación de cultivos ilícitos.
- Ruano-Ibarra, E. D. S., & Carreño, A. A. (2021). Erradicación voluntaria de cultivos ilegalizados en Colombia: Del plan alternativo al programa nacional de sustitución. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, 275-304.
- Ríos, A., Fernández, G., & Collares, L. (2013). Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. *Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Serie Técnica*, (204).
- Pedemonte Castro, F. E. (2017). Problemática del uso de glifosato.
- UNODC, O. (2017). Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2016.
- Curiae, A. (2003). Impactos en Ecuador de las fumigaciones a cultivos ilícitos en Colombia. *CONSEJO DE ESTADO. MAGISTRADO MANUEL SANTIAGO URUETA RADICADO*, 25000-23.
- Vega Maldonado, M. A. (2016). Estrategias colombianas contra el narcotráfico y la guerrilla: efectos en las relaciones bilaterales con Ecuador, Brasil y Venezuela 2000-2014.
- Arizaleta, M., Anzalone, A., & Silva, A. (2008). Efecto del uso de metsulfuron-metil y glifosato sobre malezas asociadas a cafetales en Venezuela. *Bioagro*, 20(2), 79-88.
- Diagonel, G., Carriel, OA, de Campos Oliveira, R., Boas, LKV, & Branco, CCZ (2022). Efecto de los herbicidas a base de glifosato en las respuestas fotosintéticas de la macrófita *Egeria densa* Planch. de ecosistemas lóticos tópicos. *Limnética* , 41 (1), 73-84.
- Toni, LR, Santana, HD y Zaia, DA (2006). Adsorción de glifosato sobre solutos y minerales. *Química Nova*, 29 , 829-833.



- Nascimento, D. Z. D., Marques, G. M., & Trevisol, D. J. (2019). The challenge for regulatory agencies around the world in the use of glyphosate. *Saúde e Sociedade*, 28(4), 297-298.
- Bezerra, W. F. D. P., Dognani, G., Alencar, L. N. D., Parizi, M. P. S., Boina, R. F., Cabrera, F. C., & Job, A. E. (2022). Chemical treatment of sugarcane bagasse and its influence on glyphosate adsorption. *Matéria (Rio de Janeiro)*.
- Navia Peláez, M. P. (2008). Erraco-equipos de erradicación manual de cultivos ilícitos.
- Muñoz, F. R. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas. *Serie de informes técnicos IRET*, (44).
- Pardo, G., & Martínez, Y. (2019). Conservation agriculture in trouble? Estimating the economic impact of an eventual glyphosate prohibition in Spain.
- Cox, C. (1995). Glyphosate, part 1: toxicology. *Journal of Pesticide Reform*, 15(3), 14-20
- Walter A. Pengue. (2003). el glifosato y la dominación del ambiente. *Revista biodiversidad*
- Olasolo, H. (2015). La Respuesta Al Fenómeno Del Narcotráfico En Colombia Mediante Fumigaciones Aéreas De Cultivos Ilícitos: Análisis De Legalidad a La Luz Del Derecho Internacional Humanitario (The Response to the Phenomenon of Drug Trafficking in Colombia Through Aerial Spraying of Illicit Crops: Analysis of Legality under the International Humanitarian Law). *Available at SSRN 2753911*.
- Bolaños-Muñoz, E. (2016). La "suspensión" del glifosato en la erradicación de cultivos ilícitos en Colombia: ¿una solución humanitaria o un cambio para que todo siga igual?
- Sicard, T. L., Salcedo, J. B., Pérez, C. T., Baquero, C. L., Rojas, C. N. R., & Hernández, C. P. R. (2005). Observaciones al 'Estudio de los efectos del programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersion aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente'. *Disponible en: < http://www. idea.unal.edu.co/public/docs/Observ\_IDEA\_a\_doc\_CICAD.pdf*.
- Salazar-López, N. J., & Madrid, M. L. A. (2011). Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. *BIOTecnia*, 13(2), 23-28.

- González Plazas, S. (2006). *El Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos Mediante Aspersión Aérea de Glifosato: hacia la clarificación de la política y su debate*. Editorial Universidad del Rosario.
- Solomon, K. R., Anadón, A., Cerdeira, A. L., Marshall, J., & Sanín, L. H. (2005). Estudio de los efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente. *Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD)*, 5.
- Gil Serrato, N. C., & Villalobos Ramírez, F. A. (2015). Análisis de la estrategia de erradicación manual forzosa en el municipio de Puerto Asís-Putumayo (2010–2014).
- Pol, J. J., Hupffer, H. M., & Figueiredo, J. A. S. (2021). Os riscos do agrotóxico glifosato: controvérsia científica ou negação do dano à saúde humana. *Revista Opinião Jurídica (Fortaleza)*, 19(32), 267-295.
- De Stefano, L. G., Gattás, F., Vinocur, A., Cristos, D., Rojas, D., Cataldo, D., & Pizarro, H. (2018). Comparative impact of two glyphosate-based formulations in interaction with *Limnoperna fortunei* on freshwater phytoplankton. *Ecological Indicators*, 85, 575-584.
- Schneider, M. I., Sanchez, N., Pineda, S., Chi, H., & Ronco, A. (2009). Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): ecological approach. *Chemosphere*, 76(10), 1451-1455.
- Van Bruggen, A. H., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris Jr, J. G. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the total environment*, 616, 255-268.
- Vera, M. S., & Trinelli, M. A. (2021). First evaluation of the periphyton recovery after glyphosate exposure. *Environmental Pollution*, 290, 117998.
- y García, C. A. S., Vera, M. S., Vinocur, A., Graziano, M., Miranda, C., & Pizarro, H. N. (2022). Rethinking the term “glyphosate effect” through the evaluation of different glyphosate-based herbicide effects over aquatic microbial communities. *Environmental Pollution*, 292, 118382.

- Aluffi, M. E., Carranza, C. S., Benito, N., Magnoli, K., Magnoli, C. E., & Barberis, C. L. (2020). Isolation of culturable mycota from Argentinean soils exposed or not exposed to pesticides and determination of glyphosate tolerance of fungal species in media supplied with the herbicide. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(3), 221-230.
- Vázquez, M. B., Moreno, M. V., Amodeo, M. R., & Bianchinotti, M. V. (2021). Effects of glyphosate on soil fungal communities: A field study. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 349-358.
- López Castro, Y., Peña Huertas, R. D. P., Triana Ancinez, B., Ortega Van Arcken, L. M., & Valencia Herrera, M. A. (2021). Glifosato, campesinos y jueces: la timidez de las altas cortes en la reparación de los daños ocasionados por la política de fumigaciones AÉREAS. *Análisis Político*, 34(103), 61-91.
- Hidrovo, A. J. (2004). Plaguicidas usados en la fumigación de cultivos ilícitos y salud humana: ¿una cuestión de ciencia o política? *Revista de Salud pública*, 6, 199-211.
- Peñaherrera Colina, L. (2013). Situación actual sobre el uso del glifosato en Ecuador. *Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables*.
- Myers, J. P., Antoniou, M. N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L. G., ... & Benbrook, C. M. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), 1-13.
- Vega Maldonado, M. A. Estrategias colombianas contra el narcotráfico y la guerrilla: efectos en las relaciones bilaterales con Ecuador, Brasil y Venezuela 2000-2014.
- Santos González, C. M., & Sánchez Quiroga, A. R. (2006). Optimización del procedimiento de evaluación medioambiental de quejas instauradas contra el programa de erradicación de cultivos ilícitos con glifosato.
- Nivia, E. (2000). Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. *Recuperado de [http://www. glifocidio. org/docs/impactos% 20generales/igl. pdf](http://www.glifocidio.org/docs/impactos%20generales/igl.pdf)*.

- Cortina, C. C., Fonnegra, L. M. F., Pineda, K. M., Muñoz, M. P., Fonnegra, J. R., & Díaz, J. P. Z. (2017). Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema. *Revista CES Salud Pública*, 8(1), 121-133.
- Palacios Salcedo, C. A. (2021). La responsabilidad extracontractual del estado colombiano por la aspersión aérea con glifosato.
- Ríos, A., Fernández, G., & Collares, L. (2013). Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. *Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Serie Técnica*, (204).
- Quintero, J. M. J. (2020). Usos y efectos del glifosato en Colombia. *Boletín Informativo CEI*, 7(1), 145-146.
- Bernal-Cáceres, K. T. (2019). Fumigación con glifosato en Colombia: política antidrogas vs. derecho a la salud y al medio ambiente.
- Camino, M., & Aparicio, V. (2010). Aspectos ambientales del uso de Glifosato. *Estación Experimental Balcarce. Ediciones INTA*, 114.
- Carriquiriborde, P. (2010). Toxicidad de glifosato en peces autóctonos: Estudios de laboratorio y campo. *En: Camino, M y Aparicio, V. (Ed.). Aspectos Ambientales del Uso de Glifosato. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.*
- Bojorquez, I. (2015). Salud mental y migración internacional. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 47(2), 111-113.
- Oxfam, E. (2017, octubre 6). ¿Cómo hacer compost casero? Ingredientes que Suman. <https://blog.oxfamintermon.org/como-hacer-compost-casero/>