

**PLANTEAMIENTO DE UN PROTOCOLO DE VIGILANCIA PARA LOS  
TRABAJADORES EXPUESTOS AL GLIFOSATO EN COLOMBIA**

**Daniela Alejandra Chacón Cobos  
Marilyn Alejandra Gómez Rosero  
Valeria Alexandra Vargas Ortiz**

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

Especialización de Seguridad y Salud en el Trabajo

Bogotá, 21 de enero de 2022

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

**PLANTEAMIENTO DE UN PROTOCOLO DE VIGILANCIA PARA LOS TRABAJADORES  
EXPUESTOS AL GLIFOSATO EN COLOMBIA**

Trabajo Final de Postgrado  
Seguridad y salud en el trabajo

Investigadores

**Daniela Alejandra Chacón Cobos**  
**Marilyn Alejandra Gomez Rosero**  
**Valeria Alexandra Vargas Ortiz**

Asesora temática

Lidy Yadira Cetina Castillo

Asesora metodológica

Lidy Yadira Cetina Castillo

---

---

---

---

---

**Director de Investigaciones**

---

**Director de la División de Postgrados**

---

**Director del Programa**

---

---

---

---

**JURADO**

*“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.”*

## **Agradecimientos**

Agradecimientos a la Universidad El Bosque, la cual nos brindó la formación y el apoyo que nos permite culminar esta etapa de nuestras vidas.

A la Ingeniera Lidy Yadira Cetina Castillo, quién nos guió durante todo este proceso de investigación, y nos ayudó una y otra vez para desarrollar el mejor proyecto posible.

A todos los docentes que fueron parte de esta especialización, pues de cada uno de ellos hay una semilla en este trabajo de grado.

A nuestras familias por su apoyo incondicional y paciencia durante todo este proceso tan gratificante.

## Guía de Contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Marco teórico	13
Problema	22
Justificación	24
Objetivos	26
Aspectos metodológicos	27
Resultados	30
Discusión	88
Conclusiones	90
Recomendaciones	92
Referencias	93
Anexo A.	104
Justificación, Objetivos y Población objeto de estudio del protocolo	104
Anexo B.	106
Anexo C.	122
Instrucciones de uso del glifosato	122
Anexo D.	125
Flujograma evaluación de condiciones de trabajo	125
Anexo E.	127
Matriz de identificación del glifosato -octubre 2021	127
Anexo F.	129
Matriz grupos de exposición similar	129

Anexo G	131
Formato de lista de chequeo para verificación de las condiciones de trabajo	131
Anexo H	135
FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA VALORACIÓN DE TRABAJADORES EXPUESTOS A GLIFOSATO	135
Anexo I	142
Matriz de riesgos y controles sugeridos	142
Cronograma	150
Recursos	151

## Lista de tablas y gráficas

Figura 1. Desarrollo de un protocolo de vigilancia de eventos de interés en salud pública	16
Figura 2. Componentes de un protocolo de vigilancia epidemiológica en Salud Ocupacional	18
Figura 3. Protocolo de vigilancia epidemiológica de trabajadores expuestos a plaguicidas	19
Tabla 1. Cultivos en donde se utiliza el glifosato y su región	31
Figura 4. Los estados que más (y menos) utilizan el glifosato en Estados Unidos	33
Figura 5. Etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas	34
Figura 6. Síntesis del glifosato a partir del HCN	36
Figura 7. Síntesis del glifosato a partir de glicina	37
Figura 8. Síntesis del glifosato a partir de DEA	38
Figura 9. Flujograma del proceso de preparación de un herbicida	40
Figura 10. Equipo de tipo mochila	42
Figura 11. Equipo de disco giratorio o gota controlada (CDA)	42
Figura 12. Equipo pulverizador de brazo	43
Figura 13. Atomizador	43
Figura 14. Limpiaparabrisas	44
Figura 15. Aplicadores de mecha de cuerda	45
Figura 16. Equipo aspersor aéreo	46
Tabla 3. Manejo de desechos sólidos y líquidos	46
Tabla 4. Estados óptimos de aplicación de glifosato en malezas perennes y dosis requeridas para su control en el estado indicado, expresadas como equivalente ácido y como producto comercial	47
Figura 17. Vías de ingreso al cuerpo humano	53
Figura 18. Vigilancia de las condiciones de trabajo en cada una de las etapas del ciclo de vida del Glifosato	57
Tabla 5. Vigilancia del ambiente de trabajo en el ciclo de vida del producto	62
Tabla 6. Métodos analíticos de laboratorio	71
Tabla 7. Matriz de estrategia de muestreo	73



Figura 19. Diagrama de procedimiento según el método 991.08 AOAC para la determinación de Glifosato y AMPA en aguas	74
Tabla 8. Programa de vigilancia en salud según los órganos blanco	76
Figura 20. Severidad (S) según el INRS	80
Tabla 9. Recomendaciones según diagnóstico	82

## Resumen

Esta investigación surge como respuesta a la necesidad de realizar seguimiento de la exposición ocupacional para trabajadores expuestos a glifosato durante las diferentes etapas del ciclo de vida de esta sustancia, y tiene como objetivo establecer un protocolo de vigilancia de las condiciones del ambiente de trabajo y de vigilancia en la salud de los trabajadores.

La investigación tuvo como bases diferentes artículos de revisión e investigación, capítulos de libros, páginas de internet, legislación y otros protocolos de vigilancia existentes que permitieran tener la información más precisa para la construcción del protocolo de este trabajo. Adicional, se cuenta con información oficial de instituciones como la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Consta de 4 partes, que van desde la identificación de las condiciones de trabajo para los trabajadores expuestos y los riesgos existentes, pasando por la construcción del protocolo de vigilancia de las condiciones del ambiente y la salud del trabajador, hasta definir las medidas de intervención de los riesgos.

*Palabras clave: glifosato, exposición ocupacional, protocolo de vigilancia, medidas de intervención.*

## **Abstract**

This research comes in response to the need to monitor occupational exposure for workers exposed to glyphosate during the different stages of the life cycle of this substance, and aims to establish a protocol for monitoring the conditions of the work environment and surveillance of worker's health.

The research was based on different review and research articles, book chapters, websites, laws and other existing surveillance protocols that allowed having the most precise information for the construction of the protocol of this investigation. Additionally, official information was used from institutions such as the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA) and the World Health Organization (WHO).

It has four parts, starting with the identification of the working conditions for exposed workers and the existing risks, going through the construction of the surveillance protocol for environmental conditions and workers health, to finally define the intervention measures of the risks.

*Keywords: glyphosate, occupational exposure, surveillance protocol, intervention measures.*

## **Introducción**

La implementación de un protocolo de vigilancia para los trabajadores expuestos al glifosato en Colombia permitirá caracterizar las condiciones de trabajo teniendo en cuenta el ciclo de vida de la sustancia química, en donde se describen y evalúan los procesos y se identifican los factores de riesgo asociados a esta exposición, por lo cual podrá determinarse el riesgo ambiental a partir de los criterios técnicos y metodológicos para realizar un monitoreo de exposición en el aire y biológica de esta manera será posible realizar pruebas para tamizaje y confirmatorias las cuales serán registradas en una historia clínica diseñada específicamente para estos trabajadores en la cual se evaluarán criterios específicos para el seguimiento de la exposición en el trabajador, con la finalidad de disminuir riesgos y evitar las patologías de origen laboral.

El protocolo diseñado permite la implementación de medidas para prevenir el desarrollo de enfermedades derivadas del uso de glifosato, y realizar una intervención para los trabajadores expuestos a esta sustancia a través de medidas de control en el puesto de trabajo, la identificación de elementos de protección personal necesarios para disminuir el riesgo exposicional, medidas de intervención y control del riesgo de manera individual y el seguimiento a las condiciones de salud.

## Marco teórico

### *Glifosato*

El glifosato es una sustancia post-emergente de amplio espectro, herbicida sistémico no selectivo, que mata o elimina eficazmente todo tipo de plantas, incluidas las gramíneas, las plantas perennes, las enredaderas, los arbustos y los árboles. Cuando se aplica a tasas más bajas, se utiliza como regulador y desecante del crecimiento de las plantas. Tiene usos agrícolas y no agrícolas en todo el mundo (8).

Su nombre IUPAC es N-fosfonometilglicina, su número de registro CAS es 1071-83-6 y su fórmula molecular  $C_3H_8NO_5P$ . El ácido glifosato es un sólido cristalino sin color ni olor. Está formulado como una sal que consiste en el ácido desprotonado de glifosato y un catión (isopropilamina, amonio, o sodio), con más de una sal en algunas formulaciones. El ácido es de solubilidad media a 11,6 g / L en agua (a 25 ° C) e insoluble en disolventes orgánicos comunes como acetona, etanol y xileno (8).

### *Peligrosidad de los plaguicidas*

Según la FAO (1), los plaguicidas son ***“cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cueros.”*** Incluye las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto de la posible deterioración que puede sufrir durante el proceso de almacenamiento y transporte.

Para la OMS (2), los plaguicidas ***“se utilizan para proteger los cultivos de los insectos, las malas hierbas, los hongos y otras plagas. Pueden ser tóxicos para el ser humano y causar efectos tanto agudos como crónicos sobre la salud, en función de la cantidad y del modo de exposición.”*** Adicionalmente, reconocen que la toxicidad de estos depende de su función, dosis, y forma de exposición.

Por otro lado, en la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional basada en la Evidencia para trabajadores expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos) (GATISO - PIC) (3), también se menciona que para identificar las características fisicoquímicas de los plaguicidas y sus potenciales efectos y peligros en la salud humana, se debe tener en cuenta el tipo de compuesto, estado físico, categoría toxicológica y vías de exposición.

### *Exposición*

Consiste en entrar en contacto con una sustancia o agente ya sea por ingestión, vía respiratoria o a través de la piel o los ojos. La exposición puede ser aguda, si es de corta duración, de duración o crónica si es a mediano o largo plazo (69).

### *Exposición ocupacional*

Este término de exposición ocupacional, ***“se refiere a una exposición potencialmente dañina a sustancias químicas peligrosas en el lugar de trabajo. Pueden ser sustancias tóxicas, peligros biológicos o peligros ambientales, como altos niveles de ruido”***(68).

### *Exposición ocupacional a plaguicidas*

La exposición ocupacional a plaguicidas puede presentarse durante los procesos de fabricación, transporte, almacenamiento, preparación, aplicación y eliminación de envases contaminados, entre otros, en donde el riesgo de intoxicación varía de acuerdo con las condiciones de uso y aplicación de los plaguicidas (4). En la GATISO - PIC (3), durante algunos de estos procesos se evidenció desconocimiento de procedimientos para la adecuada manipulación de plaguicidas, ausencia o uso inapropiado de los elementos de protección personal, manejo inadecuado de los sistemas de aspersión, exposición prolongada a la sustancia y errores en la disposición final de los envases y de los sobrantes del producto.

### *Vigilancia de la salud*

Un sistema integral ***de vigilancia de la salud de los trabajadores debe incluir evaluaciones de salud tanto individual como colectiva, registros de las lesiones y enfermedades ocupacionales, encuestas, investigaciones e inspecciones.*** Consta de tres componentes principales: recopilación de información, análisis y evaluación; ejecución y seguimiento, que incluye la retroalimentación para asegurar la correspondencia entre la recopilación de información y su uso; orientación sobre políticas de salud, de seguridad y salud en el trabajo y programas, incluyendo su financiación; generación de alerta temprana para que la autoridad competente, empleadores, trabajadores, profesionales de la salud ocupacional y demás partes involucradas puedan ser alertadas a su debido tiempo de los problemas de seguridad y salud en el trabajo existentes o emergentes en un país; y evaluación del éxito de cualquier acción de seguimiento y medidas tomadas para mejorar condiciones de trabajo y salud de los trabajadores (5).

## *Protocolo de vigilancia*

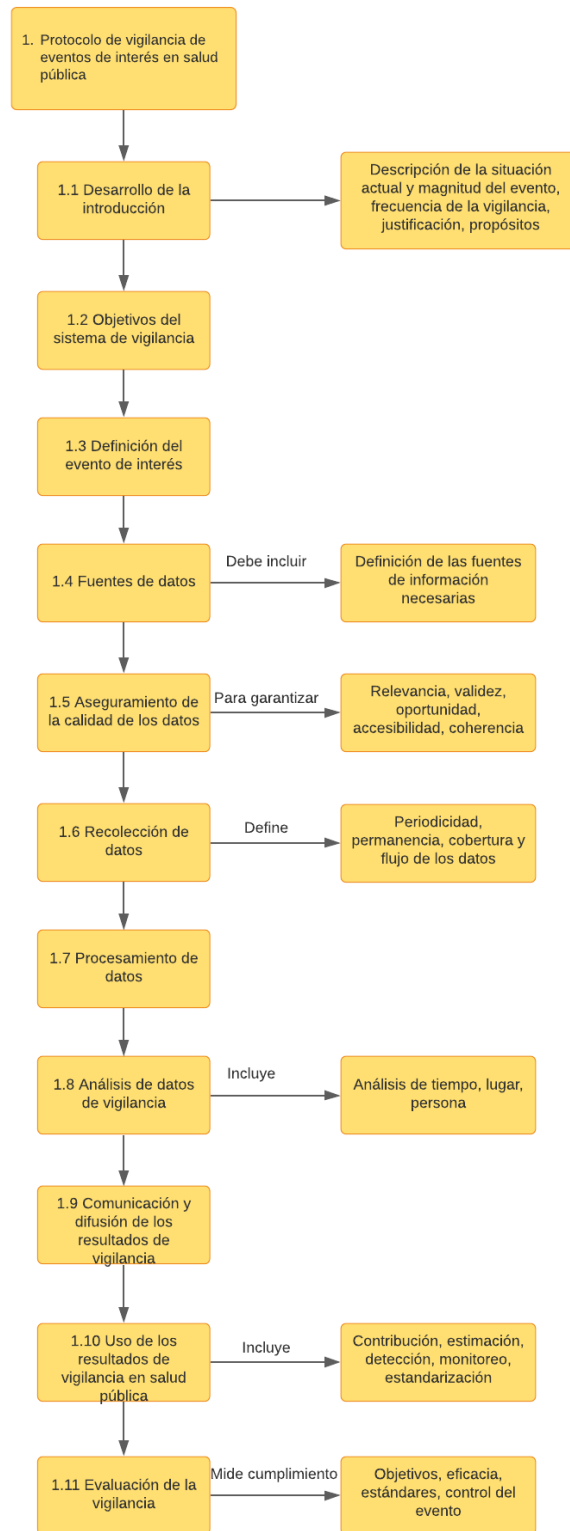
Un protocolo de vigilancia es **“una guía técnica y operativa que estandariza los criterios, procedimientos y actividades que permiten sistematizar las actividades de vigilancia de los eventos de interés en salud pública”** (30). El protocolo debe contener los objetivos del sistema de vigilancia, definición del evento que se desea vigilar; recolección, procesamiento y aseguramiento de la calidad de los datos, así como su análisis; comunicación y difusión de los resultados obtenidos; y generación de manuales operativos para el control, eliminación y/o erradicación del evento de interés con el fin de contribuir a un mejor uso de los resultados obtenidos durante la vigilancia. Finalmente, debe realizarse una evaluación de esta vigilancia, la cual está enfocada en el cumplimiento de los objetivos planteados, su aporte al evento de interés y costos de ejecución (31).

Según la guía publicada por el Ministerio de Salud y Protección Social sobre el desarrollo de un protocolo de vigilancia de eventos de interés en salud pública (31), el documento debe contar con 11 capítulos, que se pueden evidenciar en la Figura 1.

Según Rodríguez y Espinosa (98), los componentes de un protocolo de vigilancia epidemiológica en salud ocupacional son:

1. **Justificación:** debe incluir los datos nacionales e internacionales que expresen los criterios seleccionados para la ejecución del programa de vigilancia epidemiológica (morbilidad, mortalidad, magnitud, factibilidad de intervenir, entre otros).
2. **Objetivos:** deben ser claros y cuantificables, y deben estar orientados a identificar los factores condicionantes del proceso salud-enfermedad, identificar grupos por categorías de riesgo, identificar precozmente las alteraciones en la salud generadas por el agente en estudio, y formular de estrategias de promoción, prevención y control, con evaluación de las mismas.
3. **Población objeto de estudio:** en este punto se menciona a quién va dirigido el programa, identificando las áreas, los oficios y el número de trabajadores en cada uno de ellos; puede ser por intensidad de la exposición o por efecto.
4. **Marco conceptual:** Es un resumen sobre la información disponible y actualizada que debe tenerse en cuenta al momento de realizar el programa de vigilancia. Debe incluir los factores del agente, condiciones de trabajo, y características del individuo que puedan afectar la relación exposición-efecto, así como las condiciones ambientales para la determinación de medidas de control.
5. **Determinación del riesgo ambiental:** consiste en la determinación del riesgo ambiental con actividades de higiene industrial y la identificación de los efectos en la salud, mediante actividades médicas sobre la población de interés.

Figura 1. Desarrollo de un protocolo de vigilancia de eventos de interés en salud pública



Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (31)



En la evaluación ambiental se deben incluir todos los procedimientos de higiene industrial para identificar y evaluar el factor de riesgo, el proceso para determinar la dosis o nivel de exposición de los trabajadores y los resultados de los mismos por cada periodo. (98).

Para la vigilancia médica debe detallarse la metodología para realizar los diferentes exámenes ocupacionales, con los objetivos respectivos para cada actividad. Se deben mencionar los exámenes de pre-empleo, los exámenes periódicos, por cambio de oficio o cargo, por exposición súbita a altos niveles, post-incapacidad y retiro (98).

6. Intervención: en este punto se especifican los procedimientos a seguir para implementar las medidas de control realizadas en el ambiente de trabajo y en el individuo.
7. Organización operativa del sistema: incluye los aspectos normativos que sean aplicables a la implementación del programa de vigilancia, el mecanismo de sistema de información y registro, propuestas para la recolección y consolidación de la información, análisis de la información. Adicionalmente, debe incluir la definición de las alertas, la cuales deberán de ser intervenidas de manera inmediata debido a la gravedad de las mismas (fallecimiento, dos o más casos en un periodo corto de tiempo); y se deben elaborar diagramas de flujo para contar con una manera estandarizada de hallar los resultados en las evaluaciones médicas y ambientales.
8. Cronograma: secuencia ordenada de actividades que se deben ejecutar en el programa de vigilancia.
9. Recursos: el mínimo de recursos necesarios para la ejecución del programa de vigilancia, incluye los recursos humanos (profesionales, roles), físicos (espacios), técnicos y locativos (equipos de higiene industrial, laboratorios, computadores) y económicos (salarios, adecuaciones, outsourcing, servicios públicos, capacitación, y costos evitados).
10. Presupuesto: dependerá de los recursos involucrados y las actividades que se llevarán a cabo en el programa.
11. Indicadores epidemiológicos para la evaluación del programa: van a representar la situación o cambios de un evento, y alertan sobre los mismos. Según la OMS, existen 4 tipos de indicadores: de salud, sociales y económicos, de cuidado de salud y del estado de salud. Estos deben ser válidos, objetivos, sensibles, específicos y disponibles; además deben ser precisos, claros, viables y realistas, capaces de ser medidos y comprobados y especificarse en un marco de tiempo (98).
12. Administración del programa de vigilancia: debe tener claramente establecido las funciones y el tiempo requerido de cada uno de los diferentes actores involucrados, desde la gerencia, los profesionales de salud ocupacional, los miembros del COPASST, los trabajadores y los contratistas, entre otros.

13. Bibliografía: lista de fuentes de información confiables y bien referenciadas.

14. Anexos: listado de anexos en el orden en el que hayan sido mencionados en el documento.

En la figura 2, se puede observar el flujo para la construcción del protocolo de vigilancia.

*Figura 2. Componentes de un protocolo de vigilancia epidemiológica en Salud Ocupacional*



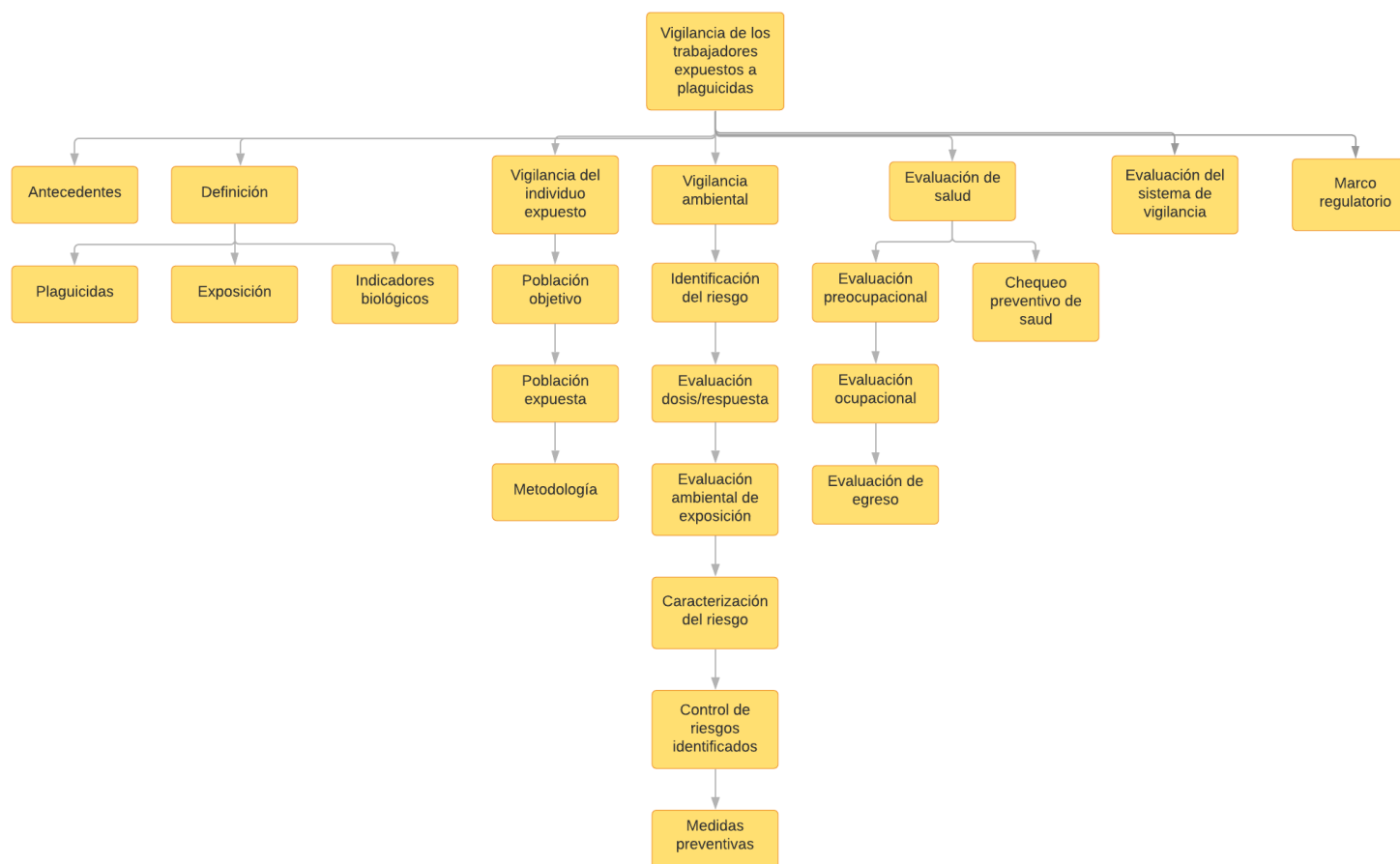
*Fuente: Gutierrez M. Grau P. Vallebuona C. (98)*

### *Vigilancia de los trabajadores expuestos a plaguicidas*

La vigilancia a los trabajadores expuestos a plaguicidas nace con el fin de conocer la magnitud de la exposición y los daños que ocasionan a la salud de las personas, identificar el perfil de la población expuesta para así aplicar oportunamente las medidas de prevención y control necesarias. Además, permite la evaluación de las condiciones de trabajo y las medidas de prevención existentes en los mismos (32).

En la figura 3, se puede observar la estructura de un protocolo de vigilancia para los trabajadores expuestos a plaguicidas según el Departamento de Salud Ocupacional de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción del Ministerio de Salud del Gobierno de Chile (33), la cual contiene los antecedentes del evento, su descripción, la vigilancia del individuo expuesto, la vigilancia ambiental del puesto de trabajo y la evaluación de la salud del trabajador expuesto, evaluación del sistema de vigilancia y el marco regulatorio.

Figura 3. Protocolo de vigilancia epidemiológica de trabajadores expuestos a plaguicidas



Fuente: Departamento de Salud Ocupacional de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción del Ministerio de Salud (33).

### *Condiciones de trabajo*

Son aquellos aspectos del trabajo con posibles efectos negativos en la salud de los trabajadores los aspectos ambientales, tecnológicos, culturales y de estructura organizacional del trabajo. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales define como condición de trabajo: **'...cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador'** (34), estas incluyen las características generales de las instalaciones y equipos, la presencia de agentes físicos, químicos y biológicos, los procedimientos para la utilización de dichos agentes, y todas aquellas otras características del trabajo que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador. También influyen las condiciones de empleo, tipo de contrato, y jornada laboral.

### *Condiciones de salud*

Es el conjunto de determinantes sociales, económicos y culturales que determinan el perfil sociodemográfico y de morbilidad de la población trabajadora (35), como por ejemplo aspectos conductuales (inactividad física, tabaquismo), aspectos fisiológicos o genéticos, y aspectos demográficos (ejemplo, sexo).

### *Monitoreo de la exposición*

El propósito general del monitoreo de la exposición es verificar y documentar que los trabajadores expuestos estén protegidos de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo y que la protección cumpla con los requerimientos legales (36).

Existen 4 tipos de monitoreo: rutinario, especial, confirmatorio y operacional. El primero está asociado a operaciones que puedan resultar en exposiciones normales, y tiene como finalidad demostrar que las condiciones de trabajo, incluyendo los niveles de dosis individual, cumplen con los requerimientos legales. El monitoreo espacial se realiza para cuantificar exposiciones significativas luego de un evento anormal o la sospecha del mismo, ya sean incidentes o accidentes. El confirmatorio puede ser necesario para revisar las hipótesis planteadas en los procedimientos previamente seleccionados para el diseño del monitoreo rutinario. El monitoreo operacional se utiliza para obtener información de una operación particular en un determinado tiempo, o luego de modificaciones importantes en la instalación o en los procedimientos de operación, o para confirmar que el monitoreo rutinario es adecuado (36).

### *Monitoreo biológico y biomarcadores*

La monitorización es el proceso de medir e interpretar los parámetros biológicos y ambientales, y el monitoreo biológico es el procedimiento de salud ocupacional en el cual se mide un agente tóxico potencial o un efecto químico no deseado en una muestra biológica, con el fin de evaluar la exposición a ese agente. La exposición puede ser valorada a nivel ambiental, es decir, midiendo la concentración en

muestras de aire; o biológica, identificando parámetros biológicos en el trabajador, como sangre, orina o aire exhalado. Estos se conocen como biomarcadores, y se definen como una sustancia utilizada como indicador de un estado biológico, cuya determinación permite evaluar la intensidad de exposición o riesgo para la salud producido por alguna sustancia química, generalmente tóxica (37).

El monitoreo biológico mide la cantidad absorbida del agente, independientemente de la vía de ingreso, y es una actividad regular y repetitiva con fines preventivos. Tiene cuatro condiciones:

1. Que la sustancia química o sus metabolitos esten presentes en el organismo, ya sea en algún tejido o fluido corporal.
2. Que los métodos de análisis de la muestra sean válidos, prácticos y estén disponibles en el medio.
3. Que la estrategia de medición sea adecuada, incluyendo la muestra y el momento en que se tomó.
4. Que los resultados puedan ser interpretados matemáticamente y que sean estadísticamente significativos (37).

## Problema

El glifosato es un herbicida no selectivo, sistémico, post - emergente y de amplio espectro, único con un modo de acción ideal para el manejo de la vegetación tanto en entornos agrícolas como no agrícolas (6). Es una sustancia que mata o suprime todo tipo de maleza, incluyendo las gramíneas, perennes y enredaderas de manera eficaz. Cuando se aplica en bajas concentraciones, actúa como regulador del crecimiento de las plantas y desecante (7).

En Colombia su uso está registrado en cultivos como sorgo, caña de azúcar, café, palma africana, plátano, cacao, maíz, palma de aceite, caucho, algodón, así como para control de malezas en áreas no agrícolas y canales. Varias empresas cuentan con registro nacional y registro de venta por parte del ICA, cuyos productos formulados provienen de diferentes países, y se pueden adquirir de forma libre en diferentes dosificaciones y combinaciones (8). Sin embargo, el glifosato tiene historia desde la década de los 70 en el país, ya que comenzó a utilizarse en la lucha contra el narcotráfico mediante aspersiones en cultivos de marihuana y coca (9).

En 2015, después de la recopilación y análisis de diferentes estudios sobre la relación entre la exposición a glifosato y el cáncer, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) decidió clasificarla como *‘Probablemente carcinógeno para el ser humano’ (Grupo 2A)* al identificar que hay suficiente evidencia experimental para demostrar la carcinogenicidad en animales, pero evidencia limitada en los seres humanos (7). En ese mismo año, el Ministerio de Salud elevó una solicitud al Consejo Nacional de Estupefacientes para que suspendieran las fumigaciones, como lo había pedido la Corte Constitucional en caso de un mínimo riesgo. El Consejo acató la recomendación y suspendió el uso del glifosato, únicamente, sobre los cultivos ilícitos (9).

En 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un sistema de clasificación para distinguir entre las formas más y menos peligrosas de plaguicidas seleccionados en función del riesgo agudo para la salud humana (el riesgo de exposiciones únicas o múltiples durante un período de tiempo relativamente corto). En este, el glifosato se considera como Ligeramente peligroso, dentro de la Clase III (10). Esta clasificación está dada por la toxicidad aguda oral y dérmica evidenciada en ratas, para las cuales la DL50 (mg/kg) de las sustancias que están en esta clase es mayor a 2000 (10).

La exposición ocupacional al glifosato incluye el uso del químico en pulverización, manipulación, fabricación, entre otros procesos. Aquí debe tenerse en cuenta la toxicidad aguda de los coformulantes añadidos junto con el glifosato (11), así como los efectos que se han encontrado en múltiples investigaciones. Existen estudios que han demostrado que *“la toxicidad de la polioxietilamina (POEA), un tensioactivo utilizado en la formulación de herbicidas, por sí sola tiene una toxicidad más alta que el glifosato y su formulación comercial”* (11). Situación similar a la de herbicidas de glifosato de amonio, en los cuales el tensioactivo de copolímero de bloque de poli [oxietileno, oxipropileno] glicol también presenta una toxicidad más alta que la del propio disolvente (11).

En 5 estudios realizados entre 1979 y 2004 se identificó que existe asociación entre la sustancia y el linfoma no hodgkin (11). En 2004, se comprobó la relación entre cáncer infantil y la exposición a plaguicidas a base de glifosato por parte de los padres, en el Estudio de Salud Agrícola (AHS por sus siglas en inglés) (7) En el 2019 se realizó un estudio sobre la evaluación del riesgo de trastorno del espectro autista (TEA) y TEA con discapacidad intelectual, y se confirmó una conexión con la exposición prenatal a glifosato (12).

Así como estos, hay múltiples estudios sobre los efectos nocivos del glifosato, sin embargo, en Colombia los estudios se han enfocado en su uso para cultivos ilícitos, dejando de lado la población campesina y de agricultores que hoy en día sigue expuesta a glifosato en menores concentraciones. Dado lo anterior surge la siguiente pregunta: ***¿Qué protocolo de vigilancia se debe implementar para realizar el seguimiento y sus efectos en la salud en los trabajadores expuestos al glifosato?***

## Justificación

El estudio sobre el *‘Planteamiento de un protocolo de vigilancia para los trabajadores expuestos al glifosato en Colombia’*, busca brindar nuevos conocimientos con respecto al seguimiento y control de esta sustancia en el país en materia ocupacional, debido a que las investigaciones que se han realizado se enfocan en las aspersiones aéreas en la lucha antidrogas (13). De 30 artículos publicados en la base de datos PubMed sobre el glifosato en Colombia, desde el 2002 hasta el presente año, 50% de ellos hablan de su uso para combatir el narcotráfico; en Science Direct, el 28.12% de los artículos de los últimos 5 años se enfocaron en dicho tema; el porcentaje restante se enfoca en su relación con los diferentes cultivos en los que es utilizado: algodón, frijol, caña de azúcar, arroz, sus propiedades y su comportamiento. En la búsqueda Integrada de la Universidad El Bosque, se encontraron 47 de los artículos más relevantes según la base de datos de la misma, y 42.55% se relacionan al glifosato y la erradicación de los cultivos de coca. Dentro de estos se encuentran *“The health consequences of aerial spraying illicit crops: The case of Colombia”* de Adriana Camacho y Daniel Mejía, *“Moving back in policy banning glyphosate use in Colombia”* de Álvaro Idrovo, *“Medicinal Marijuana, Inc.: A Critique on the Market-led Legalization of Cannabis and the Criminalization of Rural Livelihoods in Colombia”* de Irene Vélez, entre otros.

En todas las investigaciones mencionadas anteriormente, se evidencia un enfoque hacia el uso de glifosato en los cultivos ilícitos, las reacciones que presenta sobre el suelo y la salud de las personas cuando se utiliza en la lucha antidrogas, y sobre el debate que genera su prohibición en este campo, pero no se encuentran estudios enfocados en el seguimiento a la exposición ocupacional, afectaciones en salud y controles existentes en los lugares de trabajo. Esto permite comprobar la necesidad de abordar a fondo la exposición ocupacional a glifosato de los trabajadores en la actualidad, y establecer medidas de evaluación e intervención.

Según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (14), el uso del glifosato en cultivos agrícolas representa el 95 % del consumo de este producto en el país. Según la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), en 2016 se hizo aspersión aérea en 37 mil hectáreas de cultivos ilícitos, mientras que el MADR indica una aplicación en más de 6 millones de hectáreas de cultivos agrícolas. Adicionalmente, se deben sumar las dosis que se utilizan como madurante de cultivos, especialmente de caña de azúcar en el Valle del Cauca.

En el Tercer Censo Agropecuario realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (15), se evidenció que 7.1 millones de hectáreas son dedicadas a cultivos en el país, dentro de las cuales habían 2,7 millones de productores, el 73,3% de ellos son residentes; los departamentos con más habitantes son Boyacá, Cundinamarca y Nariño, los cuales tienen 35,3% de la población. Para los



cultivos en los que se utiliza el glifosato, para el año 2019, 839 mil hectáreas se dedicaban al café, 546 mil a la palma de aceite, 299 mil a la caña de azúcar y 327 mil al maíz amarillo (16).

Con lo anterior en consideración, si sólo el 5% de los agricultores usan glifosato, serían 135 mil personas propensas a presentar efectos adversos en la salud: Alzheimer, Parkinson, síndrome del intestino permeable (17), Linfoma no hodgkiniano (18), trastorno del espectro autista (TEA) (19), entre otros.

Por otro lado, en un estudio que se realizó en el Sinú Medio y Bajo en el departamento de Córdoba en 2016 (20), sobre las prácticas empleadas por fumigadores de plaguicidas, se entrevistaron 486 trabajadores agrícolas en cultivos de algodón y maíz, involucrados en el proceso de almacenamiento, distribución, transporte y compra de los productos. Estas personas están en un rango de edad entre los 16 y los 75 años, y en el que se evidenció mayor participación del género masculino, siendo 19 hombres por cada mujer. Se identificó que estas personas trabajan de manera informal, con salario a destajo y sin seguridad social; adicionalmente, se encontró que el 42.8% de ellos cuentan con condición de analfabetismo, lo cual aumenta la probabilidad de tener un mal uso o manipulación de las sustancias de las que están a cargo.

Teniendo esto en cuenta, ***el establecimiento de un planteamiento de un protocolo de vigilancia para el seguimiento y sus efectos en salud en los trabajadores expuestos al glifosato en Colombia, toma cada vez más relevancia al considerar no sólo los riesgos de la exposición a esta sustancia, sino la falta de control que se evidencia actualmente.*** Con este protocolo, se va a poder garantizar a los trabajadores expuestos, mejores condiciones de trabajo, protección a su salud durante todo su ciclo de vida, y un mayor conocimiento para ellos y sus empleadores.

## Objetivos

### *Objetivo general:*

Establecer un protocolo de vigilancia en las personas expuestas al glifosato en los cultivos agrícolas colombianos en el año 2021.

### *Objetivos específicos:*

- Caracterizar las condiciones de trabajo en el ciclo de vida del glifosato, donde se describirán los procesos y se identificarán los factores de riesgo asociados a la exposición a glifosato en los trabajadores involucrados.
- Elaborar un protocolo de evaluación de condiciones de trabajo para la determinación del riesgo ambiental, a partir de los criterios técnicos y metodológicos para realizar el monitoreo de la exposición a glifosato.
- Elaborar un protocolo de vigilancia médica, en el que se establezcan las pruebas para tamizaje y pruebas confirmatorias.
- Construir el proceso de intervención para los trabajadores expuestos a glifosato, en el que se acople el protocolo de condiciones de trabajo y de vigilancia médica.

## Aspectos metodológicos

### *Materiales y métodos*

Esta investigación se llevará a cabo a través de un método descriptivo, en el cual se especificarán las condiciones de trabajo de la población expuesta al glifosato en los cultivos agrícolas del país, tanto en el ambiente como en la salud de los mismos. Se brindarán detalles de cada uno de los protocolos construidos durante el estudio, así como la herramienta consolidada.

El método de recolección de información será por medio de la revisión de la literatura existente sobre el glifosato en revistas, libros, artículos científicos y de revisión, y tesis relacionadas con la exposición a glifosato y de vigilancia médica.

### *Desarrollo de los Objetivos*

Objetivo específico	Actividades a realizar	Entregables de cada actividad	Recursos
1. Caracterizar las condiciones de trabajo en cultivos donde se utilice el glifosato, donde se describirán los procesos y se identificarán los factores de riesgo asociados a la exposición a glifosato en trabajadores de cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la literatura actualizada.</li> <li>- Clasificación de la información.</li> <li>- Descripción de los pasos en los procesos de manipulación del glifosato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de proceso/flujo de trabajo.</li> <li>- Lista de riesgos identificados en el proceso de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bases de datos de la biblioteca, Universidad El Bosque.</li> <li>- Repositorios universitarios.</li> <li>- Artículos en internet.</li> </ul>
2. Elaborar un protocolo de condiciones de trabajo para la determinación del riesgo ambiental, a partir de los criterios técnicos y metodológicos para realizar el monitoreo de la exposición a glifosato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación cuantitativa a partir de la higiene industrial.</li> <li>- Detallar la metodología para el reconocimiento del riesgo.</li> <li>- Planteamiento del monitoreo a la exposición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa conceptual sobre la vigilancia de las condiciones de trabajo en cada una de las etapas del ciclo de vida del Glifosato</li> <li>- Matriz con estrategia de muestreo</li> <li>- Flujograma con aplicación de la matriz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos de la biblioteca, Universidad El Bosque.</li> <li>- Repositorios universitarios.</li> <li>- Artículos en internet.</li> </ul>
3. Elaborar un protocolo de condiciones de vigilancia médica, en el que se	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de exámenes desde antes de la vinculación hasta el retiro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento de protocolo de condiciones de salud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos de la biblioteca, Universidad El Bosque.</li> </ul>

establezcan las pruebas para tamizaje y pruebas confirmatorias.		- Matriz con información toxicológica, del glifosato.	- Repositorios universitarios. - Artículos en internet.
4. Construir el proceso de intervención para los trabajadores expuestos a glifosato, en el que se acople el protocolo de condiciones de trabajo y de vigilancia médica.	- Planteamiento de las medidas de control en el puesto de trabajo. - Identificación de EPP necesarios para la disminución del riesgo.	- Medidas de intervención y control del riesgo por exposición a glifosato, de manera individual y en el entorno laboral.	- Base de datos de la biblioteca, - Universidad El Bosque. - Repositorios universitarios. - Artículos en internet.

*Fuente: elaboración propia.*

### *Consideraciones éticas*

De acuerdo con el Código de ética para Profesionales en Salud Ocupacional de la ICOH (21), el objetivo principal de la práctica de la salud ocupacional es promover la salud de los trabajadores, un entorno de trabajo seguro, proteger la capacidad de trabajo de los trabajadores y su acceso al empleo. Teniendo esto en cuenta, ***este proyecto está alineado con el deber de utilizar métodos válidos para la evaluación de los riesgos, así como el desarrollo de programas que promuevan ambientes seguros, lo cual se evidenciará en el protocolo de vigilancia de las condiciones del ambiente y de los efectos en salud;*** adicionalmente, el proyecto está comprometido con la información y comunicación del conocimiento adquirido durante toda la investigación, para mejorar la calidad del entorno y de la salud de los trabajadores involucrados.

Para la vigilancia de la salud de los trabajadores, se siguen las Directrices técnicas y éticas para la vigilancia de la salud de los trabajadores de la OIT (71), dentro de las cuales se establece que el proceso debe organizarse para cumplir los objetivos de seguridad y salud en el trabajo, en consideración de la naturaleza de los riesgos laborales, los requisitos de salud del trabajo, el estado de salud de la personas, los recursos, y el entendimiento de las funciones y propósitos del proceso por parte de los trabajadores y empleadores, así como de las leyes y reglamentos pertinentes.

Adicionalmente, la vigilancia debe involucrar todas las partes a nivel micro y macro, desde la empresa hasta niveles regionales, lo cual se garantiza al cubrir todo el ciclo de vida de la sustancia. Por último, la investigación cumple con los tres componentes mencionados en las directrices: recolección de información de diferentes fuentes, análisis de los datos, y ejecución y seguimiento (71).

En cuanto a la Resolución 8430 de 1993 (70), sobre las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, este proyecto no aplica para tener un Comité de Ética puesto que la

investigación está basada en literatura y estudios relacionados al glifosato, pero no se llevarán a cabo investigaciones en humanos; por esta misma razón no se necesita consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación.

Por otro lado, esta investigación no tiene riesgo alguno, ya que para este estudio se desarrollarán métodos de investigación documental retrospectivos, y no se realizará ninguna intervención en las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas (70) por lo que la probabilidad de afectar a la población objetivo son nulas, adicionalmente, al ser un proyecto teórico, no hay posibilidad de una interacción negativa en el ambiente y en los trabajadores expuestos a glifosato.

## Resultados

Antes de iniciar con el desarrollo de la investigación y los resultados, es importante definir la estructura del protocolo de vigilancia de las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores, y la manera de intervenir los riesgos, teniendo como referencia los 3 modelos vistos en el Marco teórico. El protocolo de vigilancia planteado para este caso sigue la siguiente estructura, la cual permitirá a las partes interesadas enfocarse en la información relevante y permitirá mantener un mismo enfoque durante el estudio:

1. Justificación
2. Objetivos
3. Población objeto de estudio
4. Vigilancia ambiental
5. Vigilancia del individuo expuesto
6. Evaluación de salud
7. Medidas de intervención

Los tres primeros puntos se encuentran en el Anexo A de este documento, mientras que los otros cuatro se desarrollarán a lo largo de estos capítulos.

### **1. Condiciones de trabajo en el ciclo de vida del glifosato, procesos y factores de riesgo asociados a su exposición**

Para desarrollar un protocolo de vigilancia para los trabajadores expuestos a glifosato, es importante conocer primero los procesos y las condiciones de trabajo en las que está presente dicha sustancia, desde su fabricación hasta su disposición final, para posteriormente identificar los factores de riesgo asociados y poder plantear el programa de vigilancia. Para esto, se debe realizar una búsqueda de información sobre el uso actual del glifosato en los cultivos de Colombia, población expuesta, concentraciones, medidas de control existentes, ciclo de vida de la sustancia química y demás factores que permitan tener una imagen amplia de la problemática existente.

#### *1.1. Glifosato en Colombia y el mundo*

En Colombia, los principales sistemas agrícolas que exigen la mayor cantidad de plaguicidas incluyen la producción de arroz mecanizada y de regadío, banano, caña de azúcar y palma de aceite agroindustrial, principalmente para exportación; producción de papa y frijol principalmente por pequeños agricultores; cultivo de flores en invernadero, para la exportación; producción de café, en gran parte por pequeños agricultores y para la exportación (20). ***El glifosato está registrado en cultivos como sorgo, palma africana, plátano, cacao, maíz, caucho y algodón (8).***

Estos cultivos se encuentran en diferentes regiones del país. Por ejemplo, el arroz se cultiva en el valle del Cauca, en las llanuras del departamento de Bolívar, el valle en Tolima, Huila, Cesar y la zona de Boyacá-Meta; el plátano se cultiva en los valles de Caldas, Valle, Antioquia y Tolima; el banano, por otra parte, se produce en las zonas de Santa Marta y Urabá y los valles de Antioquia, Chocó (cuenca del Baudó) y la región de Tumaco (Nariño) (38); en la Tabla 1 se encuentran los diferentes cultivos y las regiones representativas.

En 2014, se usaron más de 29 mil toneladas de este Glifosato en todo el mundo (24). Para el 2016, se produjeron 8891 toneladas de glifosato en el país, que representaron el 16.99% de las ventas del total de plaguicidas químicos de uso agrícola. Adicionalmente, se importaron 24 toneladas del ingrediente activo, 7 mil toneladas de materia prima y 172 toneladas de producto terminado desde China y Brasil. Por otro lado, se realizaron exportaciones de 124 toneladas y 1 millón de litros de la sustancia a países como México, Ecuador y Perú (23).

En ese mismo año, los estados de Illinois y Iowa utilizaban un promedio de 10 mil y 11 mil toneladas (42), como se puede ver en la figura 4, la cual muestra un ranking de los diferentes estados de Estados Unidos y cantidad de glifosato utilizado, de mayor a menor y viceversa.

*Tabla 1. Cultivos en donde se utiliza el glifosato y su región*

<b>Piso térmico</b>	<b>Producto</b>	<b>Característica de la tierra</b>	<b>Región</b>
<b>Caliente</b>	Arroz	Valles y llanuras calientes y muy húmedos.	Cauca, llanuras del departamento de Bolívar, el valle en Tolima, Huila, Cesar y la zona de Boyacá-Meta.
	Algodón	Tierras cálidas y templadas con temperaturas de 19 a 28 grados. Valles y llanuras calientes, con humedad moderada, no excesiva.	Magdalena, Cesar, Atlántico, Córdoba y Bolívar, Tolima, Valle, Meta y Huila.
	Plátano	Valles cálidos.	Caldas, Valle, Antioquia y Tolima.
	Caña de Azúcar	Pisos cálido y templado Son cálidas y húmedas, particularmente con clima de sabana.	Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Cesar, Norte de Santander, Tolima, Caldas, Cundinamarca y en la costa en el departamento de Bolívar.

	Maiz	Se produce en todos los pisos térmicos, pero en las tierras bajas y fértiles da tres cosechas al año.	Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Córdoba, Meta, Magdalena y Valle del Cauca.
	Caucho	Zonas entre 0 y 1.200 m sobre el nivel del mar.	Región de la Orinoquía, Guaviare y Guainía, Norte de Santander y Antioquia. (39)
	Sorgo	Zonas entre 0 y 1.200 m sobre el nivel del mar con temperaturas entre los 26 y los 27 °C. (40)	Subregiones naturales del valle geográfico del río Magdalena, Caribe seco, Caribe húmedo y Orinoquía.
	Café	Zonas entre los 1.300 y los 1.800 m de altura, aunque crece desde el nivel del mar hasta los 2000 m. Exige humedad y tierras con elementos apropiados: una temperatura de 17 a 23 °C.	Quindío, Caldas, Risaralda, Antioquia, Tolima y Valle del Cauca, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander y Cauca.
	Fríjol	Zonas entre los 900 hasta los 2.700 metros sobre el nivel del mar.	Antioquia, Caldas, Norte de Santander, Valle del Cauca.
<b>Templada</b>	Cacao	Zonas desde el nivel del mar hasta los 900 metros. Se desarrolla en una temperatura entre los 22 y los 30 °C.	Huila, Arauca, Antioquia, Cauca, Antioquia, Tolima y Nariño.
	Palma africana	Zonas con alturas hasta los 500 m sobre el nivel del mar. La precipitación óptima debe ser entre 1.500 y 2.200 mm.	Santander, Meta, Tolima y Caquetá.
<b>Fría</b>	Papa	Zonas entre los 2.000 y 3.000 metros de altura.	Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Antioquia, Huila y Santander.
	Flores	Zonas entre los 2.500 y 2.700 metros sobre el nivel del mar.	Cundinamarca y Antioquia.(41)

*Fuente: Agro P&C. La agricultura en Colombia (38).*



Figura 4. Los estados que más (y menos) utilizan el glifosato en Estados Unidos



Fuente: H. Sophie (42).

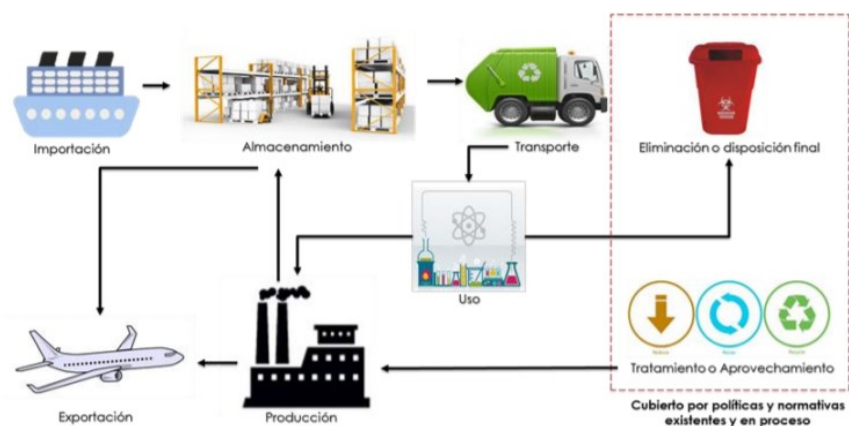
Para el 2018, según el director técnico de inocuidad e insumos agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), José Roberto Galindo, en Colombia se usan al año 10.5 millones de litros de glifosato en cultivos (24).

Actualmente, se encuentra en más de 750 productos en Estados Unidos (24), y en Colombia hay alrededor de 100 productos herbicidas registrados en el ICA, cuyo ingrediente activo es el glifosato, y cuyas concentraciones comúnmente encontradas son de 360 g/L, 480 g/L, 680 g/Kg, 747 g/Kg (25). En el Anexo B. se encuentra la lista de los productos registrados en el país.

### 1.2. Ciclo de vida del glifosato

El glifosato, como cualquier otra sustancia química, tiene un ciclo de vida, el cual consiste en las etapas por las que pasa este durante su vida útil. **“Inicia con la producción o importación de la sustancia, lo que requiere de un almacenamiento temporal mientras es transportada a las instalaciones donde va a ser utilizada. En la etapa de uso de la sustancia química se generan productos que se exportan o se consumen localmente, además de subproductos denominados residuos, que bien pueden terminar su vida útil con la eliminación o disposición final, o bien pueden ser nuevamente introducidos al ciclo productivo mediante tratamiento o aprovechamiento”** (43), como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas



Fuente: Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia (43).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en compañía de la OMS, en su publicación sobre Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (44), menciona que una de las principales razones que impulsaron este Enfoque fue el reconocimiento de las diferencias entre los países para gestionar los productos químicos en condiciones de seguridad, la necesidad de aumentar las sinergias entre los instrumentos y procesos actuales, y el sentido de urgencia para evaluar y gestionar los productos químicos con más eficacia.

Este debe cumplir con ciertos objetivos, que son:

- Reducción de los riesgos: reducir al mínimo los riesgos para la salud humana, incluyendo a los trabajadores, y el medio ambiente; velar por las personas y ecosistemas que son vulnerables a los productos químicos; aplicar estrategias de gestión de los riesgos que sean transparentes, amplias, eficaces y eficientes; considerar como prioridad las medidas preventivas; reducir la generación de desechos peligrosos; promover alternativas más seguras, entre otras (44).

- **Conocimientos e información:** velar para que la información sea suficiente para la evaluación y gestión de los productos químicos, asegurar que las partes interesadas puedan acceder a la información y pueda ser difundida, así como garantizar la seguridad de la información confidencial; velar porque las normas, resultados y conclusiones basadas en datos científicos estén a disposición de todos los agentes, etc (44).
- **Gobernanza:** garantizar la gestión racional de los productos químicos a través de mecanismos regionales, nacionales e internacionales, si es necesario; promover el cumplimiento de las leyes relacionadas con la gestión de los productos químicos durante su ciclo de vida; promover la cooperación internacional entre las instituciones interesadas; asegurar la participación de la mujer, y otras (44).
- **Creación de capacidad y cooperación técnica:** aumentar la capacidad para la gestión racional de los productos químicos en todos los países; establecer o fortalecer las asociaciones y los mecanismos de cooperación técnica; fomentar a que los interesados directos promuevan sus propios programas de seguridad de los productos; promover el conocimiento de organizaciones y otros agentes sobre la seguridad en la gestión de productos químicos, etc (44).
- **Tráfico internacional ilícito:** prevenir el tráfico ilícito de químicos tóxicos, peligrosos y restringidos; reforzar los mecanismos para la prevención, y promover el intercambio de información y aumento de la capacidad para prevenir y controlar el tráfico ilícito de estas sustancias (44).

Estos objetivos relacionan todas las partes del ciclo de vida del glifosato, y van desde lo micro hasta lo macro, pues no sólo se enfoca en los trabajadores expuestos, sino también en el ecosistema, en los gobiernos, en la alianza entre países para mejorar las condiciones técnicas de las sustancias químicas, y el control de procedimientos ilícitos que pueden llegar a presentarse. Es por eso que cobra más importancia contrarrestar estos objetivos con cada una de las etapas del ciclo de vida del glifosato.

### *1.3. Elaboración del glifosato*

El glifosato en su presentación comercial se da en forma de concentrados solubles de la sal isopropanolamina del N- (Fosfonometil) glicine, en los cuales se integran el Glifosato como ingrediente activo y los ingrediente inertes requeridos para cada tipo de formulación comercial. Aunque la forma de comercialización más común son los concentrados solubles en agua, también es posible tener acceso a preparaciones como concentrados emulsionables, polvos mojables, formulaciones granulares, encapsuladas y demás (51). El glifosato es insoluble en solventes orgánicos, como la acetona, el etanol y el xileno (64).

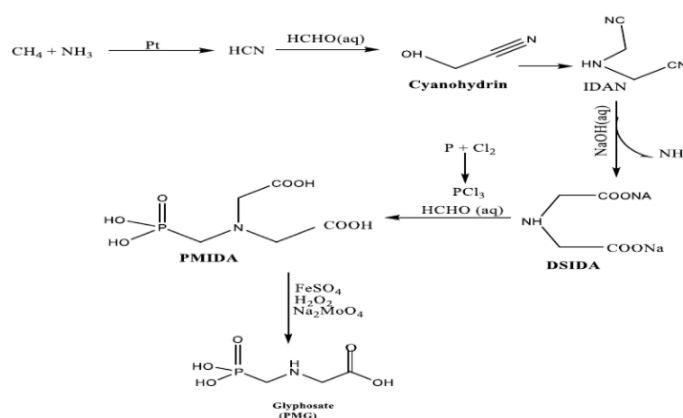
Iniciando con la etapa de fabricación, existen varias rutas industriales para la producción de glifosato con fines comerciales. Estos métodos incluyen el ácido clorometílico, el ácido iminodiacético (IDA), el

fosfito, etc., sin embargo, los tres métodos principales de producción industrial de glifosato incluyen el uso de ácido cianhídrico (HCN), glicina y dietanolamina (DEA) como materiales de la ruta del ácido iminodiacético (IDA). El primero se utiliza principalmente en China como material de partida de la ruta dialquil fosfito de glicina; estas dos rutas tienen una pureza de no menos del 93,5% de glifosato del polvo original. Un paso de reacción clave en la ruta rentable para la síntesis de glifosato es la deshidrogenación de dietanolamina (DEA) para formar ácido disodioiminodiacético (DSIDA). Según se informa, la tecnología de proceso inicial utilizó un catalizador de cobre Raney en un reactor de suspensión para lograr esto (45).

### 1.3.1. Síntesis del glifosato a partir del HCN

El gas natural es la materia prima de partida para el proceso de HCN. Al principio, el HCN se sintetiza con gas natural y amoníaco, catalizado por platino. El HCN resultante, a su vez, reacciona con formaldehído para obtener cianohidrina, que posteriormente reacciona con amoníaco para obtener iminodiacetonitrilo (IDAN). El IDAN resultante se hidroliza en hidróxido de sodio acuoso para obtener ácido iminodiacético (DSIDA) y el subproducto de amoníaco se recupera y recicla para el siguiente lote de IDAN. DSIDA, cloruro de fósforo (PCl<sub>3</sub>) y el formaldehído luego se hacen reaccionar en una solución acuosa para obtener ácido N-fosfonometiliminodiacético (PMIDA), a través de la reacción de Mannich (reacción orgánica que consiste en una aminoalquilación de un protón ácido colocado junto a un grupo funcional carbonilo por formaldehído y una amina primaria o secundaria o amoníaco). En el paso final, el PMIDA se oxida para producir el producto objetivo, glifosato, cómo se puede observar en la figura 6. Este proceso comparte el 20% de la producción de glifosato en China (45).

Figura 6. Síntesis del glifosato a partir del HCN



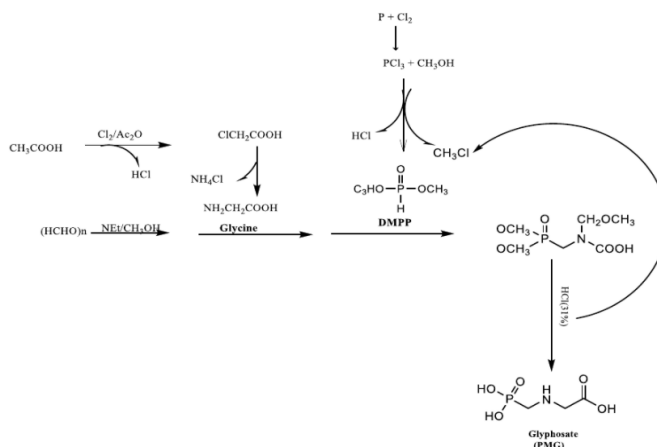
Fuente: Ogechukwa R (45).

### 1.3.2. Síntesis del glifosato a partir de glicina

Inicia con glicina, dimetilfosfonato (DMPP) y paraformaldehído como materias primas clave. Al principio, el paraformaldehído sufre una reacción de despolimerización catalizada por trietilamina en metanol anhidro. Sucesivamente reacciona con glicina y DMP, luego se agrega ácido clorhídrico acuoso concentrado (31%) a la solución obtenida y se calienta a reflujo y se forma el producto objetivo, como se observa en la figura 7. La glicina se prepara principalmente mediante la reacción de ácido cloroacético con amoníaco en una solución de metanol. El ácido cloroacético se sintetiza mediante la cloración del ácido acético con cloro. El DMPP se prepara mediante la reacción de  $PCl_3$  con metanol anhidro mediante la reacción de Arbuzov (reacción química de un fosfito de trialquilo y un haluro de alquilo para formar un fosfonato) (45).

Este método es menos costoso, limpio y eficiente y ofrece un mejor rendimiento y una contaminación ambiental mínima o nula. El proceso de glicina es el proceso más utilizado en China, con una participación del 60% de la producción de glifosato (45).

Figura 7. Síntesis del glifosato a partir de glicina



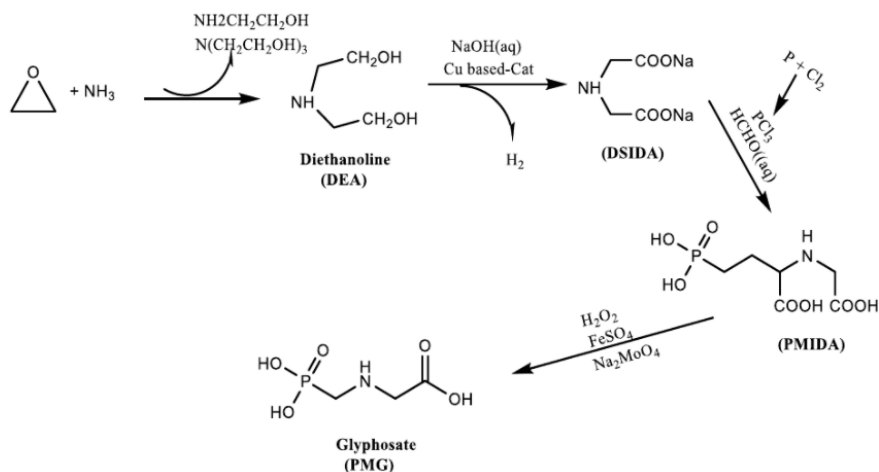
Fuente: Ogechukwa R (45).

### 1.3.3. Síntesis del glifosato a partir de DEA

Esta es la ruta sintética más rentable para la producción de glifosato. El óxido de etileno es el paso de inicio en el proceso de producción de glifosato DEA. El óxido de etileno se hace reaccionar con amoníaco líquido en un reactor tubular continuo para producir la mezcla de monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA) y trietanolamina (TEA) (45).

La proporción de MEA, DEA y TEA se puede ajustar según las demandas del mercado. A continuación, la DEA se oxida catalíticamente a ácido iminodiacético disódico (DSIDA) con un catalizador a base de cobre en condiciones básicas en solución acuosa. Luego, DSIDA,  $PCl_3$  y formaldehído se hacen reaccionar a través de la reacción de Mannich. Finalmente, el PMIDA se oxida para obtener el producto objetivo, el glifosato, como se observa en la figura 8. La deshidrogenación catalítica de dietanolamina es el paso clave del proceso DEA (45).

Figura 8. Síntesis del glifosato a partir de DEA



Fuente: Ogechukwa R (45).

#### 1.4. Almacenamiento y transporte - FAO

Para el almacenamiento, la FAO en sus especificaciones sobre la elaboración y uso de plaguicidas (46), menciona 2 condiciones de almacenamiento para los productos dispersables, la primera es que después de un almacenamiento a  $0 \pm 2^\circ C$  durante 7 días, el volumen de sólido y/o líquido que se separe no deberá ser superior a 0.3 ml, y la segunda es que después de un almacenamiento a  $54 \pm 2^\circ C$  por 14 días, el contenido de ingrediente activo promedio medido no debe ser inferior a X% en relación al contenido

promedio medido antes del almacenamiento y la formulación deberá seguir cumpliendo con las cláusulas de subproductos de fabricación o almacenamiento, acidez, alcalinidad, rango de pH, estabilidad de la dispersión, si es requerido.

Posteriormente, se realiza el transporte del producto terminado para su venta y uso. Antes de la dispersión, es importante verificar que el producto tenga la forma de un líquido homogéneo estable, exento de materia suspendida y de sedimentos visibles, para ser aplicado como dispersión después de la dilución en agua (46).

### *1.5. Aplicación*

Para su preparación, la FAO (47) menciona que se debe leer la etiqueta del producto, agitar el envase del producto sólo si así lo indica la etiqueta, y posteriormente seguir estos pasos:

- Verter y medir cuidadosamente la cantidad calculada.
- Llenar el tanque de la asperjadora hasta la mitad con agua limpia. Agregar el producto medido, posteriormente enjuagar el recipiente de medición y verter éstos en el tanque.
- Ajustar la tapa de la asperjadora y agitar suavemente la asperjadora para mezclar su contenido.
- Retirar la tapa, rellenar con agua hasta el nivel correcto y mezclar de nuevo.
- Desechar los envases vacíos con seguridad y, si es posible, devuélvase a los suministradores.

Estas instrucciones se pueden observar en productos como GLIFOGLEX® (26), GLIFOSATO CONCENTRADO HA® de YPF S.A (27) y GLIFOSATO 48% SL® de Solchem (28).

La etiqueta del producto GLIFOSATO CONCENTRADO HA® (27), menciona también que para los equipos de mochila se debe preparar una solución de 1 a 2 litros del producto en 100 L de agua limpia (1-2 %), luego se moja el follaje en forma uniforme. En equipos de gota controlada (CDA) la solución se prepara con 1 L de la sustancia en 9 L de agua. En aplicaciones aéreas se debe utilizar un volumen total de 15 a 30 L por hectárea (26). Para GLIFOGLEX®, en los equipos terrestres, en cobertura total, se utiliza la dosis diluida en 80 a 120 litros de agua limpia por hectárea, con una presión de trabajo de 25 a 40 lb/pulgada cuadrada, y para el GLIFOSATO CONCENTRADO HA® debe utilizarse la dosis recomendada diluída en agua limpia, a razón de 60-100 L/ha.

Por otro lado, para el GLIFOSATO 48% SL®, adicional al paso de llenar el tanque hasta la mitad, en un recipiente aparte se debe diluir la cantidad necesaria de la sustancia en un poco de agua y verter la solución al estanque a través del filtro. Durante el proceso de llenado y posterior aplicación, se debe mantener el agitador funcionando constantemente (28).

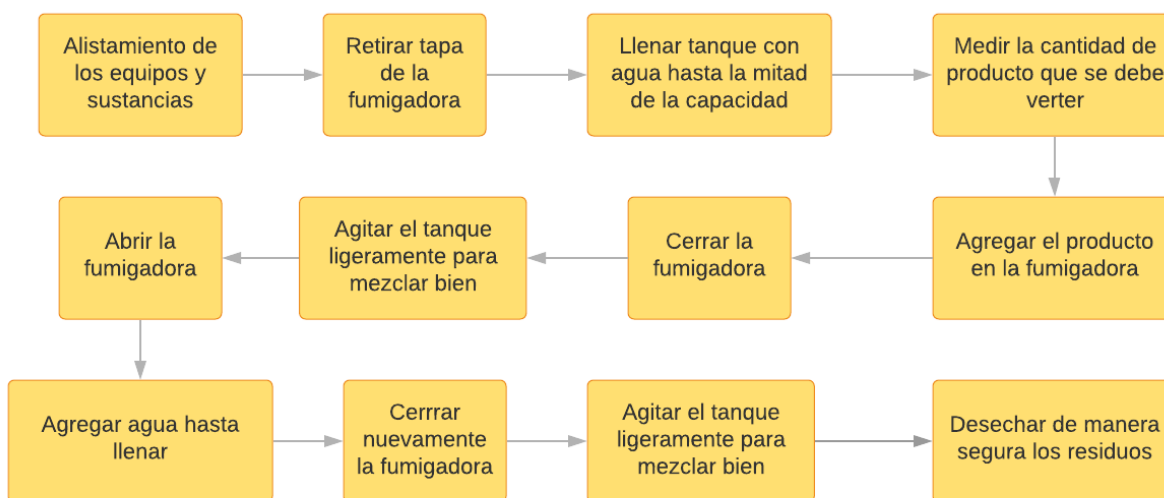
Pesticidewise ES (29), brinda información más detallada con cada uno de los instrumentos que se requieren, y los pasos a seguir, para una preparación segura de los herbicidas, para equipos de mochila:

- Producto herbicida correctamente sellado.
- Fumigadora o equipo de mochila, revisada y calibrada.
- Agua limpia.
- Bandeja de mezclas.
- Caja de plaguicidas para su almacenamiento.
- Notas de planificación.
- Jarras y cilindros de medida.
- Equipo contra derrames (cepillo, recogedor, arena o tierra, bolsa o recipiente de plástico que pueda etiquetarse de manera segura).

El lugar para hacer la mezcla debe ser seguro, no debe estar cerca de animales, niños, aguas superficiales, fuentes de agua potable, lugares habitados y demás áreas sensibles (29,47).

En la Figura 9 se muestra el paso a paso para la preparación de la mezcla para la aspersion para los equipos de mochila (29).

*Figura 9. Flujograma del proceso de preparación de un herbicida*



*Fuente: Pesticide Wise ES (29).*

En caso de que se presente algún derrame de la solución en el suelo, se debe cubrir con una mezcla de cloro o detergente con cal hidratada (72) para que se absorba y limitar que se disperse; se recoge con el cepillo y recogedor, y se deposita en la bolsa o recipiente de plástico para ser etiquetado y disponer de éste de manera segura (29).

Teniendo este proceso en cuenta, se puede identificar el gran riesgo de entrar en contacto directo con la sustancia, por la naturaleza del proceso de preparación del glifosato. Cabe destacar que, se ha evidenciado



que las personas que manipulan este producto en los cultivos colombianos, no siempre usan los elementos de protección pertinentes (20), lo cual incrementa el nivel de riesgo de los trabajadores como resultado de dicha exposición.

Los herbicidas generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de gómulas dirigida hacia la maleza objetivo. ***“La concentración del ingrediente activo en la solución de aspersión varía entre 0.1% a 10% y el volumen de aplicación desde 100 hasta 400 L/ha, dependiendo del producto y del método de aplicación. Sin embargo, con la aplicación mediante discos giratorios, a veces se usan volúmenes de hasta 10 L/ha y concentraciones de hasta 50%”*** (47).

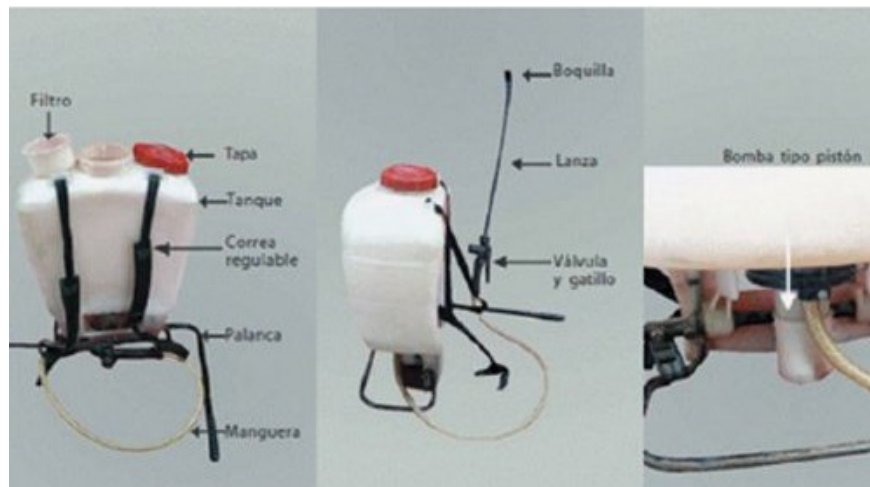
Para la aspersión, existen diferentes equipos que se utilizan dependiendo la cobertura que se quiera lograr, ya que existen tres formas de aplicación: en cobertura total, en banda, y aplicaciones dirigidas (48). Dentro de estos equipos están los de mochila, regaderas, equipos de gota controlada, entre otros. Iniciando por las asperjadoras de tipo mochila, son el equipo más utilizado para aplicar herbicidas. Generalmente, es un tanque plástico, que se ubica de forma vertical sobre el suelo para su llenado y se ajusta sobre la espalda del operador, y tiene una capacidad entre 10 a 20 litros (47), como se puede observar en la figura 10.

Lo ideal es que el tanque cuente con una apertura de 90-100 mm de diámetro para facilitar su llenado y limpieza, usualmente tiene acoplado un filtro grueso. La tapa debe tener un ajuste hermético y debe poseer un respiradero, con una válvula para evitar goteo del líquido de aspersión (47).

Las mochilas accionadas por palanca se cargan ya sea por encima o por debajo del brazo. La palanca acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. La bomba de diafragma accionada por palanca es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 KPa. Para mantener la presión de operación en la cámara, la palanca debe ser accionada aproximadamente 30 veces por minuto. Estos equipos pueden mantener una presión constante dentro de la cámara mediante una válvula de escape de presión, que en algunas mochilas se puede ajustar cuando se requieren presiones de aspersión alternativas (47).

Otro tipo es la de compresión o neumática, en la cual se presuriza el tanque con una bomba de aire antes de la aspersión. Se deja un espacio de aproximadamente 25-35% de espacio de aire sobre el líquido y la bomba de aire. Las desventajas de este tipo de aspersión incluyen: la caída de la presión en la medida que el líquido se va distribuyendo y que se tiene que tener gran cuidado al abrir la tapa para aliviar la presión interna del tanque (47).

*Figura 10. Equipo de tipo mochila*



*Fuente: Portal frutícola (99).*

Antes de cualquier aspersión, se debe calibrar la asperjadora, usando agua limpia como solución de aspersión. Se deben determinar tres factores básicos durante este proceso: la velocidad de traslado, el caudal de la boquilla (según tipo y presión de aplicación) y el ancho de la estela (47).

En la figura 11 se puede observar el equipo de aplicación de disco giratorio, el cual crea una fuerza centrífuga que divide el líquido en gómulas en la periferia del disco, el cual es accionado por un motor movido por baterías, y algunos por una bomba de aire manual. El líquido es depositado sobre el disco por gravedad y se aplican de 10 a 50l/ha como una aspersión de media a gruesa. Una ventaja de este equipo es que el caudal del flujo y la velocidad del disco determinan el tamaño de las gómulas y, al ajustarse correctamente, los tamaños de las gómulas quedan en un rango estrecho de tamaños, permitiendo minimizar la deriva. Se usan más que todo para aplicación de insecticidas y fungicidas con tamaños de gómulas en el rango de 50 -150  $\mu$ m (47).

*Figura 11. Equipo de disco giratorio o gota controlada (CDA)*



*Fuente: Croper (100).*

Siguiendo con el pulverizador de brazo (Figura 12), es el tipo de aparato más común para aplicar herbicidas en la agricultura a gran escala. Un pulverizador tiene muchos componentes, los más importantes son las boquillas, que dividen el herbicida en muchas pequeñas gotas que se proyectan a través del aire hacia el objetivo. La boquilla es el único componente del pulverizador que determina directamente la eficacia de la pulverización. Todos los demás componentes son necesarios para colocar las boquillas y proporcionarles un suministro continuo de herbicida a la presión correcta, por lo que la selección y el funcionamiento correctos de la boquilla son fundamentales para una pulverización exitosa (49).

*Figura 12. Equipo pulverizador de brazo*



*Fuente: Agroempresarios (101).*

Los atomizadores o regaderas (Figura 13), por otro lado, son una forma útil pero imprecisa de aplicación en áreas extensas, ya que dependen del viento para arrastrar el herbicida. Tiene como desventaja que si el viento es demasiado ligero o la velocidad de pulverización demasiado alta, el ancho de la franja disminuirá, lo que posiblemente cause una sobredosis y el desperdicio de productos químicos. Además, si el viento es demasiado fuerte, aumenta el ancho de la franja, lo que reducirá la tasa de aplicación de productos químicos y aumentará el riesgo de daños por la deriva de la pulverización (49). Son el equipo más común para aplicación de herbicidas en algunas fincas o predios pequeños (47).

*Figura 13. Atomizador*



*Fuente: Made in China (102).*

También existen los limpiaparabrisas (49) (Figura 14), que están hechos de una tira vertical de material unida a un marco horizontal. La franja vertical, o manta, actúa como superficie de limpieza haciendo contacto directo con la maleza objetivo. Generalmente se usa un herbicida no selectivo con un control exitoso de malezas que depende de la diferencia de altura entre el cultivo y la maleza. El herbicida se puede aplicar selectivamente a estas plantas sin dañar las leguminosas de los pastos o las plántulas nativas en las áreas de revegetación.

*Figura 14. Limpiaparabrisas*



*Fuente: Forestry suppliers (103).*

Otros equipos, menos utilizados, son los aplicadores de mecha de cuerda, que consisten en una serie de cuerdas impregnadas, como se puede observar en la Figura 15, con un herbicida no selectivo, generalmente glifosato. Son útiles para el control de malezas altas en un cultivo o pasto, puesto que la pulverización normal con un herbicida no selectivo no sería posible en esta situación, sin embargo, sí se puede mover un aplicador de mecha de cuerda por encima del cultivo o pasto y limpiar el herbicida solo sobre las malezas más altas, por lo que se obtiene un control selectivo. Debido a que solo pueden operar a velocidades lentas y las cuerdas son muy caras, los aplicadores de mecha de cuerda no han ganado una amplia aceptación (49).

Por último, se encuentran los equipos de aspersión aérea (Figura 16) los cuales son utilizados a gran escala, consisten en aeronaves que se adecuan para el proceso. ***“Existen varios tipos de equipo para aplicación aérea, los cuales pueden ser de ala fija o rotatoria. De ala fija son todos los aviones de diferentes envergaduras, incluidos los ultralivianos. De ala rotatoria son los helicópteros”*** (66), éstos tienen una bomba para empujar el líquido desde un tanque de carga y la salida consiste en un aguilón con boquillas (66). En Colombia se han utilizado para la erradicación de cultivos ilícitos en diferentes zonas del país.

*Figura 15. Aplicadores de mecha de cuerda*



*Fuente: Bowman (104).*



Figura 16. Equipo aspersor aéreo



Fuente: Revista semana (105).

Sin importar el equipo que se utilice en la aspersión, para que el proceso sea seguro y efectivo, **“el operador de la asperjadora o agricultor, debe aplicar la dosis adecuada de herbicida en el volumen de agua adecuado, usando una correcta calidad de aspersión, en el momento óptimo”** (47).

### 1.6. Manejo de residuos

Es importante aclarar que en el manejo de desechos sólidos y líquidos, para completar de manera correcta este procedimiento se debe tener en cuenta la clase y la cantidad de sustancia, ya que no todos los métodos de eliminación sirven para las mismas cantidades y tipos de sustancias existentes, la legislación vigente y los agentes de degradación o inactivación existentes (incineración, hidrólisis, acción microbiana, luz solar y oxidación) (66). El manejo de estos desechos, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Manejo de desechos sólidos y líquidos

Actividad	Desecho generado	Manejo
Manejo de desechos sólidos y líquidos	Empaques	Incinerados en hornos autorizados
	Embalajes	Incinerados en hornos autorizados

Restos de mezcla	Diluidos y aplicados en campo
Desechos de elementos de protección	Incinerados en hornos autorizados

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos - ANDI (66).*

### 1.7. Concentración del glifosato

La eficacia del glifosato, según un artículo de la Revista Frutícola publicado en 2018 (50), se define según el estado de aplicación de la maleza, ya que se debe realizar la aplicación en el estado fenológico óptimo, en el cual la translocación hacia los órganos de reproducción vegetativa es máxima. Por lo que el área foliar para absorber el herbicida debe ser suficiente y debe tener una alta tasa de translocación. En la Tabla 4 se indican los estados de aplicación óptimos para cada maleza.

*Tabla 4. Estados óptimos de aplicación de glifosato en malezas perennes y dosis requeridas para su control en el estado indicado, expresadas como equivalente ácido y como producto comercial*

Maleza	Nombre científico	Dosis (kg-L/ha)				Estado fenológico de aplicación	Estado cronológico de aplicación (DDE*)
		Ing. activo (equiv. ácido) <sup>1</sup>	Glifosato al 35,6% eq. ácido <sup>2</sup>	Glifosato al 50% eq. ácido <sup>3</sup>	Glifosato al 68% eq. ácido <sup>4</sup>		
Maicillo	Sorghum halepense	1,1	3,1	2,2	1,6	4 hojas a prefloración	14 a 48 DDE
Chépica	Cynodon dactylon	2,2	6,2	4,4	3,2	Estolón de 10 a 15 cm	41 DDE
Correhuela	Convolvulus arvensis	1,6	4,5	3,2	2,4	Pre botón o botón rojo	42 DDE
Hierba del Té	Bidens aurea	1,6	4,5	3,2	2,4	30 – 35 cm de altura	40 DDE
Chufa purpura**	Cyperus rotundus	3,3	9,3	6,6	4,9	9 a 11 hojas	25 DDE
Chufa amarilla**	Cyperus esculentus	3,3	9,3	6,6	4,9	9 a 11 hojas	25 DDE
Falsa Frutilla**	Modiola caroliniana	1,6	4,5	3,2	2,4	Pre Floración	Cualquier época del año

(1): kg de ingrediente activo de glifosato (equivalente ácido)

(2): L de producto formulado que contiene un 35,6% de glifosato equivalente ácido y 48% de glifosato-isopropilamonio

(3): L de producto formulado que contiene un 50% de glifosato equivalente ácido y 62% de glifosato potásico

(4): kg de producto formulado que contiene un 68% de glifosato equivalente ácido y 75% de glifosato monoamónico

Nota: Para calcular la dosis de producto comercial requerida, basta dividir la dosis de ingrediente activo (en equivalente ácido), por el contenido de glifosato (en equivalente ácido) del producto comercial que se va a usar, en decimal.

\*DDE: Días después de emergencia, aproximados

\*\* Algunos glifosatos pueden requerir uso de penetrantes

*Fuente: D. Veronica, P. Ana (50).*

Adicionalmente, las etiquetas de los productos contienen un cuadro con instrucciones de uso, el cual incluye, tipo de maleza, tipo de cultivo, dosis y momento de aplicación del producto, como se evidencia en el Anexo C (52). Aquí se puede observar que la frecuencia más común de aplicación es cada 4 meses con un máximo de aplicaciones por temporada.

### *1.8. Controles de la sustancia*

Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (3), los controles mínimos recomendados para la exposición a productos químicos (que aplican para los trabajadores expuestos a glifosato), son:

#### *1.8.1. Principios generales*

- Acceso: garantizar que no haya gente que no deba estar en el entorno de trabajo
- Diseño: el entorno debe asegurar el flujo de aire fresco y limpio, sobre todo en el proceso de producción y almacenamiento de esta sustancia.
- Mantenimiento: asegurar que los ventiladores y extractores estén en buen estado.
- Limpieza: Limpiar superficies y equipos al finalizar la labor, no dejar sustancias derramadas en el espacio de trabajo, y almacenar envases en un lugar seguro.
- Equipo de protección personal: utilizar la protección adecuada con respecto al riesgo y tipo de tarea que se ejecuta, guardar los elementos en un lugar seguro, y mantenerlos limpios.
- Entrenamiento y supervisión: mantener al tanto al personal sobre los peligros ocasionados por las sustancias que se están manipulando, enseñar sobre el uso seguro de las mismas, y hacer seguimiento a las instrucciones brindadas (54).

#### *1.8.2. Especificidades*

En este apartado se encuentran las condiciones que se deben cumplir para garantizar condiciones seguras.

- Almacenamiento: destinar un área específica para el almacenamiento, la cual tenga señales claras de identificación, esté organizada, ventilada, tenga suficiente espacio para limpiar derrames, y



tenga pisos fáciles de limpiar. Los paquetes pequeños deben almacenarse en un armario robusto, es preferible el uso de bandejas extraíbles en los gabinetes para contener fugas y derrames y hacer la limpieza más fácil. Se recomienda no almacenar productos químicos que reaccionan juntos en los mismos armarios, y mantener una distancia de 3 metros entre ellos (55).

- Llenado de bidones: se debe asegurar que los recipientes sean aptos para contener el material que se desea, los tanques de almacenamiento deben protegerse con una pared de paquetes para contener el derrame, los puntos de conexión en el recipiente que se está llenando deben incluir un tubo de llenado, un sensor de nivel y salida de vapor; las conexiones deben estar dentro del área de contención de derrames. Se debe proporcionar ventilación al recipiente que se está llenando, y se debe descargar a un lugar seguro lejos de las puertas, ventanas, entradas de aire y pasillos. Adicionalmente, se debe tomar precauciones para evitar el sobrellenado (56).
- Llenado de envases pequeños: el sistema de transferencia de entrada se debe encerrar tanto como sea posible y proporcionar un cerramiento alrededor de los cabezales de llenado, diseñar la apertura para garantizar que los chorros de aire de alta velocidad de las descargas del sistema neumático no rompan la contención, además, para un fácil acceso para limpieza y mantenimiento. Se debe proporcionar un sistema de contención /eliminación de derrames (57).

### *1.8.3. Elementos de protección personal*

Los EPP se deben revisar antes y después de que exista la exposición para garantizar que esté en buen estado, se debe limpiar y guardar de manera segura (58). Dentro de los EPP, se encuentran:

- Guantes de protección química

Los guantes deben ser lo suficientemente robustos para no rasgarse ni cortarse al realizar la actividad de trabajo, se debe abstener de utilizar los guantes de trabajo de cuero o cosidos, ya que no son adecuados para trabajar con productos químicos, y se debe asegurar que los trabajadores no toquen el exterior de un guante contaminado con la mano al ponerse o quitarse los guantes (58).

- Overoles

El material seleccionado debe ser resistente a la penetración de líquidos, polvos o gránulos según corresponda, y deben usarse sobre las botas en lugar de meterlo por dentro de las mismas, y los guantes deben usarse sobre las mangas para ayudar a detener la contaminación al interior de los elementos de protección (58).

- Calzado de protección

El calzado de protección puede ser necesario por razones de seguridad, así como para protección contra productos químicos. Es importante que el calzado cumpla con la norma CE correspondiente. Cuando existe el riesgo de que el líquido entre en contacto con la parte inferior de la pierna, deben usarse botas de goma largas (58).

- Protección de rostro y ojos

Al manipular recipientes abiertos de líquidos corrosivos, se deben utilizar protectores faciales completos. Adicionalmente, las gafas protectoras contra salpicaduras de productos químicos pueden ser más prácticas cuando se usa un respirador (58).

- Equipo de protección respiratoria

Se debe seleccionar el equipo que contenga un filtro diseñado para protegerlo contra la sustancia, y asegurarse de que pueda reducir la contaminación en el aire que respira a un nivel seguro. La cantidad de trabajo que debe realizar el filtro se denomina factor de protección. Un filtro con un factor de protección de 10 puede reducir la concentración de material peligroso en el aire que respira a una décima parte de la concentración fuera de éste (59).

Se debe considerar que los filtros solo funcionarán durante un tiempo limitado, por lo que es importante consultar con el proveedor o revisar en las instrucciones por cuánto tiempo puede usar el equipo de protección antes de que sea necesario cambiar el filtro. Por último, sólo se debe usar un equipo de protección personal desechable una vez (59).

Varios tipos de protección respiratoria, especialmente aquellos que solo se ajustan al frente de su cara, necesitan hacer un buen contacto con su piel para trabajar. Si se usa anteojos o se necesita usar protección auditiva o casco, se debe comprobar que no interfieran ni se interpongan entre el equipo y la piel (59).

Hay diferentes tamaños de equipos de protección disponibles, para comprobar que se ajusta una mascarilla, se coloca en el rostro, se cubre el filtro y se inhala. La máscara debe succionar y permanecer allí durante diez segundos mientras la persona aguanta la respiración. Si no es así, se comprueba que esté colocado correctamente, y se intenta de nuevo. Si aún no lo hace, se debe probar con otro tamaño (59).

Para el mantenimiento, si la mascarilla tiene un filtro reemplazable, se debe cambiar regularmente antes de que su ciclo de vida termine. Aquellas reutilizables requieren limpieza con agua tibia y jabón después de cada uso. Por último, se deben revisar las correas, la mascarilla y los sellos para detectar signos de deterioro, y reemplazar cuando hay signos de daño o endurecimiento. En cuanto al almacenamiento, las mascarillas se deben guardar en un lugar limpio y protegidas de la luz solar para conservar su buen estado. Por último, se debe enseñar cómo ajustarlo, revisar posibles daños y cada cuánto cambiar el filtro (59).

#### *1.8.4. Manejo seguro de pesticidas*

Los pesticidas deben mantenerse almacenados de forma segura en un lugar seco que sea capaz de retener los derrames, con su respectiva señalización. Se deben mantener alejadas a otras personas mientras se manipulan concentrados de pesticidas. El espacio de trabajo debe ser lo suficientemente amplio para contener cómodamente el equipo y los materiales necesarios. Es importante manipular los concentrados donde se recogerán los derrames y no permitir que se concentren para entrar en el suelo o desagües (60).

Se recomienda comprar concentrados de pesticidas líquidos únicamente en recipientes de los que sea fácil verterlos, que no goteen y no atrapen los derrames de concentrados de pesticidas en ningún borde, y sólo comprar polvos humectables en un recipiente impermeable de cuello ancho del cual se puede colocar el concentrado en la jarra de dilución (60).

Para su preparación y llenado del equipo para la aspersión, es importante asegurarse de que el aplicador esté funcionando sin fugas antes de comenzar a manipular el producto, y reparar el equipo antes de usarlo, en caso de sospechar que no está funcionando adecuadamente. También se debe: revisar los cálculos sobre las cantidades a mezclar, cerrar el recipiente de concentrado de la sustancia y no dejarlo desatendido, tener cuidado de no derramar fuera del aplicador, y asegurarse de que el pesticida no se escape del aplicador (60).

En cuanto a la seguridad, se debe revisar la etiqueta del producto o la hoja de datos de seguridad del material para saber qué equipo de protección personal se requiere. Se tienen las siguientes instrucciones: si el concentrado es tóxico o corrosivo use un traje con capucha, delantal, guantes, botas y protector facial; si es volátil o polvoriento, use un respirador; cuando el concentrado sea nocivo o irritante o no esté clasificado, utilice un traje con capucha, guantes, botas y protector facial; debe protegerse del contacto con pesticidas concentrados, y limpiar cualquier salpicadura de inmediato. Para los equipos de protección desechables, se deben botar al terminar la mezcla y cada vez que la persona se los quite; para aquellos que no, se deben lavar y dejar secar (guantes antes de quitárselos, y overol al final del día). Por último, cuidar el equipo de protección, manteniéndolo limpio cuando no está en uso y guardándolo en un lugar limpio y seguro, separado de la ropa normal (60).

Para la limpieza, se debe mantener sólo la cantidad mínima de pesticida en un lugar seguro donde el recipiente no se dañe, colocar las tapas en los recipientes del producto inmediatamente después de su uso, limpiar todos los derrames con arena o material absorbente y colocar los desechos en un recipiente sellado y marcado, además de lavar con agua los equipos de aplicación. Por último, se recomienda no limpiar el polvo con un cepillo o aire comprimido, hacer planes de contingencia por si se derrama el concentrado, y nunca reutilizar un recipiente de concentrado de pesticida (60).

Para el proceso de aplicación de la sustancia por medio de tractores, primero es importante leer la etiqueta del producto para ver qué equipo de protección se debe usar mientras la pulverización, y sólo se usa un respirador si la etiqueta lo indica. En caso de que no se encuentre esta información, se debe usar overol

de algodón limpio, protección para la cabeza como una gorra de tela, guantes protectores y calzado. Los guantes desechables son aceptables, ya que el uso de un tractor con cabina, incluyendo cabinas abiertas, ofrece al menos una protección multiplicada por diez. Por otro lado, no se debe verter el líquido de pulverización no utilizado, sino que se debe pulverizar el cultivo de nuevo hasta que el depósito esté vacío, y posteriormente lavar el interior del depósito con agua limpia y rociar esto también (61).

Se debe tener mucho cuidado al manipular las boquillas rociadoras, los brazos rociadores y el remolque. Usar guantes protectores, ya que el pesticida seco puede ser tan peligroso como el concentrado. Al final, recoger el agua del lavado de las boquillas de pulverización y la barra de pulverización y desechar sin peligro, estacionar tractores y rociadores donde no se escurra el agua de lluvia ni los lavados del tractor entren en los desagües (61).

Con equipos portables, asegurarse de que el aplicador esté funcionando sin fugas antes de comenzar a manipular el pesticida, revisar los cálculos sobre las cantidades a mezclar, y leer la etiqueta del producto para ver qué equipo de protección necesita usar durante el proceso; sin embargo, si se está rociando a una altura por encima de la cintura, se debe usar protección para la cabeza y la cara, incluyendo un respirador. En caso de que no se mencione allí, se puede usar el mismo equipo mencionado en el proceso anterior. Si el aplicador comienza a gotear durante el uso, puede rociar el resto del aerosol líquido siempre que la fuga no esté en su piel, luego se debe lavar el aplicador y repararlo antes de volver a usarlo (61).

Se sigue la misma recomendación que el punto anterior en cuanto al líquido no utilizado. Por otro lado, los polvos humectables a menudo bloquean las boquillas de pulverización, por lo que se debe tener mucho cuidado al desbloquear las boquillas de pulverización. Se pide el uso de guantes protectores y no soplar la boquilla con la boca (61).

El último paso del ciclo de vida de la sustancia es la disposición de los residuos o desechos. Estos se deben mantener en un lugar seguro, libre de humedad y luz del sol. El lugar debe poder contener los derrames, debe estar etiquetado; se debe saber qué contiene y cuánto. Adicional, se debe tener un plan sobre qué hacer en caso de derrame de desechos. Se recomienda agotar por completo el concentrado, ya que de lo contrario, debe eliminarse por medio de un contratista de eliminación de desechos especiales. En el caso de pesticidas diluidos, no se debe verter el líquido de pulverización no utilizado, se debe rociar el cultivo o el área nuevamente hasta que el depósito esté vacío y lavar el interior del depósito con agua limpia y rociar esto también (62).

Para los envases y contenedores, se deben lavar los recipientes con agua y utilizar los lavados en la preparación diluida para su aplicación. Los de metal no deben reutilizarse ni cortarse, se deben devolver al proveedor a una entidad especializada, o deben aplastarse y enterrarse lejos de fuentes o caminos de agua y hogares. Los de vidrio siguen las mismas recomendaciones que el material anterior, y en caso de ser devueltos, deben ir dirigidos al proveedor o a una planta de reciclaje de vidrio. Los de vidrio tampoco deben ser reutilizados, y deben devolverse al proveedor o reciclarlos a través de contratistas, o quemarse

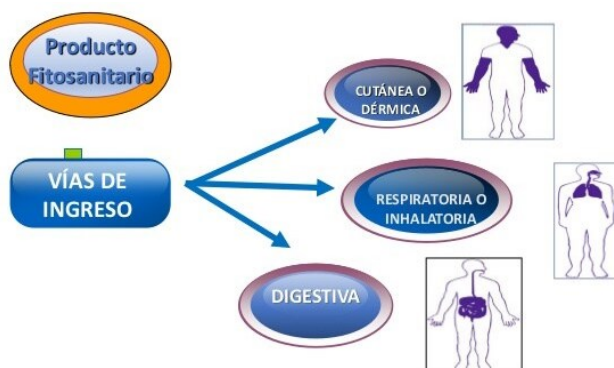
lejos de fuentes o caminos de agua, o casas. Adicionalmente, se deben sellar los desechos en contenedores marcados, y no se deben mezclar diferentes productos químicos en el mismo envase (62).

### 1.9. Factores de riesgo asociados a la utilización del Glifosato

Una vez definidas las condiciones del ambiente de trabajo para el personal expuesto al glifosato, se deben definir los factores de riesgo asociados a las mismas. Este paso es de gran relevancia, pues es la base del protocolo que se quiere construir, y permitirá centrar las acciones de monitoreo e intervención a la exposición de manera correcta.

El glifosato tiene 3 vías de ingreso al cuerpo humano (Figura 17) (67), la primera es la vía dérmica, cuando el ingreso se produce por contacto y absorción del plaguicida por la piel expuesta a la sustancia, aquí la persona presenta irritación al entrar en contacto con la sustancia (64); la segunda es la vía respiratoria, cuando los productos químicos contaminan la atmósfera que respira el trabajador, penetrando por inhalación al organismo, se presentan como síntomas tos, irritación y dolor de ojos (64); la última es la vía digestiva, que es cuando el ingreso se produce al ingerir, ya sea productos contaminados con plaguicidas, o directamente el plaguicida, siendo esta forma la que puede generar intoxicaciones más severas, causando una sensación de ardor en la garganta y el pecho (63).

Figura 17. Vías de ingreso al cuerpo humano



Fuente: P. Angela. Glifosato, uso de agroquímicos y la seguridad ambiental. (67).

#### 1.9.1. Exposición humana y toxicidad

Varios estudios mostraron los posibles efectos adversos del glifosato para la salud de los seres humanos, ya que puede ser un disruptor endocrino. Las soluciones concentradas de esta sustancia también pueden causar irritación dérmica, e incluso, se han identificado casos de muerte relacionados a edema pulmonar,

shock y arritmia. Si es ingerido, puede provocar una lesión renal aguda, anomalías electrolíticas, acidosis, colapso cardiovascular y la muerte. Por otro lado, se encontró que el glifosato no es genotóxico en linfocitos humanos con o sin activación metabólica, sin embargo, indujo la formación de micronúcleos y el daño del ADN en una línea celular epitelial bucal (TR146). Además, el glifosato era tóxico para las células placentarias humanas JEG 3(64).

El herbicida glifosato se clasificó como probablemente cancerígeno para los seres humanos (Grupo 2A), ya que hubo evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos para el linfoma no Hodgkin (7). Sin embargo, De Roos también evaluó la asociación entre la exposición al glifosato y la incidencia de cáncer en otros sitios. Se utilizó la regresión de Poisson para estimar las relaciones exposición-respuesta entre la exposición al glifosato y la incidencia de todos los cánceres combinados, y la incidencia de 12 tipos de cáncer: pulmón, melanoma, mieloma múltiple y linfoma no Hodgkin, así como cavidad oral, colon, recto, páncreas, riñón, vejiga, próstata y leucemia. De este estudio se obtuvo que la exposición al glifosato no está relacionada con todos los cánceres combinados (7). Adicional, otros autores realizaron estudios para comprobar la relación entre la exposición a glifosato y cáncer de esófago y estómago, tumores cerebrales,

La evidencia en humanos proviene de estudios de exposiciones, principalmente agrícolas, en los EE. UU., Canadá y Suecia publicados desde 2001. Esta sustancia también provocó daños en el ADN y los cromosomas en las células humanas, y un estudio en residentes de la comunidad informó aumentos en los marcadores sanguíneos de daño cromosómico (micronúcleos) después de que se rociaron formulaciones de glifosato en las cercanías (64).

### *1.9.2. Estudios de exposición humana*

Se estableció una relación dosis-efecto razonable, los volúmenes de formulación (concentrado) ingeridos que causan intoxicación sintomática, leve, moderada o grave en humanos son 17, 58, 128 y 184 mL, respectivamente. Esto podría convertirse en concentraciones de glifosato de 87, 298, 658 y 946 mg/Kg en base a la formulación que contiene 360 g/L de glifosato libre y un peso corporal de 70 kg (64).

Ya contando con la información referente a las condiciones de trabajo para la exposición a glifosato, es importante definir bajo qué criterios se realizará el monitoreo a dicha exposición.

## ***2. Protocolo de evaluación de condiciones de trabajo para la determinación del riesgo ambiental, a partir de los criterios técnicos y metodológicos para realizar el monitoreo de la exposición a glifosato.***

Teniendo en cuenta el segundo objetivo de esta investigación, en el cual se busca elaborar un protocolo de condiciones de trabajo para la determinación del riesgo ambiental, a partir de los criterios técnicos y metodológicos para realizar el monitoreo de la exposición a glifosato, se diseñó una matriz que incluye la información necesaria para identificar esta sustancia y sus características, referenciada en el Anexo E

del documento. Ésta es una herramienta fundamental para la construcción del protocolo, puesto que permite enfocarlo en los aspectos importantes a considerar de la sustancia.

Esta matriz consta de cuatro secciones, divididas de la siguiente manera:

- Identificación química de la sustancia (sección de color verde en la matriz): en la cual se puede encontrar su número de identificación CAS, y de otros sistemas y regiones, su estado físico, peso molecular, solubilidad, densidad, entre otras propiedades fisicoquímicas.
- Seguridad química (sección de color azul en la matriz): proporciona la información a tener en cuenta al momento de utilizar el glifosato, que pueda disminuir los riesgos de exposición si se maneja con cautela y que garantizan un buen manejo de los productos químicos, corresponde a los consejos de prudencia, palabras de advertencia, frases de peligro según la SGA (sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos) (74). Dentro de esta información se encuentra que se considera tóxico para el medio ambiente y probablemente cancerígeno para los seres humanos, entre otros detalles.
- Valores límites permisibles de la sustancia (sección de color morado en la matriz): para el caso del glifosato, el valor límite permisible ponderado en el tiempo (TLV-TWA) no se ha definido aún. Se realizó la búsqueda de dicho valor en la lista de los Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (106), la Lista de valores MAK y BAT 2020 de la Fundación Alemana para la Investigación Científica (DFG) (107), y la lista de los Valores límite permisibles (TLV) para sustancias químicas y agentes físicos y los indicadores biológicos de exposición (BEI) de la ACGIH (78), sin embargo en ninguna de estas fuentes se encuentra dicho valor.

***Sin embargo, la ACGIH menciona que para las sustancias que no tienen TLV, la concentración en aire debe ser de máximo 3 mg/m<sup>3</sup> para partículas respirables, y 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas inhalables hasta que se establezca dicho valor (78).***

Esta sección contiene también los indicadores biológicos de exposición, que permiten confirmar que la sustancia ha sido absorbida por el organismo. Adicional, son valores orientativos para evaluar los resultados del seguimiento biológico, e indican una concentración por debajo de la cual casi todos los trabajadores no deberían experimentar efectos adversos para la salud (78).

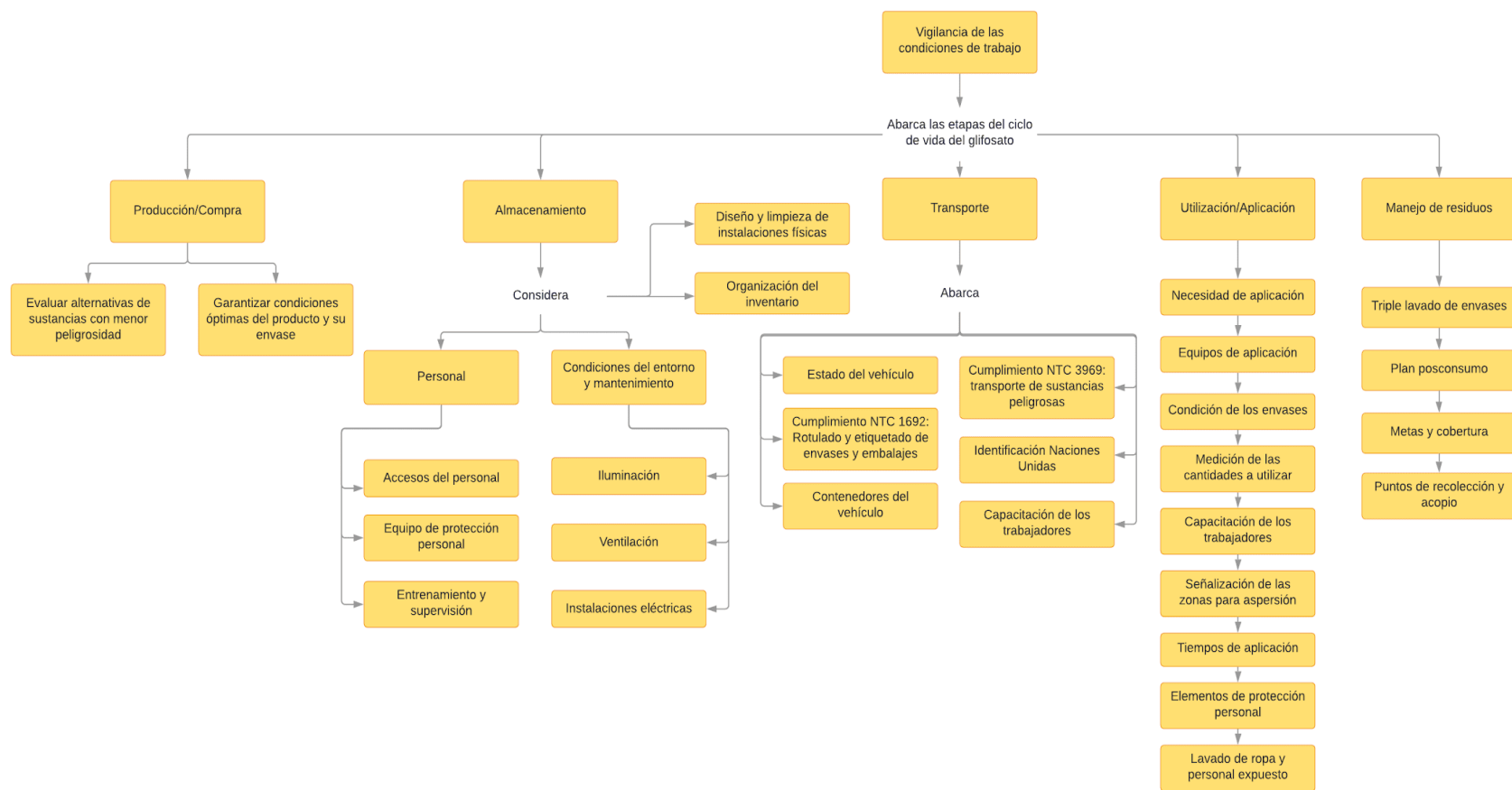
- Exposición y efectos en la salud (sección de color rosado en la matriz), en la cual se evidencia las principales vías de ingreso de la sustancia al organismo, que son a través de la ingestión, la inhalación y la vía dérmica; los órganos blancos más afectados, como lo son la piel, ojos el Sistema Nervioso Central (SNC), entre otros; y los efectos que puede llegar a generar en la salud, los signos y síntomas clasificados en leves, moderados y severos.

Esta matriz de identificación química del glifosato, sirve como guía para orientar y conocer las distintas características de esta sustancia, que permitan un seguro empleo del glifosato que busque prevenir o disminuir los efectos en salud que puede llegar a ocasionar por una exposición prolongada o sin los adecuados elementos de protección personal.

La vigilancia del ambiente de trabajo incluye la identificación y evaluación de los factores que pueden afectar la salud de los trabajadores, la evaluación de las condiciones higiénico sanitarias, los equipos de protección personal y colectiva y demás sistemas de control que se tengan para la eliminación o mitigación de los riesgos, así como los factores de la organización del trabajo que pueden influir en los factores de riesgo para la salud de los trabajadores (65). En la figura 18, se pueden observar las generalidades de la vigilancia de las condiciones de trabajo en cada una de las etapas del ciclo de vida del Glifosato como sustancia química.



Figura 18. Vigilancia de las condiciones de trabajo en cada una de las etapas del ciclo de vida del Glifosato



Fuente: elaboración propia

Cada una de las etapas a vigilar requiere de herramientas y métodos específicos que permitan obtener la información necesaria y relevante de cada una. Por eso se debe definir el cómo y el qué vigilar.

En la Tabla 5, sobre la Vigilancia del ambiente de trabajo en el ciclo de vida del producto, se detalla la herramienta a utilizar para cada tarea que será vigilada.

### *2.1. Criterios para la vigilancia del ambiente de trabajo*

Para la construcción del protocolo, se deben definir los procesos y requisitos que se van a vigilar allí, desde el almacenamiento del producto hasta su disposición final, como se ilustró en la Figura 18. A partir de los grandes conceptos vistos allí, se debe desglosar de forma específica cómo se va a vigilar cada etapa, qué herramientas se deben utilizar, quién es el responsable, y qué tipo de datos podemos obtener después de la evaluación.

Para esto se utilizaron diferentes fuentes de información, una de ellas es la Ficha de seguridad de la sustancia, la cual debe contener la información sobre peligros y medidas de seguridad a tener en cuenta de inicio a fin. Para este caso, se utilizó la Ficha de seguridad de su forma comercial Roundup (108).

Se compara la información contenida en esta ficha contra los requisitos que debe cumplir según las Naciones Unidas (109), y se encuentran lo siguiente:

- Identificación de la sustancia: la ficha de Roundup (108) cuenta con toda la información para su identificación, datos del proveedor y números de emergencia, sin embargo, para sus restricciones de uso redirige al lector a la etiqueta del producto.
- Identificación de peligros: indica que la sustancia no representa ningún peligro, lo que genera una contradicción sobre lo que se evidenció en la matriz de identificación del glifosato (Anexo E).
- Composición/información sobre los componentes: cuenta con toda la información de forma correcta sobre la identificación de sus componentes.
- Primeros auxilios: se evidencia que la información de las medidas a llevar a cabo está completa de acuerdo con las vías de ingreso al organismo.
- Medidas de lucha contra incendios: menciona correctamente los métodos adecuados e inadecuados para tratar los incendios, así como recomendaciones para el personal de lucha contra incendios.
- Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental: menciona la información sobre precauciones, EPP, procedimientos de emergencia, métodos de limpieza y detalles adicionales, cumpliendo con lo esperado.
- Manipulación y almacenamiento: cumple con la información de precauciones para una manipulación segura, y las condiciones de almacenamiento seguro que deben seguirse.
- Controles de exposición/protección personal: no contiene los valores límite de exposición ocupacional, puesto que no se ha establecido aún, como se mencionó al inicio de este capítulo. Para los EPP, no afirma que se deba utilizar un equipo de protección respiratoria, y para la

protección del cuerpo indica que se puede utilizar una camisa manga larga, pantalón, zapatos y medias. No menciona los EPP mencionados en el capítulo 1 de este documento.

- Propiedades físicas y químicas: indica que no hay datos disponibles sobre su punto de fusión, punto de ebullición, inflamabilidad, viscosidad cinemática y presión de vapor.
- Estabilidad y reactividad: contiene toda la información sobre la estabilidad química, posibilidad de reacciones peligrosas, materiales incompatibles.
- Información toxicológica: menciona que no se prevé algún efecto nocivo importante por ingestión e inhalación si se siguen las instrucciones, y no indica efectos crónicos por exposición a largo plazo. Afirma que la sustancia no es carcinogénica, no causa toxicidad en la reproducción ni en órganos diana.
- Información ecotoxicológica: contiene toda la información relacionada a su ecotoxicidad acuática, degradabilidad, bioacumulación y movilidad en suelo.
- Información relativa a la eliminación de los productos: menciona los detalles sobre los métodos para el tratamiento de residuos de forma correcta.
- Información relativa al transporte: afirma que el glifosato no está en la lista de productos o mercancías peligrosas.
- Información sobre la reglamentación: contiene la reglamentación que debe cumplir en Estados Unidos.

La siguiente fuente de información utilizada fue La Guía ambiental para el sector de plaguicidas (66), la cual se convirtió en la base de la construcción del protocolo planteado. Esta propuesta se evidencia en la Tabla 5 y abarca todo el ciclo de vida del producto. La metodología de evaluación expuesta, tiene como meta obtener información suficiente y necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas.

La tabla consta de 9 aspectos divididos por columnas:

- Etapa del ciclo de vida de la sustancia química: fabricación, compra, almacenamiento, transporte, aplicación/utilización, manejo de envases y residuos.
- ¿Qué vigilar? Consiste en las tareas o procesos que hacen parte de cada una de las etapas del ciclo de vida de la sustancia química. Serán sujetos de inspección y medición.
- Método de recolección, relaciona los métodos de recolección de información con cada tarea o proceso a vigilar
- Descripción: es un breve resumen de lo que se debe vigilar en ese tarea o proceso
- Lugar de muestreo: indica el lugar en el que debe llevarse a cabo la recolección de la información, puede ser bodega, sitio, vehículos, centros de acopio, entre otros.
- Tipo de análisis: describe el tipo de evaluación asociada con el método recolección de la información. Por ejemplo, si se quiere verificar que el producto contenga el registro sanitario, el tipo de análisis es una verificación de cumplimiento. También contempla las mediciones de higiene industrial y los análisis de laboratorio para agua y aire.

- Datos: Expresa el tipo de datos que arroja el análisis. Continuando con el ejemplo del punto anterior, al verificar el cumplimiento del registro sanitario existen 2 posibles respuestas, Sí o No.
- Frecuencia: establece la frecuencia recomendada para realizar dicho análisis, estos valores se determinaron según la vigencia dada por la legislación y por los hallazgos de la literatura hasta el momento.
- Responsable: describe el perfil del profesional o entidad responsable de la vigilancia en cada proceso.

## *2.2. Perfiles y partes involucradas*

Para la completa evaluación se consideran diferentes partes y perfiles profesionales, ya que el proceso abarca desde la calidad del producto, pasando por las condiciones de iluminación y ventilación, hasta el proceso de aspersión y los programas posconsumo de los plaguicidas. A continuación se muestran las diferentes partes involucradas y su responsabilidad en el proceso de vigilancia del ambiente de trabajo:

- INVIMA e ICA: entes reguladores de los registros que deben cumplir los productos a base de glifosato.
- Inspectores de productos: aquellos encargados de revisar la calidad de los productos, a través de exhaustivos criterios de prueba que abarcan la función, el rendimiento, la apariencia general y las dimensiones de los productos. Hacen parte del proceso de fabricación y compra.
- Profesional en SST: tiene como responsabilidad examinar a fondo todos los elementos del entorno de trabajo, incluyendo los procedimientos, los equipos que se utilizan, y las instalaciones físicas de la organización. Su rol se enfoca en la etapa de almacenamiento, transporte, utilización de la sustancia y manejo de envases.
- Analista de laboratorio/Ingeniero químico: encargado de la toma y análisis de muestras de agua y aire para la evaluación de su calidad y concentración de glifosato.
- Higienista industrial: es el investigador encargado de llevar a cabo estudios relacionados con la higiene, seguridad y salud de los trabajadores. Su participación se enfoca en la etapa de almacenamiento y utilización de la sustancia.
- Ingeniero o técnico electricista/eléctrico: responsable de la inspección de las instalaciones eléctricas en los espacios de almacenamiento de glifosato.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA): encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental. En ese caso, su rol se ejecuta en la etapa de manejo de residuos.

En la Tabla 5 se puede ver el proceso de vigilancia del que cada perfil será parte.

## *2.3. Métodos de recolección de la información para la vigilancia*

En cuanto a los métodos de recolección de la información del protocolo, se deben plantear aquellos que permitan obtener información importante sobre los tipos de puestos de trabajo, jornadas, ciclos de trabajo, materiales y herramientas, y controles existentes en el lugar de trabajo (80). Por lo cual se plantean los siguientes:

- Inspección de las instalaciones y vehículos de transporte de mercancía: Este método es útil para identificar las condiciones del ambiente de trabajo y actividades realizadas por los trabajadores, organización del inventario, revisión del antes, durante y después de la aplicación del glifosato, proceso de transporte, y manejo de envases y residuos.
- Documentación y registros: Relacionados con el historial de las condiciones de trabajo, inventario de glifosato, cantidades utilizadas para la aspersión, tareas, historial de trabajo y resultados de monitoreos ambientales y biológicos que se hayan hecho con anterioridad (80).
- Normatividad y estándares: Son todas aquellas leyes, decretos, resoluciones y guías nacionales e internacionales relacionadas con el correcto uso del glifosato, vigentes en Colombia. Brindan la visual de los requerimientos y límites permisibles que se deben cumplir en cuanto a la exposición ocupacional a esta sustancia. Dentro de estas se encuentran aquellas publicaciones de la ACGIH, NIOSH, OSHA y la OMS; el Decreto Único Reglamentario del sector Transporte, la Resolución 1675 de 2013 sobre Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas, la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 sobre manejo de envases y embalajes, entre otras que se mencionan a lo largo de este documento.
- Mediciones de higiene industrial y toma de muestras de laboratorio: Estas mediciones se deben llevar a cabo para determinar las condiciones del aire, del agua y la iluminación de las instalaciones. En el apartado 2.3. *Análisis de muestras de laboratorio* de este documento se brindan más detalles sobre sus consideraciones.
- Información de equipos y vehículos: Revisión de mantenimientos, inspecciones y funcionamiento de los equipos utilizados en las diferentes fases del ciclo de vida de la sustancia.
- Entrevistas a los trabajadores: Permite obtener información realista y detallada sobre lo que el trabajador percibe y hace durante su jornada laboral en cualquier etapa del ciclo, y de esta manera comprobar si se cumple con los estándares de seguridad establecidos.

Tabla 5. Vigilancia del ambiente de trabajo en el ciclo de vida del producto

Etapa del ciclo de vida de la sustancia química	¿Qué vigilar?	Método de recolección	Descripción	Lugar de muestreo	Tipo de análisis	Datos	Frecuencia	Responsable
Fabricación	Registro sanitario	Documentación y registros	Revisar que el producto si cuenta con registro sanitario	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 5 años	Invima
	Registro ICA	Documentación y registros	Verificar que el producto cuente con el registro proporcionado por el Instituto Colombiano Agropecuario	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 5 años	ICA
	Control interno de calidad	Documentación y registros Inspección de las instalaciones	Revisar con los fabricantes que haya un profesional químico para el control de calidad de los productos.	Planta	Certificado de conformidad	No. conformidades	Anual	Profesional en SST Inspectores de productos
Compra	Estado del envase	Inspección de las instalaciones	Inspeccionar con el proveedor el envase/embalaje para identificar si está bien cerrado, y si no tiene algún daño	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST

	Etiqueta del producto	Inspección de las instalaciones	Verificar que la etiqueta tenga la identificación del producto, recomendaciones de uso y precauciones y advertencias	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
	Fecha de expiración	Inspección de las instalaciones	Revisar en la etiqueta, la fecha de expiración del producto	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
Almacenamiento	Aislamiento de zonas	Inspección de las instalaciones	Distancias entre la bodega y oficinas, viviendas y demás población	Sitio	Medición de distancias	m	Anual	Profesional en SST
	Muro de contención	Inspección de las instalaciones	Inspección de las instalaciones para verificar si cuentan con un muro de contención	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
	Drenaje	Inspección de las instalaciones	Condiciones de vías de agua	Fuentes de agua superficiales y subterráneas Aguas servidas	Análisis de cromatografía líquida	mg/m <sup>3</sup>	Anual	Analista de laboratorio/Ingeniero químico
	Ventilación	Mediciones de higiene industrial y toma de muestras de laboratorio	Medición de ventilación y calidad del aire	Bodega Alrededores Poblaciones cercanas	Cromatografía líquida Velocidad del aire	mg/m <sup>3</sup> m/s	Cada 6 meses	Analista de laboratorio/Ingeniero químico Higienista industrial

	Iluminación	Mediciones de higiene industrial	Medición de iluminancia (luxómetro)	Bodega	Análisis de iluminancia	lux	Cada 6 meses	Higienista industrial
	Instalaciones eléctricas	Normatividad y estándares Inspección de las instalaciones	Revisar que se cumpla con la NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano)	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Ingeniero o técnico electricista/eléctrico
	Organización del inventario	Inspección de las instalaciones	Revisión de los productos almacenados en bodega para verificar: Los productos se encuentran en estantes No hay productos diferentes a plaguicidas/ herbicidas en bodega Los productos están bien tapados La capacidad no está al 100% Hay limpieza y orden del lugar	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 6 meses	Profesional en SST



	Prevención y control de incendios	Inspección de las instalaciones	Recorrer instalaciones para identificar si cuenta con dos extintores que sean de polvo químico seco o espuma multipropósito, de 10 a 12 kilos de capacidad, para los primeros 50 metros cuadrados de bodega y uno más por cada 100 metros cuadrados adicionales.	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
Transporte	Condiciones del vehículo	Documentación y registros	Revisión técnico mecánica de los vehículos	Vehículo	Verificación del cumplimiento	Sí/No	A los 6 años de matrícula y anualmente	Profesional en SST
	Rotulado y etiquetado de envases y embalajes	Normatividad y estándares Inspección de los vehículos	Revisar cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC 1692	Vehículo	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
	Contenedores del vehículo	Inspección de los vehículos	Inspección del contenedor, debe estar asegurado al vehículo	Vehículo	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST Inspectores de productos
	Condiciones del transporte de mercancía peligrosa	Normatividad y estándares Inspección de los vehículos	Revisar cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC 3969 sobre sustancias tóxicas e infecciosas	Vehículo	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST Inspectores de productos

	Unidad de carga y vehículo de carga	Normatividad y estándares Inspección de los vehículos	Verificar si cuenta con identificación de las Naciones Unidas (UN) para sustancias peligrosas, elementos básicos para atención de emergencias de acuerdo al Decreto 1079 de 2015, y demás requisitos mencionados en el mismo (73)	Vehículo	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST Inspectores de productos
	Obligaciones de los actores de la cadena de transporte	Normatividad y estándares Entrevistas a los trabajadores	Verificar capacitaciones de los trabajadores que transportan las sustancias, que cuenten con la tarjeta de emergencia (NTC 4532) y hoja de seguridad, y con los documentos exigidos por las normas de tránsito y transporte, que conozcan el plan de contingencia, y demás lineamientos mencionados en el Decreto 1079 de 2015 (73)	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	Profesional en SST
Utilización/ Aplicación	Estado del agua	Toma de muestras de laboratorio	Revisión del arrastre de desechos contaminantes a aguas superficiales y subterráneas. Deterioro de la actividad biológica	Aguas superficiales	Análisis de cromatografía líquida	mg/m3	Cada 4 meses	Analista de laboratorio/Ingeniero químico

	Necesidad de aplicación	Normatividad y estándares Entrevistas a los trabajadores	Revisar si se aplica el producto sólo en los casos en los que el cultivo lo requiere	Cultivos	Estado maleza	Cumplimiento	Cada 4 meses	Profesional en SST
	Equipos de aplicación	Información de equipos y vehículos	Revisar con el operario, que los equipos no cuenten con fugas y/o daños, y que estén calibrados	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST
	Envases	Inspección de las instalaciones	Revisar que las sustancias están contenidas en los propios envases, y no en envases de bebidas u otros productos	Bodega	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST
	Medición de las cantidades a usar	Normatividad y estándares Inspección de las instalaciones	Verificar con el operario que se estén usando las cantidades requeridas del producto y de agua, de acuerdo a las instrucciones del producto	Zona de preparación	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST
	Capacitación	Documentación y registros	Revisión de las capacitaciones que se deben brindar sobre el proceso de utilización, intoxicación, síntomas y primeros auxilios	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 6 meses	Profesional en SST
	Señalización	Inspección de las instalaciones	Inspeccionar el campo de aplicación para identificar que haya señalización de la zona	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST

	Tiempos de aplicación	Inspección de las instalaciones Mediciones de higiene industrial	Verificar en qué momento del día se realiza la aspersión, bajo qué condiciones climáticas	Sitio	Momento de aplicación Velocidad del viento	Hora del día Temperatura Estado del clima m/s	Cada 4 meses	Profesional en SST Higienista industrial
	Lavado de equipos y EPP	Inspección de las instalaciones Entrevistas a los trabajadores	Revisar el proceso de lavado de los tanques, para verificar si se hace por dentro y por fuera, si no se contaminan fuentes de agua. La ropa que se usó para la aplicación también debe lavarse aparte de la ropa común	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST
	Operario	Inspección de las instalaciones Entrevistas a los trabajadores	Verificar que el operario se bañe después de finalizar el proceso de aspersión	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 4 meses	Profesional en SST
Manejo de envases	Triple lavado	Inspección de las instalaciones Entrevistas a los trabajadores	Verificar que la persona jurídica cumpla con el proceso de triple lavado de los envases vacíos, posterior a la entrega en los centros de acopio	Fincas Bodegas Almacenes Centros de recolección	Frecuencia de recolección Envases entregados Envases rechazados Envases procesados	Días No. No. No.	Cada 4 meses	Profesional en SST

	Contaminación del agua	Toma de muestras de laboratorio	Identificación de contaminación por vertimientos	Fuentes de agua superficiales	Análisis de cromatografía líquida	mg/m3	Anual	Analista de laboratorio/Ingeniero químico
Manejo de residuos	Plan posconsumo	Normatividad y estándares Documentación y registros	Revisar que el fabricante o importador haya presentado a la ANLA el Plan de Gestión de Devolución de productos posconsumo de plaguicidas, y que incluya a los proveedores	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	ANLA
	Metas y cobertura	Normatividad y estándares Documentación y registros	Verificar que los fabricantes e importadores estén cumpliendo las metas de recolección y/o cobertura mencionadas en la Resolución 1675 de 2013	Fincas Bodegas Almacenes Centros de recolección	Frecuencia de recolección Envases entregados Envases rechazados Envases procesados Cobertura	Días No. No. No. %	Anual	ANLA
	Puntos de recolección y centros de acopio	Normatividad y estándares Inspección de las instalaciones	Revisar que se ponga a disposición de los consumidores, los puntos de recolección y/o centros de acopio	Puntos de recolección y/o centros de acopio	Lugares disponibles de acuerdo a la población de influencia	No.	Anual	ANLA Profesional en SST

	Transporte	Inspección de las instalaciones Entrevistas a los trabajadores	Vigilar que los fabricantes y/o importadores garanticen el transporte de los envases desde los centros de acopio hasta las instalaciones de los gestores autorizados	Puntos de recolección y/o centros de acopio Instalaciones de gestores de desechos	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Anual	ANLA Profesional en SST
	Comunicación	Documentación y registros	Revisar con los importadores y fabricantes, si se lleva a cabo la comunicación con consumidores y autoridades municipales y ambientales sobre los procedimientos de retorno de envases	Sitio	Verificación del cumplimiento	Sí/No	Cada 6 meses	ANLA
	Condiciones del agua	Toma de muestras de laboratorio	Contaminación por desechos de lavado Vertimientos que afectan aguas superficiales y subterráneas	Fuentes de agua superficial	Análisis de cromatografía líquida	mg/m <sup>3</sup>	Anual	Analista de laboratorio/Ingeniero químico
	Procesamiento de los desechos	Toma de muestras de laboratorio	Manejo de desechos de acuerdo a su tipo y proceso recomendado	Hornos incineradores	Detección de gases tóxicos	μ/m <sup>3</sup>	Anual	Analista de laboratorio/Ingeniero químico

*Fuente: Elaboración propia*

Para el registro de la información hallada durante el proceso de inspección de instalaciones y vehículos, se recomienda una lista de verificación documentada en el Anexo G. Se construyó a partir de la información registrada en la Tabla 5, consta de 45 preguntas, y abarca todos los aspectos a evaluar durante el ciclo de vida del glifosato. ***Debe ser diligenciada por un profesional en Seguridad y salud en el trabajo***, ya que es el perfil que cuenta con los conocimientos suficientes sobre condiciones y actos inseguros en el lugar de trabajo, sistemas de gestión en SST, sistemas de vigilancia para prevención de accidentes y enfermedades profesionales, y legislación.

Para el correcto registro de la información, el profesional debe diligenciar los campos de Fecha, que es aquella en la que realiza la inspección, empresa que está siendo evaluada, responsable, y lugar en el que realiza dicha inspección. Cada una de las preguntas se encuentra en la columna de “Criterios de evaluación”, siguiente se encuentra una casilla que dice Sí, otra que dice No, y Observaciones. La persona deberá marcar con una X las casillas de Sí o No dependiendo el cumplimiento evidenciado para cada criterio, y en observaciones puede poner cualquier comentario que considere relevante para tener en cuenta.

Una vez se obtiene toda la información sobre la vigilancia del ambiente de trabajo en el ciclo de vida del producto, se deben clasificar aquellos procedimientos que no están cumpliendo con los resultados esperados en cada análisis ejecutado, para ser intervenidos. Posteriormente, realizar el seguimiento de las actividades de acuerdo a los lineamientos y normas establecidas por las autoridades ambientales, además del comportamiento de las mismas con respecto a los valores iniciales (66).

### 2.3. Análisis de muestras de laboratorio

Para ***la identificación y evaluación del glifosato en el ambiente***, se debe definir cómo se llevará a cabo cada uno de los procesos de medición y análisis de las condiciones del suelo, agua y aire, para determinar la exposición a glifosato en el ambiente. Existen varios métodos para su detección, tomando diferentes entornos para la muestra, como lo es el aire, agua potable, subterránea, formulaciones de plaguicidas, y demás, los cuales se pueden evidenciar en la Tabla 6.

*Tabla 6. Métodos analíticos de laboratorio*

Procedimiento	Analito	Matriz	Límite de detección	Tipo de estudio (ocupacional/ ambiental)
---------------	---------	--------	---------------------	--

OSHA PV2067	Cromatografía líquida de alta resolución con detector ultravioleta.	Glifosato.	Aire.	1 ug/m3	Ocupacional
Abraxis 500081	Inmunoensayo, Partícula magnética.	Glifosato.	Agua (agua subterránea, agua superficial, agua de pozo).	0.1 ppb.	Ambiental
AOAC 991.08	Cromatografía líquida de alta resolución con derivatización posterior a la columna y detección de fluorescencia.	Glifosato.	Agua subterránea, agua potable y agua superficial.	25 ug / L.	Ambiental
EPA-NERL 547	Cromatografía líquida de alta resolución con derivatización posterior a la columna y detección de fluorescencia.	Glifosato.	Agua potable.	6 ug / L.	Ambiental
USGS- NWQL O- 2136-01	Cromatografía líquida de alta resolución/ espectrometría de masas.	Glifosato.	Agua.	0.084 ug / L.	Ambiental



AOAC 996.12	Sistema cromatográfico de intercambio iónico y detección de rayos ultravioleta.	Glifosato.	Formulaciones granulares solubles en agua.	No proporcionad o.	Ambiental
AOAC 983.10	Sistema cromatográfico de intercambio iónico y detección de rayos ultravioleta.	Glifosato.	Glifosato (técnico) y formulaciones de plaguicidas.	No proporcionad o.	Ambiental

*Fuente: elaboración propia a partir de PubChem (64).*

Para este protocolo se eligió un método por matriz a analizar, el cual se puede evidenciar en la Tabla 7. Ésta contiene la estrategia de muestreo a modo de resumen, y en los apartados 2.3.1 y 2.3.2 se brindan todos los detalles sobre el proceso. Cabe aclarar que se sugiere una frecuencia cuatrimestral para ambos métodos, ya que los cultivos se asperjan alrededor de la misma frecuencia.

*Tabla 7. Matriz de estrategia de muestreo*

Matriz	Método analítico	Procedimiento	Límite de exposición (mg/m <sup>3</sup> )	Frecuencia
Agua	Cromatografía líquida	AOAC 991.08	0.1	Cuatrimstral
Aire	Cromatografía líquida	OSHA PV2067	1	Cuatrimstral

*Fuente: elaboración propia*

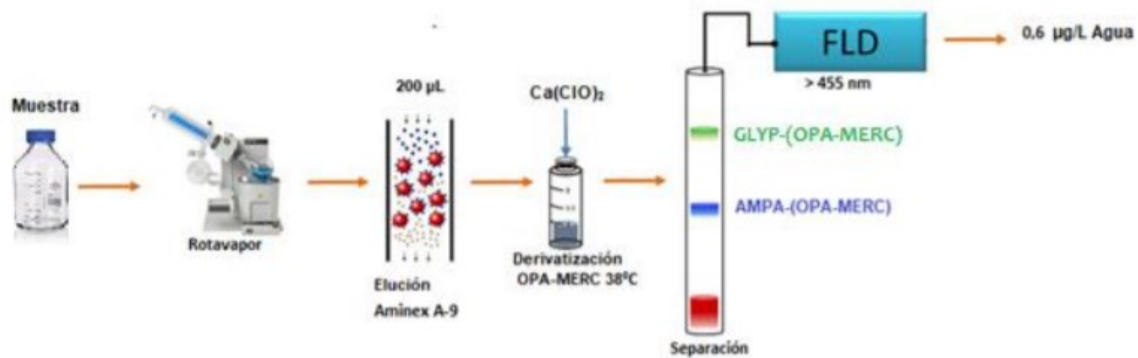
### 2.3.1. Análisis de muestras en agua

Para identificar las condiciones del agua subterránea, potable y superficial, contamos con la cromatografía líquida de alta eficiencia, la cual consiste en una técnica analítica de elección para compuestos polares que permite trabajar con sistemas de separación cromatográfica en fase reversa y realizar la derivatización en solución acuosa (81). Según la AOAC, el método 991.08 para la para la determinación de glifosato y AMPA en agua potable, superficial y subterránea, es la de **“Cromatografía**

**Líquida con derivatización post-columna con OPA-MERC usando columnas aminopoliméricas (específicas para aminas primarias y secundarias) para producir derivados fluorescentes o para mejorar la retención en fases estacionarias de fase inversa antes de la detección” (81).**

El proceso consiste en que el agua que contiene glifosato y ácido aminometilfosfónico (AMPA) se evapora a sequedad y el residuo se disuelve en una solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El glifosato y el AMPA se separan y se detectan mediante cromatografía líquida utilizando una reacción posterior a la columna específica para aminas primarias. El glifosato se oxida con hipoclorito de calcio para formar glicina y se hace reaccionar glicina con o-ftalaldehído (OPA) en presencia de mercaptoetanol (MERC) en una segunda bobina para formar un fluoróforo, que se detecta fluorométricamente. El AMPA experimenta una reacción similar con el reactivo OPA-MERC para formar otro fluoróforo, que se detecta fluorométricamente en las mismas condiciones que para la glicina (97). En la figura 19 se puede visualizar el proceso detallado.

*Figura 19. Diagrama de procedimiento según el método 991.08 AOAC para la determinación de Glifosato y AMPA en aguas*



*Fuente: D. Bohorquez (97).*

Es importante garantizar que se evalúen los diferentes tipos de agua en el lugar de trabajo, puesto que las fuentes de agua, agua potable, y aguas superficiales entran en contacto con las personas, ya sea de manera directa o indirecta; y por otro lado, se puede presentar contaminación en el caso de aguas subterráneas. El glifosato tiene un límite permisible de 0.1 mg/m<sup>3</sup> para todos estos tipos de agua (87).

### 2.3.2. Análisis de muestras en aire

Para la determinación de la concentración de glifosato en el aire respirable, se utilizará el método OSHA PV2067 (86), en el cual las muestras se recogen extrayendo 1 Litro de aire a través de filtros de fibra de vidrio. **“Las muestras se desorben con tampón borato 0,025 M, se derivatizan y se analizan por**

*cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) utilizando un detector ultravioleta (UV)*” (86). Éste tiene una concentración meta de 1 mg/m<sup>3</sup>, nivel arbitrario, pues no hay límite de exposición permisible por OSHA (PEL) o valor límite umbral (TLV) de ACGIH para glifosato (86). Sin embargo, al comparar con los valores sugeridos para las sustancias que no tienen TLV definido (78), se evidencia un valor más alto que el establecido por este tipo de análisis (concentración en aire de 3 mg/m<sup>3</sup> para partículas respirables, y 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas inhalables), por lo tanto se elige el primero como valor de referencia al representar un escenario más seguro para el trabajador expuesto.

#### *2.4. Evaluación de higiene industrial*

Hay dos factores importantes que deben ser medidos y evaluados en el lugar de trabajo, la velocidad del aire en los cultivos para aspersión y los niveles de iluminación en los espacios de almacenamiento.

##### *2.4.1. Evaluación de la velocidad del aire*

Para determinar las condiciones de la ventilación y la calidad del aire, se propone la medición de la velocidad del aire en los cultivos, para determinar que la aspersión se realice en condiciones seguras. Adicional, realizar una medición en las bodegas para garantizar que la zona. Para este proceso se utiliza un anemómetro, el cual mide la velocidad instantánea del viento, y se recomienda hacer varias mediciones en intervalos de 10 minutos para obtener un resultado con un margen de error mínimo, ya que las ráfagas de viento desvirtúan la medida (82).

En la aplicación del glifosato, se requieren bajas velocidades del viento, para mantener la zona delimitada y reducir el riesgo de contaminación de otras áreas. La velocidad no debe superar los 4.47 m/s (90), por lo que en caso de obtener un valor más alto, se debe suspender el proceso de aspersión hasta que el viento lo permita. Por otro lado, para las bodegas se debe verificar que haya corriente de aire en diferentes puntos de la misma.

##### *2.4.2. Niveles de iluminación*

Para evaluar la calidad de la iluminación en las instalaciones, se debe utilizar un luxómetro, que es un instrumento que mide los niveles de luminosidad de un área determinada, específicamente la intensidad con que la luminosidad aparece al ojo humano. Para iniciar, se deben definir los puntos de referencia para la medición de intensidad lumínica, y luego se procede a efectuar las mediciones al interior de cada zona inspeccionada (85). Se recomienda hacerlo en diferentes horas del día, puesto que la iluminación natural varía y cambia las condiciones de iluminación. Los niveles de iluminación de las bodegas deben estar sobre los 100 lux (91).

#### *2.5. Interpretación de resultados*

En cuanto a las mediciones de las condiciones del ambiente, si la velocidad del aire supera el valor máximo permisible, se deben suspender las actividades de aspersión como medida inmediata y considerar otras medidas de control que se mencionan en el apartado 4 **Proceso de intervención para los trabajadores expuestos a glifosato, en el que se acople el protocolo de condiciones de trabajo y de vigilancia médica.** Si los niveles de iluminación de las bodegas son menores al nivel mínimo requerido, se deberán hacer las adecuaciones de iluminación pertinentes, de manera que se pueda garantizar una situación óptima para la lectura de las etiquetas de los productos.

Por otro lado, en cuanto a los análisis de laboratorio, considerando los límites permisibles en el ambiente, los casos en los que se determinen niveles superiores a estos, deberán ser intervenidos para garantizar la mejora en la próxima evaluación.

A partir de la primera medición y análisis de todas las etapas, se obtiene un concepto de las condiciones actuales de la empresa, el cual le permitirá identificar las áreas de oportunidad que presenta, y de esta manera se podrán establecer las acciones correctivas, preventivas y de mejora para la siguiente medición. Este proceso es cíclico, y siempre debe garantizar la mejora de las condiciones que rodean a los trabajadores expuestos al glifosato. De este modo, en el Anexo D se muestra el flujograma del proceso de evaluación de las condiciones de trabajo (3).

### 3. Protocolo de vigilancia médica, en el que se establezcan las pruebas para tamizaje y pruebas confirmatorias.

Para la construcción del protocolo de la vigilancia en salud de los trabajadores, se debe tener en cuenta la exposición y efectos en la salud, las vías de ingreso de la sustancia, los órganos blancos más afectados, los efectos en salud, signos y síntomas, los cuales se evidencian en el Anexo E. Aquí es muy importante diferenciar el seguimiento a la exposición aguda y la crónica. En la Tabla 8, se especifica esta información teniendo en cuenta el sistema u órgano afectado para cada tipo de exposición.

*Tabla 8. Programa de vigilancia en salud según los órganos blanco*

Efectos de la exposición aguda	Efectos de la Exposición crónica	Signos y síntomas asociados a la exposición aguda	Signos y síntomas asociados a la exposición crónica	Biomarcadores	Pruebas Paraclínicas
Alteración neurológica. Cambios en signos vitales:	Falla renal crónica. Falla hepática.	<b>Leve:</b> principalmente síntomas gastrointestinales como dolor en boca,	Cambios en la memoria. Aumento en la función renal.	Determinación de glifosato y AMPA	PARA INTOXICACIÓN AGUDA: Función renal

<p>Bradycardia Hipotensión Taquipnea Cambios en la piel: Sudoración palidez mucocutánea. Llenado capilar prolongado. Miosis Ruidos cardiacos lentos. Broncoespasmo, disminución en parámetro ventilatorio, uso de músculos accesorios en el tórax. Aumento en el peristaltismo intestinal. Debilidad muscular.</p>	<p>Alteración en la memoria. Movimientos anormales.</p>	<p>náuseas, vómito, dolor abdominal, diarrea, y respiratorios tales como irritación en la vía respiratoria y tos, además de ardor ocular, lagrimeo, prurito ocular. no se encuentra alteración de signos vitales; no falla renal, pulmonar o cardiovascular, <b>se resuelve en 24 horas.</b> <b>Moderada:</b> aumenta la severidad de los síntomas gastrointestinales produciéndose hemorragia de vías digestivas, esofagitis, ulceración y gastritis. Además se presenta hipotensión, dificultad respiratoria, alteración ácido-básica y falla renal o hepática transitoria. <b>Severa:</b> se presenta falla respiratoria, renal y acidosis severas, falla cardiaca y shock; requiere UCI, diálisis e intubación orotraqueal. Puede presentar convulsiones, coma y muerte.</p>	<p>Aumento en las enzimas hepáticas.</p>	<p>en la orina.</p>	<p>Función hepática Glucosa central Electrolitos Gases arteriales Colinesterasa en sangre EKG</p>
--	---	--	--	---------------------	---

*Fuente: elaboración propia basado en información de Glifosato en urgencias toxicológicas, Universidad nacional de Colombia.*

### 3.2. Métodos de recolección de información

Para la vigilancia médica de la exposición a glifosato, se plantea una estrategia de recolección de la información que permita establecer las condiciones de salud de los trabajadores expuestos, historial de enfermedades y controles existentes. Por este motivo, se realizará el diligenciamiento de la historia clínica llevada a cabo por un médico Especialista en SST, la cual arrojará información relevante del trabajador enfocada en los signos y síntomas que presenta, así como sus antecedentes laborales y médicos. Ésta se puede visualizar en el Anexo H.

### *3.3. Metodología de muestreo*

Para determinar el proceso de muestreo, se debe tener en cuenta el punto de ciclo de vida en el que se realizará el análisis, la cantidad de trabajadores que deben ser muestreados, muestras necesarias al día y horario en el que debe llevarse a cabo (80). Adicional, se deben tener presentes los biomarcadores de exposición existentes.

Adicional, se deben considerar los Grupos de Exposición Similar (GES) los cuales permiten la evaluación cuantitativa de la exposición. En el Anexo F, se encuentra una matriz para la identificación de los mismos.

#### *3.3.1. Biomarcadores de exposición*

***“El glifosato y el metabolito, AMPA, se han medido en sangre y orina, sin embargo, la mayor parte del glifosato absorbido se excreta rápidamente como compuesto original y, en general, se considera que la orina es un biomarcador de exposición más fuerte dado que el nivel de detección del glifosato en la orina es mucho más bajo que el del glifosato en la sangre”*** (92). Por este motivo, sería más fácil el análisis a través de muestras de orina en lugar de suero sanguíneo.

##### *3.3.1.1. Muestra de orina*

Como se evidencia en el Anexo E, uno de los indicadores biológicos es el glifosato y ácido amino-metilfosfónico (AMPA) en orina. Para llevar a cabo el análisis, primero se debe recolectar la muestra en frascos de polipropileno con tapa rosca (aproximadamente 50 ml), debe contener un código que identifique a la persona, fecha y hora de la toma de la muestra, empresa a la que pertenece y número de referencia (80). Una vez tomada la muestra, deberá permanecer congelada (en nevera) hasta su envío al laboratorio donde serán procesadas (88).

##### *3.3.1.2. Muestras de suero sanguíneo*

Otro indicador biológico es el análisis de organoclorados en suero para determinación de organofosforados, carbamatos y organoclorados. Para ésta se sigue el proceso mencionado por M. Varona en su estudio de la determinación de la exposición a glifosato y otros plaguicidas (88), en el cual se recolectó un total de 12 ml de sangre en tubos de ensayo con anticoagulante heparina para el análisis de organofosforados, carbamatos y organoclorados. Para este proceso, las muestras deben permanecer

refrigeradas hasta su envío al laboratorio donde serán procesadas. De igual manera deben contar con su respectiva identificación, como con la muestra de orina.






***“La concentración sérica de glifosato superior a 1000 mg/L se asocia con intoxicación grave, aunque se debate la relevancia de esto ya que no se cree que el glifosato induce toxicidad clínica por sí mismo. Sin embargo, podría ser un biomarcador razonable de exposición al producto, pero se requiere más investigación para explorar esta relación”*** (64).

### *3.3.1.3. Determinación de la exposición por vía dérmica*

Para poder determinar el nivel de riesgo y exposición al glifosato por vía dérmica, se eligió el método propuesto por el Instituto Nacional para la Investigación en Seguridad de Francia (INRS por sus siglas en francés) que tiene en cuenta el grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia (S), la parte del cuerpo en contacto con la sustancia (PCA) y el tiempo de exposición (T) (111).

La severidad (S) tiene cinco categorías, las cuales tienen un puntaje de severidad según las frases R asignadas específicamente para la sustancia y de acuerdo con la clasificación de peligrosidad dada por la Unión Europea (111), como se puede observar en la Tabla 20.

Figura 20. Severidad (S) según el INRS

Categoría	Clasificación del peligro	Frases de riesgo	Pictograma	Puntaje de Severidad
1	Inocuo	Ninguna		1
2	Irritante. Xi	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66.	 Xi	10
3	Nocivo. Xn	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68, R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R48, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	 Xn	100
4	Tóxico. T	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R48, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	 T	1,000
5	Muy Tóxico. T+	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28	 T+	10,000

Fuente: En Colombia (111).

Como se observa en el Anexo E, sobre la identificación y características del glifosato, éste tiene una frase de peligro, que es la H144 “Tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático”, la cual equivale a las frases R51/53 en las frases de riesgo (112).

Para la parte del cuerpo en contacto (PCA) se establecen 4 categorías dependiendo de la extensión y parte del cuerpo involucrada; cada una con un puntaje diferente relacionado con las extremidades superiores, el torso y/o las piernas, de la siguiente manera:

- 1 si es una mano
- 2 si son ambas manos, o una mano y el antebrazo
- 3 si son ambas manos y el antebrazo, o un brazo completo
- 10 si son miembros superiores y el torso y/o las piernas (111)



Para el puntaje por tiempo de exposición (T) se plantearon 4 categorías:

- 1 si es menor de 30 minutos por día
- 2 si son 30 minutos a 2 horas por día
- 5 si va de 2 a 6 horas por día
- 10 si son más de 6 horas por día (111)

Para calcular el nivel de exposición global dérmico (NEGD) se deben multiplicar cada uno de los valores obtenidos en cada aspecto, así:

$$NEGD = S \times PCA \times T$$

Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

- Puntaje > 1000 = Riesgo alto. Requiere una intervención inmediata
- Puntaje > 100 y < 1000 = Riesgo moderado. Deben tomarse acciones correctivas
- Puntaje < 100 = Riesgo bajo. Situación bajo control. No se requiere modificación (111)

### 3.3.2. Cantidad de muestras

Con el fin de determinar el número de muestras requeridas, se debe seguir la fórmula de cálculo de tamaño de muestra para población finita (110), la cual se puede evidenciar a continuación:

$$n = \frac{K^2 \times p \times q \times N}{e^2(N - 1) + K^2 \times p \times q}$$

Donde,

K = Nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

N = Tamaño de la población

e = Margen de error

Para definir cada grupo, se considerará a qué parte del ciclo de vida pertenece el trabajador, qué tipo de tareas realiza y las rutas de exposición. Basados en el Diseño de una estrategia para la evaluación cuantitativa de la exposición a metales pesados en trabajadores de centros de reciclaje RAEE (80), se crea la matriz que permitirá la identificación de los diferentes grupos de exposición similar (GES), que se puede observar en el Anexo F.

### 3.4. Interpretación de los resultados

Teniendo en cuenta los valores de referencia de los indicadores biológicos, se considera que el trabajador está sobreexposto si se detecta una concentración de glifosato mayor a 0.1 mg/L en orina (89). Por este motivo, deberán establecerse las medidas de control suficientes, si se determina un nivel más alto en los trabajadores, para garantizar un nivel de exposición aceptable, y a su vez una mejora en las condiciones de trabajo y de salud del personal expuesto.

Por lo cual establecemos que mediante el análisis de la **HISTORIA CLÍNICA ANEXA** presentamos las siguientes recomendaciones (Tabla 9) en cuanto a que conducta debe tomar el médico ocupacional según el diagnóstico que considere para el trabajador, tener en cuenta que se deben tener unos paraclínicos base las cuales están indicadas en el examen de ingreso, ya que estas nos mostraran la base que tiene cada uno de los trabajadores al estar libres de exposición a glifosato.

Tabla 9. Recomendaciones según diagnóstico

DIAGNÓSTICO	RECOMENDACIONES
Trabajador asintomático	<p>Se trata del trabajador que asiste a control periodico de examen médico ocupacional y no presenta ningún tipo de hallazgo, alteración o signo de alarma en la revisión por sistemas, examen físico ni paraclínicos ordenados. <i>Se debe tener en cuenta que para establecer que no hay alteración en los paraclínicos no solo hay que revisar los rangos de referencia del laboratorio que procesa las muestras sino los rangos de los exámenes base que se tienen en la historia clínica de ingreso del trabajador.</i></p> <p>En caso de que todo lo anteriormente mencionado se encuentre dentro de los rangos de normalidad se considera <b>paciente sano asintomático</b> y podrá seguir en el puesto de trabajo con las mismas recomendaciones y seguimiento.</p> <p>En caso de que exista una alteración en paraclínicos con respecto a los base sin que estos se encuentren fuera del rango de referencia del laboratorio se considerará hacer seguimiento en 2 meses para evaluar estado clínico del trabajador y repetir los paraclínicos para una nueva clasificación diagnóstica, en este punto el</p>

	trabajador será clasificado <b>cómo asintomático con seguimiento médico.</b>
Trabajador con intoxicación aguda	<p>Este escenario se presenta cuando el trabajador ha estado en contacto con el glifosato por alguna de las vías de ingreso: oral, inhalatoria, contacto dérmico u ocular por alguna situación ya sea que no esté usando los elementos de protección personal reglamentarios, que no haya seguido las recomendaciones y no haya realizado las listas de chequeo, el uso incorrecto de elementos de protección personal, que no se le haya brindado la inducción adecuada a su nuevo puesto de trabajo o por un evento fortuito.</p> <p>Es importante tener en cuenta qué esta situación se clasifica cómo una <b>URGENCIA MÉDICA</b> se puede reconocer por: Cambios en el estado de conciencia del trabajador (que se encuentra letárgico o somnolencia), alteración en los signos vitales o por reporte del mismo trabajador a sus superiores.</p> <p>En este caso el trabajador deberá reportar a su ARL el suceso y deberá dirigirse a urgencias para realizar una valoración inicial de su estado de salud en donde realizarán el examen físico y paraclínico de toxicología inicial, se debe tener en cuenta que se realizará el manejo general para un paciente intoxicado en el servicio de urgencias ya que el glifosato es una sustancia que no tiene antídoto y su tratamiento es sintomático.</p> <p>Sin embargo hay algo que queremos precisar y es como deberá hacerse el traslado del trabajador y este se realizará teniendo en cuenta su condición clínica, en caso de alteración en signos vitales o estado de conciencia el traslado deberá realizarse en ambulancia medicalizada ya que existe riesgo de deterioro clínico y compromiso de la vida del trabajador, en caso de un trabajador que se encuentre sin síntomas notorios deberá ser evaluado por un médico que certifique su estado de salud y ser trasladado al servicio de urgencias más cercano.</p> <p>En el momento del reporte deberá ser clasificado como:</p> <p><b>Intoxicación leve:</b> síntomas gastrointestinales como dolor bucal, náuseas, vómito, dolor</p>

	<p>abdominal, diarrea, sin alteración de signos vitales, no alteración renal, pulmonar o cardiovascular. se resuelve en 24 horas.</p> <p><b>Intoxicación moderada:</b> Aumenta la severidad de los síntomas gastrointestinales debuta con hemorragia de vías digestivas, esofagitis, ulceración y gastritis, hay alteración en los signos vitales, puede presentar dificultad para respirar, falla hepática o renal transitoria.</p> <p><b>Intoxicación Severa:</b> Compromiso severo del estado clínico del paciente debutando con falla respiratoria, renal, acidosis severas, falla cardiaca y shock, también pacientes que requieran UCI, diálisis o intubación orotraqueal, estado neurológico comprometido con convulsiones, coma o muerte.</p> <p><i>Este trabajador deberá continuar en seguimiento por ARL una vez se resuelva la urgencia médica, se deberá realizar una reubicación laboral temporal inicialmente, se deberá realizar un análisis de puesto de trabajo y de las circunstancias que llevaron al trabajador a que se presentará el evento adverso, la reincorporación laboral estará a cargo y a criterio del médico ocupacional y será de acuerdo a la evolución clínica y paraclínica del trabajador.</i></p>
Trabajador con intoxicación crónica	<p>Se trata del trabajador que no presenta signos ni síntomas de una intoxicación aguda ni que pongan en riesgo su vida de carácter inmediato. Son aquellos signos y síntomas discretos que son detectados mediante el cuestionario de revisión por sistemas, hallazgos al examen físico o en los paraclínicos, definiéndose como un aumento por encima de los niveles de referencia del laboratorio donde son procesadas las muestras. En este caso deberá establecerse cuál es el sistema que está siendo afectado, se deberá hacer el enfoque de acuerdo a estas manifestaciones, se debe tener en cuenta todos los antecedentes médicos de este trabajador que puedan aumentar el riesgo de complicaciones como por ejemplo: úlcera péptica, asma bronquial, citopenias, enfermedades degenerativas del sistema nervioso central,</p>

	<p>medicamentos, entre otras. De acuerdo al compromiso del órgano afectado se deberá realizar la notificación a ARL como posible <b>enfermedad de origen laboral</b> asimismo deberá realizarse una valoración por el especialista del sistema afectado para más precisión citaremos un ejemplo:</p> <p>Trabajador X que labora en el área de preparación de glifosato en la compañía, asiste a su examen periodico ocupacional en donde a la revisión por sistemas refiere pérdida de la memoria, refiere su familia se queja de que aproximadamente hace 2 meses se encuentra distraída, se le olvidan fácilmente las cosas que se le explican de manera reciente, al examen físico tiene dificultad para relatar lo que realizó el fin de semana anterior, el médico ocupacional realiza <i>MINI MENTAL TEST</i> arroja un resultado de 25 puntos lo cual refleja que puede existir un posible deterioro cognitivo, por lo cual este trabajador deberá ser valorado por especialidad de neurología.</p> <p>Estos trabajadores se reportan como trabajadores con intoxicación crónica y su conducta será la <b>reubicación laboral</b> hasta que se establezca que la condición clínica actual del paciente no fue causada por una enfermedad de origen laboral.</p> <p>Continuará en seguimiento periódico y se realizarán ajustes de acuerdo a reporte de ARL y valoración por médico especialista.</p>
--	---

*Fuente: Elaboración propia a partir de recomendaciones GATISO (3)*

#### **4. Proceso de intervención para los trabajadores expuestos a glifosato, en el que se acople el protocolo de condiciones de trabajo y de vigilancia médica**

Una vez definidos los protocolos de condiciones del ambiente de trabajo y de vigilancia médica, se debe crear la herramienta de intervención final que articulará los dos procesos anteriores, con el fin de llevar a cabo un seguimiento integral a los trabajadores expuestos a glifosato en cada una de las etapas del ciclo de vida de la sustancia.

Después de identificar y evaluar el riesgo, debe decidirse qué medidas de intervención son las más adecuadas para controlarlo (33). Existen cinco métodos en la jerarquía de control de riesgos: Eliminación del riesgo, Sustitución del riesgo, Controles de ingeniería, Controles administrativos y Elementos de protección personal (93).

- Eliminación del riesgo: en caso de que se considere no utilizar el glifosato como plaguicida en los cultivos.
- Sustitución del riesgo: está estrechamente relacionado con la medida anterior, aquí se pueden evaluar alternativas con niveles de riesgo menores a las del glifosato.
- Controles de ingeniería: está relacionado con la automatización de los procesos y operaciones. Ejemplo: reducir las concentraciones de plaguicidas en lugares confinados mediante ventilación (33).
- Controles administrativos: es fundamental en el control y prevención, y tiene como objetivo disminuir la exposición a la sustancia. Considera modificaciones durante la aplicación, como por ejemplo la temperatura, horas de menor viento para reducir su volatilidad o disminuir la superficie de evaporación o deriva (33). Dentro de los controles es de vital importancia realizar programas técnicos que aseguren la adecuada selección, adquisición, adherencia, dotación, entrenamiento a los trabajadores, uso adecuado, mantenimiento, recambio y disposición final de los elementos de protección personal, teniendo en cuenta las condiciones de exposición de los trabajadores y la etapa del proceso al que estuvieron expuestos. También se encuentra aquí el seguimiento a la salud de los trabajadores, programa de rotación de personal, y señalización de las áreas donde se manipula o almacena el glifosato.

Vigilancia médica: será incluido en todos los trabajadores expuestos a glifosato, en estos se incluyen los trabajadores quienes presentan exposición por más de 6 días por cada periodo de 30 días (116). Se debe realizar un examen médico ocupacional antes de que el trabajador inicie la exposición a glifosato, registrando en este todos los antecedentes médicos y de exposición previa relevantes, se deben evaluar los resultados de los niveles plasmáticos de los paraclínicos ordenados de manera inicial para establecer una base de reconocimiento de alteraciones (116).

- Elementos de protección personal (EPP): se refiere a acciones que permitan intervenir los riesgos residuales, tales como uso de elementos de protección personal, los cuales deberán utilizarse sólo cuando existan riesgos que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente mediante las medidas ingenieriles o administrativas (33).

Para la exposición a Glifosato, se plantearon una serie de peligros y medidas de control para los mismos, que se evidencian en una matriz, basada en el modelo elaborado por Marínela Ruiz, Maryen Quintero y Mayi Sánchez en su Guía para el monitoreo biológico de la exposición a metales pesados en trabajadores de material eléctrico y electrónico (RAEE) en Colombia (96). La información se encuentra en el Anexo I.

#### *4.1. Vigilancia de la salud de los trabajadores*

Según la GATISO de plaguicidas (3), el programa de vigilancia de los trabajadores debe constar de:

- Evaluación médica preocupacional, evaluaciones médicas ocupacionales periódicas con énfasis en los sistemas dermatológico, respiratorio y neurológico, evaluación médica posocupacional o de egreso, llevadas a cabo por un médico especialista en salud ocupacional (3).
- Disponer de fuentes de información y registro para identificar la **“duración y frecuencia de las actividades que implican contacto con la sustancia, la categoría toxicológica de los productos utilizados y las características y tipo de elementos de protección”** (3).

Aclara también que la vigilancia se debe realizar en el tiempo en el que los trabajadores se encuentran expuestos a la sustancia, y en los controles posteriores se debe tener en cuenta el historial de exposición para la evaluación de efectos crónicos (3).

#### 4.2. Aseguramiento del manejo seguro de pesticidas

La OIT por su parte, menciona ciertos aspectos que deben seguirse para garantizar un manejo seguro con este tipo de sustancias químicas por medio de su International Chemical Control Toolkit. Dentro de estas se encuentran:

- Uso de guantes protectores (61).
- Recoger el agua del lavado de las boquillas de pulverización y la barra de pulverización y desechar sin peligro (61).
- Estacionar tractores y rociadores donde no se escurra el agua de lluvia ni los lavados del tractor entren en los desagües (61).
- Asegurarse de que el aplicador esté funcionando sin fugas antes de comenzar a manipular el pesticida (61).
- Leer la etiqueta del producto para ver qué equipo de protección necesita usar durante el proceso (61).
- Mantener los desechos en un lugar seguro, libre de humedad y luz del sol. El lugar debe poder contener los derrames, debe estar etiquetado; se debe saber qué contiene y cuánto (61).
- Tener un plan sobre qué hacer en caso de derrame de desechos (61).
- No verter el líquido de pulverización no utilizado, se debe rociar el cultivo o el área nuevamente hasta que el depósito esté vacío y lavar el interior del depósito con agua limpia y rociar esto también (62).
- Lavar los recipientes con agua y utilizar los lavados en la preparación diluida para su aplicación (62)
- Se deben sellar los desechos en contenedores marcados, y no se deben mezclar diferentes productos químicos en el mismo envase (62).
- Asegurarse que el espacio a fumigar se encuentre desocupado (119).
- Evitar ingresar al cultivo durante el periodo de ejecución del pesticida (119).
- No reutilizar los recipientes de la sustancia (119).

## Discusión

Los criterios para la clasificación de sustancias carcinogénicas se basan en estudios en humanos y animales de experimentación y otros datos relevantes como el mecanismo de actuación, el metabolismo, la genotoxicidad, farmacocinética, entre otros (115).

Las diferentes organizaciones en la primera categoría incluyen aquellas sustancias comprobadas carcinogénicas en humanos; en la segunda categoría, la mayoría usa el término de probablemente carcinogénico en humanos; ***“en este caso se observa como los criterios empleados para incluir las sustancias en esta categoría pueden variar, principalmente en cuanto a la extrapolación de los datos experimentales a los humanos”*** (115). En el caso de la IARC, ésta diferencia entre los animales y los humanos, pues confirma que si no se cuenta con información completa y adecuada en humanos, puede ser prudente tener en cuenta agentes con pruebas suficientes en animales como si tuvieran una relación carcinogénica con los humanos (115).

En 2015, el Ministerio de Salud de Colombia elevó una solicitud al Consejo Nacional de Estupefacientes para que suspendieran las fumigaciones, después de que la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) clasificó esta sustancia como ‘Probablemente carcinógeno para el ser humano’ (Grupo 2A) al identificar que hay suficiente evidencia experimental para demostrar la carcinogenicidad en animales, pero evidencia limitada en los seres humanos (7). El Consejo acató la recomendación y suspendió el uso del glifosato, únicamente sobre los cultivos ilícitos (9).

Sin embargo, otras fuentes de información indican que el glifosato no es cancerígeno. Tal es el caso de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) (113), que menciona que la sustancia hace parte del grupo D - no clasificable en cuanto a carcinogenicidad humana. Inicialmente la sustancia hacía parte del grupo C, dada la identificación de una mayor incidencia de tumores renales en ratones, y que posterior a una revisión independiente de los portaobjetos, se cambió a D por la falta de impacto estadístico y la incertidumbre en cuanto a un efecto relacionado con el tratamiento (64).

Por su parte, el Programa Nacional de Toxicología de Estados Unidos (NTP por sus siglas en inglés) hizo algunos estudios para comprobar la hipótesis de la carcinogenicidad del glifosato en los humanos (114). Probaron la sustancia en dos líneas celulares humanas, HepaRG (hepatocitos metabólicamente competentes) y HaCaT (queratinocitos humanos) utilizando el ensayo  $\gamma$ -H2AX que detecta daños en la doble cadena del ADN. Los resultados de este estudio arrojaron que el glifosato y sus formulaciones no mostraron cambios mínimos en la fosforilación de  $\gamma$ -H2AX y solo en concentraciones que indujeron una pérdida significativa de la viabilidad de las células. De hecho, la única formulación que muestra algún daño en el ADN también contiene diquat como ingrediente activo. Estos datos sugieren que GLY no induce daños en el ADN de doble cadena en células HaCaT y HepaRG (114).



Es importante tener en cuenta que las listas de sustancias carcinogénicas no se pueden considerar definitivas a lo largo del tiempo, ya que los avances en los conocimientos evolucionan constantemente, por lo que se debe hacer una revisión periódica de las clasificaciones (115). Sin embargo, la clasificación siempre debe tener como prioridad la protección de las personas que pueden estar expuestas a los agentes que hacen parte de las listas elaboradas por las diferentes organizaciones internacionales. En este caso específico del glifosato, se evidencia una contradicción en las posiciones existentes, pero no se debe negar que aquella clasificación que más protege al trabajador expuesto a esta sustancia, es aquella postulada por la IARC, puesto que considera que sí es una probablemente carcinógena para los humanos.

En el capítulo 2 de este estudio, se analizó una Ficha de seguridad de uno de los productos de glifosato en el que se evidenciaron varias áreas de oportunidad, como lo es la identificación de peligros, los elementos de protección personal, la información toxicológica y carcinogenicidad. Adicionalmente, en PubChem se encontró que la única frase de peligro según el SGA es la H411: ***“Tóxico para la vida acuática con efectos duraderos [Peligroso para el medio ambiente acuático, peligro a largo plazo]”*** (64), ***pero si se contrasta esta información con aquella que deben tener las sustancias carcinógenas, se puede evidenciar que el glifosato no cumple con los requerimientos establecidos.***

El glifosato al ser probablemente carcinógeno para los humanos, hace parte de la categoría 1B de las Naciones Unidas ***“Sustancias que se supone son carcinógenas para el hombre, en base a la existencia de datos en estudios con animales”*** (109), por lo que la etiqueta debe tener un símbolo de Peligro para la salud, la palabra de advertencia es Peligro y la indicación de peligro es ***“Tóxico para la vida acuática con efectos duraderos [Peligroso para el medio ambiente acuático, peligro a largo plazo]”*** (109).

Además, debido a la identificación y caracterización de esta sustancia, se considera que dentro de las frases de peligro se deben incluir las siguientes:

- Irrita los ojos. H319
- Irrita las vías respiratorias. H335
- Irrita la piel. H315
- Posibles efectos cancerígenos. H351
- Puede causar cáncer. H350
- Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar. H304
- Peligro de efectos irreversibles muy graves y tóxico por ingestión. H370
- Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada y tóxico por inhalación. H372 (112)

Por otro lado, es importante recordar que el glifosato no cuenta con un límite de exposición oficial, por lo que los límites se basan entre 3 mg/m<sup>3</sup> y 10 mg / m<sup>3</sup> dependiendo el tipo de partícula (78). Esto previene que se garantice la protección mínima que deben tener los trabajadores expuestos a esta sustancia puesto que aumenta la probabilidad de que se presente una sobreexposición a la sustancia que

finalmente se relacione con los efectos en salud que tiene el glifosato, y que se deben evitar con el seguimiento a dicho límite.

Es importante mencionar que al establecer un protocolo de vigilancia para la seguridad y salud en el trabajo se debe tener en cuenta la legislación Colombiana y qué dice ésta frente a agentes carcinógenos. Según el ministerio de salud, existe un manual de agentes carcinógenos para los grupos 1 y 2A de la IARC como interés ocupacional, según la Ley 9 del 24 de enero de 1979 en su artículo 81: *“La salud de los trabajadores es una condición indispensable para el desarrollo socioeconómico del país; su preservación y conservación son actividades de interés social y sanitario, en las que participan el gobierno y los particulares”*. **Sin embargo, a pesar de que se establecen criterios de selección, se explica brevemente el marco legal en Colombia, en las tablas no hay referencia al glifosato ni N-fosfometilglicina.** Colombia se encontraba frente a un debate por el inicio de aspersion con glifosato para erradicar los cultivos ilícitos, en abril del 2021 gobierno de Iván Duque habría firmado un decreto con el que se regularía la reactivación de la aspersion con glifosato en los cultivos de coca, sin embargo se presentó una acción de tutela por parte de organizaciones de derechos humanos y ambientales en donde exponen que la ANLA vulneró su derecho a la participación en donde expedieron un documento en el que se realizaron audiencias virtuales con el uso de TICs para abordar el uso del herbicida, sin tener en cuenta que los municipios donde residen no cuentan con conexión estable a internet que les facilite la participación adecuada, por lo cual el día 19 de enero del 2022 la corte constitucional revocó el plan de erradicación de cultivos ilícitos con glifosato de la ANLA. (117)

En Colombia la regulación se basa en la GATISO la cual en la sección de pesticidas propone una guía de control exponiendo principios básicos, para disminuir contacto en piel y ojo con sustancias peligrosas, equipo o elementos de protección respiratoria, características en el sistema de bloqueo y etiquetado y los relacionados con el control ambiental que incluye las emisiones en el aire, emisiones en el agua y la disposición de residuos sólidos, mediante la revisión realizada en el trabajo descubrimos falencias que se presentaban en la guía en donde no se evidencia una integración para una valoración interdisciplinaria del trabajador, en cuanto a exposición no propone unos lineamientos que puedan ser guía o una base para realizar el monitoreo biológico y el seguimiento a la salud de los trabajadores, presenta limitaciones en cuanto a los biomarcadores y paraclínicos que se deben ordenar a los trabajadores para realizar seguimiento a su exposición laboral por lo cual consideramos que nuestra investigación realiza un aporte en cuanto al seguimiento adecuado y la detección temprana y oportuna de alteraciones que puedan desencadenar en una enfermedad laboral, así como un protocolo con signos y síntomas que pueden sugerirle al trabajador y sus compañeros que realizar en caso de una intoxicación aguda por glifosato, su clasificación y la conducta a seguir.

## Conclusiones

Al realizar la revisión de la literatura se encontró que a pesar de ser el uso del glifosato un tema muy controversial en Colombia por su aplicación en la erradicación de cultivos ilícitos y su impacto ambiental, no se encontraron protocolos, marco legal, regulación de este herbicida en su uso legal como se expuso por medio del trabajo, ***se considera esta ausencia como un tema prioritario para el desarrollo tanto de política como de regulaciones***, dada la clasificación como agente carcinógeno otorgada por la IARC la cual fue discutida ampliamente. También se evidenció la ausencia de interdisciplinariedad.

En la Seguridad y Salud en el trabajo se aprende a identificar que cualquier factor que esté en relación con el trabajador de manera directa o indirecta podría afectar, por lo que se evidenció que el uso y la aspersión de glifosato causa impacto en los trabajadores, cultivos y a nivel ambiental; durante el desarrollo del trabajo se tuvo en cuenta en el marco normativo su uso como herbicida en dichos cultivos, pero como explicamos, es un herbicida que tiene amplios usos en los cultivos colombianos y que su uso es por trabajadores/ agricultores, por medio de este trabajo se expusieron las herramientas necesarias para su uso, la preparación, concentraciones y elementos de protección personal necesarios, los cuales no cuentan con un marco regulatorio que se exija a los empleadores que deben entregar a sus trabajadores para disminuir el riesgo de desarrollar patologías de origen laboral, en este caso particular uno de los efectos más expuestos en el presente trabajo y de mayor impacto: El cáncer, sin desprestigiar los efectos sistémicos reportados en pubchem.

Según la evidencia documentada consideramos que el protocolo de vigilancia es una herramienta crucial para la vigilancia de los trabajadores expuestos a esta sustancia de la que se sabe mucho pero se dice poco, es nuestro deber como especialistas en seguridad y salud en el trabajo exponer las carencias que hay al respecto en este tema en nuestro país y brindar herramientas desde nuestra especialización para disminuir los riesgos potenciales de la exposición a este herbicida, adicionalmente buscamos establecer una herramienta vital para la vigilancia epidemiológica de esta exposición y que tiene un costo/beneficio favorable económico LA HISTORIA CLÍNICA diseñada particularmente para este tipo de trabajadores, ya que, durante la exposición pudimos evidenciar que la normativa para historia clínica ocupacional, exámenes ocupacionales y monitoreo de riesgo biológico es nula y sin pautas detalladas para su desarrollo en ninguno de los ámbitos en los que se utiliza el glifosato, es importante mencionar que tampoco hay expuestos planteamientos para implementar estrategias de muestreo en esta población.

La investigación realizada arrojó que muchas de las clasificaciones y parámetros se encuentran limitadas a estudios que han sido realizados solo en animales y se han documentado sus efectos adversos basados en manifestaciones en su mayoría en ratas, efectos de potencial importancia tales como la relación con la aparición de cáncer.

En cuanto a la vigilancia médica podemos concluir que es necesario realizar una valoración médica y una historia clínica enfocada a las manifestaciones de intoxicación aguda y crónica, y debe ser enfocada a la búsqueda de hallazgos particulares que sólo se generan tras la intoxicación de este tipo de herbicida, concluimos debe realizarse de manera periódica, al ingreso del trabajador, a los 6 meses y al egreso de

su cargo, este procedimiento deberá ser realizado y diligenciado únicamente por un médico ocupacional y de acuerdo al instructivo expuesto en la historia clínica anexa.

Adicionalmente se concluye que dado lo anteriormente mencionado de la interdisciplinariedad es importante tener en cuenta la implementación adecuada de la matriz de riesgo en donde se recopilaran los datos e información para clasificar los procesos, actividades y tareas que desarrollan los trabajadores de la industria, lo cual ayudará a definir los criterios para establecer los controles necesarios según el número de trabajadores, establecer intervenciones como eliminación, sustitución, controles administrativos y/o revisar la conveniencia de un plan de acción, seguidamente se debe documentar el seguimiento y la implementación de los controles establecidos en este plan de acción.

## **Recomendaciones**

A partir del desarrollo de esta investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

### **Al Gobierno nacional**

- Desarrollar las normas pertinentes de cara a regular el uso del glifosato en cultivos de uso lícito.

- Incluir al glifosato dentro de las sustancias de interés para seguimiento y vigilancia en salud pública.
- Actualizar la GATISO de Plaguicidas incluyendo dentro de éstos al Glifosato
- Aplicar el principio de precaución para todas las sustancias químicas, en especial con el glifosato

### **A la Universidad El Bosque**

- Desarrollar investigaciones posteriores que permitan ampliar el conocimiento sobre uso seguro de las sustancias químicas empleadas en el control de plagas.
- Incorporar dentro de la oferta de sus cursos de extensión, cursos relacionados con el uso seguro de plaguicidas.
- Promover el desarrollo de investigaciones enfocadas en la identificación y solución de los problemas en SST en el sector de la agricultura.

### **A los Especialistas en Seguridad y Salud en el Trabajo**

- Profundizar en el conocimiento del uso seguro de los plaguicidas de cara a aplicarlo en las actividades de promoción y prevención desarrolladas en el sector de la agricultura.

### **Al sector agrícola de la economía que emplea glifosato en sus cultivos**

- Implementar el protocolo de vigilancia desarrollado en las actividades agrícolas que emplean glifosato como sustancia herbicida.
- Evaluar alternativas para la eliminación del glifosato como herbicida.

## **Referencias**

1. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Eliminación de Grandes Cantidades de Plaguicidas en Desuso en los Países en Desarrollo - Colección FAO: Eliminación de Plaguicidas - 4. [Internet]. 1996. [Consultado 24 Jun 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/W1604S/w1604s04.htm>
2. Organización Mundial de la Salud. Residuos de plaguicidas en los alimentos. [Internet]. 2018; [Consultado 24 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

3. Ministerio De Protección Social, Pontificia Universidad Javeriana. Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional basada en la Evidencia para trabajadores expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos) (GATISO - PIC). [Internet] 2008; [Consultado 24 Jun 2021]. Disponible en: <https://sandiegoses.com/pdf/plaguicidas-inhibidores-de-la-colinesterasa.pdf>
4. Medina, A. Estudio cualitativo sobre el riesgo químico asociado a la aspersion terrestre de glifosato en los trabajadores del programa de erradicación de cultivos ilícitos - PECAT - en el departamento de Nariño. [Internet]. 2017; [Consultado 25 Jun 2021]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7325/MedinaRochaAndreaLiliana2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. International Labour Organization ILO. Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance (OSH No. 72) [Internet]. Geneva: International Labour Office; 1998. [Consultado 30 Agosto 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_177384.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_177384.pdf)
6. Duke SO. Glyphosate: Uses Other Than in Glyphosate-Resistant Crops, Mode of Action, Degradation in Plants, and Effects on Non-target Plants and Agricultural Microbes. In New York, NY: Springer US; p. 1–65. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/398\\_2020\\_53](https://doi.org/10.1007/398_2020_53)
7. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs Vol 112. [Internet] 2015; 321-412. [Consultado 13 Jun 2021] Disponible en: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono112-10.pdf>
8. Instituto Nacional de Salud. Apreciaciones al informe emitido por la IARC y su potencial impacto en el uso del herbicida glifosato en Colombia. 2015; 19. [Consultado 14 Jun 2021] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/reporte-iarc-herbicida-glifosato.pdf>
9. El Espectador. La enredada historia del glifosato. [Internet] 2015; [Consultado 15 Jun 2021] Disponible en: <https://www.elespectador.com/politica/la-enredada-historia-del-glifosato-article-561075/>
10. Organización Mundial de la Salud OMS. The WHO recommended classification of pesticides by hazard. [Internet] 2020; 78. [Consultado 13 Jun 2021] Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>
11. Gandhi K, Khan S, Patrikar M, Markad A, Kumar N, Choudhari A, et al. Exposure risk and environmental impacts of glyphosate: Highlights on the toxicity of herbicide co-formulants. Environ Challenges [Internet]. 2021;4(March):100149. [Consultado 10 Jun 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100149>
12. Von Ehrenstein OS, Ling C, Cui X, Cockburn M, Park AS, Yu F, et al. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: Population based case-control study. BMJ. 2019;364:1–10. [Consultado 10 Jun 2021]
13. El Espectador. La enredada historia del glifosato. [Internet] 2015; [Consultado 15 Jun 2021] Disponible en: <https://www.elespectador.com/politica/la-enredada-historia-del-glifosato-article-561075/>

14. M. Ayala. UN Periodico Digital. ¿Quién controla el otro glifosato?. [Internet]. 2019; [Consultado 5 Jul 2021]. Disponible en: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/quien-controla-el-otro-glifosato/>
15. Instituto Nacional de Contadores Públicos. DANE presentó las cifras reales del campo colombiano. [Internet] 2016; [Consultado 19 junio 2021] Disponible en: <https://incp.org.co/dane-presenta-las-cifras-reales-del-campo-colombiano/>
16. Agronegocios. Los cultivos con mayor número de hectáreas se concentran en el café, palma y arroz. [Internet] 2020; [Consultado 19 junio 2021]. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/los-cultivos-con-mayor-numero-de-hectareas-se-concentran-en-el-cafe-palma-y-arroz-3033622>
17. Meftaul IM, Venkateswarlu K, Dharmarajan R, Annamalai P, Asaduzzaman M, Parven A, et al. Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture? Environ Pollut [Internet]. 2020;263:114372. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114372>
18. Weisenburger, Dennis D. A Review and Update with Perspective of Evidence that the Herbicide Glyphosate (Roundup) is a Cause of Non-Hodgkin Lymphoma. 2021; 15:56. [Consultado 10 Jun 2021] Disponible en: <https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#!/content/playContent/1-s2.0-S2152265021001518?returnurl=null&referrer=null>
19. Von Ehrenstein OS, Ling C, Cui X, Cockburn M, Park AS, Yu F, et al. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: Population based case-control study. BMJ. 2019;364:1–10.
20. J. Luna, E. Puello. Prácticas empleadas por fumigadores de plaguicidas del medio y bajo Sinú departamento de Córdoba. [Internet]. 2017; [Consultado 25 Jun 2021]. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/913>
21. International Commission on Occupational Health (ICOH). International Code of Ethics for Occupational Health Professionals. [Internet] 2014; [Consultado 6 Agosto 2021]. Disponible en: [http://www.icohweb.org/site/multimedia/code\\_of\\_ethics/code-of-ethics-en.pdf](http://www.icohweb.org/site/multimedia/code_of_ethics/code-of-ethics-en.pdf)
22. B. Diego, C. Daniela, O. Diana. Agrochemical pesticide production, trade, and hazard. Journal of Environmental Management 286 Narrowing the information gap in Colombia. [Internet] 2021; [Consultado 21 Agosto 2021]. 12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112141>
23. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Estadísticas de comercialización de plaguicidas químicos de uso agrícola 2016. [Internet] 2017; [Consultado 21 Agosto 2021]. 201. Disponible en: [https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/estadisticas/cartilla-plaguicidas-2016\\_22-01-18.aspx](https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/estadisticas/cartilla-plaguicidas-2016_22-01-18.aspx)
24. G. Ximena. El manejo adecuado es clave en el uso de glifosato en la agricultura. [Internet]. Bogotá: Editorial La República; 2018. [Consultado 21 Agosto 2021]. Disponible en: [agronegocios.co/agricultura/el-manejo-adecuado-es-clave-en-el-uso-de-glifosato-en-la-agricultura-2760673](https://www.agronegocios.co/agricultura/el-manejo-adecuado-es-clave-en-el-uso-de-glifosato-en-la-agricultura-2760673)
25. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). PLAGUICIDAS REGISTRADOS - JULIO 2021. [Internet] 2021; [Consultado 21 Agosto 2021]. 201. Disponible en:

- <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/registros-nacionales-pqua-15-04-09.aspx>
26. GLEBA S.A. Glifoglex. [Internet]. [Consultado 21 Agosto 2021]. Disponible en: <https://todoagro.com/uploads/products/documents/GLIFOGLEX.pdf>
  27. YPF S.A. Glifosato concentrado HA. [Internet]. [Consultado 22 Agosto 2021]. Disponible en: <https://www.ypfagro.com.ar/img/documentos/5df26bbbc7d571f6ced5a265f.pdf>
  28. Solchem SpA. Glifosato 48% SL. [Internet]. [Consultado 21 Agosto 2021]. 201. Disponible en: [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/glifosato\\_48\\_sl\\_15-12.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/glifosato_48_sl_15-12.pdf)
  29. Pesticide Wise ES. Mezclar plaguicidas de forma segura [L] [Internet]. España: 2016. [Consultado 22 Agosto 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aeSjryyOsB4>
  30. Ministerio de Salud y Protección Social. DECRETO NÚMERO 3518 DE 2006 . [Internet]. [Consultado 31 Agosto 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-3518-de-2006.pdf>
  31. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Guía metodológica para el desarrollo de protocolos de vigilancia de eventos de interés en salud pública en Colombia. 2014. [Internet]. [Consultado 31 Agosto 2021]. Disponible en: [http://www.saludcapital.gov.co/CTDLab/Publicaciones/2019/Guia\\_metod\\_des\\_Protocolos\\_Vigilancia.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/CTDLab/Publicaciones/2019/Guia_metod_des_Protocolos_Vigilancia.pdf)
  32. Gutierrez M. Grau P. Vallebuona C. Ministerio de Salud Gobierno de Chile. Protocolo de Vigilancia de Salud de los Trabajadores Expuestos a Plaguicidas. [Internet]. [Consultado 05 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.enfermeriaaps.com/portal/?wpfb\\_dl=4183](https://www.enfermeriaaps.com/portal/?wpfb_dl=4183)
  33. Departamento de Salud Ocupacional de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción del Ministerio de Salud. Protocolo de vigilancia epidemiológica de trabajadores expuestos a plaguicidas. 2014. [Internet]. [Consultado 05 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.minsal.cl/sites/default/files/Protocolo\\_de\\_Vigilancia\\_Trabajadores\\_Expuestos\\_Plaguicidas.pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/Protocolo_de_Vigilancia_Trabajadores_Expuestos_Plaguicidas.pdf)
  34. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Condiciones de trabajo y salud. [Internet]. [Consultado 05 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://istas.net/salud-laboral/danos-la-salud/condiciones-de-trabajo-y-salud>
  35. AELE. Glosario de Términos del Decreto Supremo N° 009-2005-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. [Internet]. [Consultado 05 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.aele.com/node/5192>
  36. Rojo, A. M., Gómez Parada, I. Programas para el monitoreo de la exposición interna: criterios para su diseño. [Internet]. Ciudad de Buenos Aires: Autoridad Regulatoria Nuclear. [Consultado 05 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/38/115/38115054.pdf?r=1&r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/115/38115054.pdf?r=1&r=1)
  37. Ramírez A. Biomarcadores en monitoreo de exposición a metales pesados en metalurgia. An. Fac. med. [Internet]. 2006, vol.67, n.1 [Consultado 05 Septiembre 2021], pp.49-58. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832006000100008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832006000100008&lng=es&nrm=iso). ISSN 1025-5583.



38. Agro P&C. La agricultura en Colombia. [Internet]. [Consultado 06 Septiembre 2021]. Disponible en: [http://agropc.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=5](http://agropc.com/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=5)
39. Stefany Marulanda. Los departamentos de Santander, Meta, Antioquia y Caquetá representan el 60% del total del área cauchera sembrada en Colombia. [Internet]. [Consultado 06 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.legiscomex.com/Documentos/informe-sectorial-sector-caucho-colombia-2017-rci318>
40. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. El cultivo del sorgo. [Internet]. Cucúta; 1990. [Consultado 06 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4097/el\\_cultivo\\_sorgo.PDF;jsessionid=9DB7F6C6F8CD0BF468B44C282942C66A?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4097/el_cultivo_sorgo.PDF;jsessionid=9DB7F6C6F8CD0BF468B44C282942C66A?sequence=1)
41. DANE. Censo de fincas productoras de flores. [Internet]. [Consultado 06 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-de-fincas-productoras-de-flores>
42. H. Sophie. The States That Use the Most Glyphosate — And What You Can Do About It. 2019. [Internet]. [Consultado 06 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.greenmatters.com/p/states-with-most-glyphosate>
43. Consejo Nacional De Política Económica Y Social República De Colombia. Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas. [Internet]. Bogotá: 2016. [Consultado 07 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3868.pdf>
44. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Enfoque Estratégico para la gestión de productos químicos a Nivel Internacional. [Internet]. Ginebra; 2007. [Consultado 07 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/SAICM-publication-SPA.pdf>
45. Ogechukwa R. A model large scale batch process for the production of Glyphosate Scale of operation: 3000 tonnes per year. [Internet]. Noruega; 2016. [Consultado 08 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311792924\\_A\\_model\\_batch\\_scale\\_process\\_for\\_the\\_production\\_of\\_Glyphosate\\_with\\_the\\_scale\\_of\\_operation\\_of\\_up\\_to\\_3000\\_tonnes\\_per\\_year#pfc](https://www.researchgate.net/publication/311792924_A_model_batch_scale_process_for_the_production_of_Glyphosate_with_the_scale_of_operation_of_up_to_3000_tonnes_per_year#pfc)
46. Organización Mundial De La Salud Y Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. Manual sobre la elaboración y uso de las especificaciones de plaguicidas de la FAO y la OMS. [Internet]. Roma: 2017. [Consultado 08 Septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I5713s/I5713s.pdf>
47. Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. Capítulo 10. Herbicidas. [Internet]. [Consultado 09 Septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/tl147s/tl147s0e.htm>
48. O. Agustin, T. Mario. Pulverizaciones agrícolas terrestres. [Internet]. Buenos Aires; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: 2006. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/27491/mod\\_resource/content/1/PULVERIZACIONES\\_AGRICOLAS\\_TERRESTRES.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/27491/mod_resource/content/1/PULVERIZACIONES_AGRICOLAS_TERRESTRES.pdf)

49. Department of Primary Industries and Regional Development. Herbicide application. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.agric.wa.gov.au/grains/herbicide-application>
50. D. Veronica, P. Ana. Consideraciones para maximizar la eficiencia del glifosato. [Internet]. Chile: 2018. Revista frutícola. V 2. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.agrospec.cl/wp-content/uploads/2018/05/Consideraciones-para-maximizar-la-eficiencia-del-glifosato.pdf>
51. Identificación del herbicida glifosato propiedades y toxicidad. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Fumigas/glifosato\\_DNE.pdf](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/glifosato_DNE.pdf)
52. Solchem SpA. GLIFOSATO 75,7% SG. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.sag.gob.cl/content/glifosato-757-sg#:~:text=MALEZAS%20PERENNES,-1%2C1%20%2D%201&text=inicios%20de%20floraci%C3%B3n,-,Emplear%20la%20dosis%20mayor%20cuando%20las%20malezas%20a%20controlar%20est%C3%A9n,de%20aplicaci%C3%B3n%3A%20cada%204%20meses.>
53. International Labour Organization. International Chemical Control Toolkit. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets.htm](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets.htm)
54. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet 100: General Ventilation General Principles. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-100.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-100.pdf)
55. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet 101: General Ventilation: General Storage. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-101.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-101.pdf)
56. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet 209: Drum Filling – Liquids. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-209.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-209.pdf)
57. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet 313: Filling Small Containers (Packets and Bottles). [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-313.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-313.pdf)
58. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet SK100: General Advice. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-sk100.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-sk100.pdf)
59. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet 100: Selection and Use of Respiratory protective Equipment (RPE). [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en:

- [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-r100.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-r100.pdf)
60. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet P100: Handling concentrated pesticides for protection of plants. [Internet]. [Consultado 10 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p100.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p100.pdf)
  61. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet P101: Applying Pesticides by Spraying, Fogging and Dusting. [Internet]. [Consultado 13 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p101.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p101.pdf)
  62. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet P104: Disposing of Pesticide Wastes. [Internet]. [Consultado 13 Septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p104.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p104.pdf)
  63. Portal Frutícola. Mantenición de la bomba de espalda y equipos pulverizadores. Seguridad laboral. [Internet]. 2016. [Consultado 14 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/11/30/mantencion-de-la-bomba-de-espalda-y-equipos-pulverizadores-seguridad-laboral/>
  64. PubChem. Glyphosate. [Internet]. [Consultado 14 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3496>
  65. Montenegro M. Criterios técnicos, metodológicos y científicos para la vigilancia de la exposición ocupacional a plaguicidas en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, 2013. [Internet]. Bogotá; 2013. [Consultado 22 Septiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21023/5539726.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  66. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos - ANDI. Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas. [Internet]. Colombia; 2003. [Consultado 29 de Septiembre 2021]. Disponible en: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Fumigas/Guia\\_Ambiental2.pdf](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/Guia_Ambiental2.pdf)
  67. P. Angela. Glifosato, uso de agroquímicos y la seguridad ambiental. [Internet]. Buenos Aires; 2019. [Consultado 08 de Septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/Galaburri2020/disertacin-glifosato-ub-8-de-abril-2019-angela-della-pena>
  68. Graphic Products. Exposición ocupacional. [Internet]. [Consultado 06 de Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.graphicproducts.com/articles/occupational-exposure/>
  69. Green facts. Exposición. [Internet]. [Consultado 06 de Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/exposicion-expuesto-exponer.htm>
  70. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993. [Internet]. [Consultado 07 de Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>

71. Organización Internacional del Trabajo. Technical and Ethical Guidelines for Workers Health Surveillance. [Internet]. [Consultado 07 de Octubre 2021]. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_177384.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_177384.pdf)
72. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal, División de Registro y Fiscalización de El Salvador. Manejo de derrames de agroquímicos. [Internet]. [Consultado 11 de Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/43/documents/5555/download>
73. Decreto 1079 de 2015. Decreto Único Reglamentario del sector Transporte. [Internet]. [Consultado 13 de Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=12801>
74. Hoyos Calvete. Martha Cecilia. Guía de comunicación de peligros basada en los criterios del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos - SGA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Internet]. [Consultado 13 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/A6\\_-\\_Gu%C3%ADa\\_de\\_comunicacion\\_de\\_peligros\\_segun\\_el\\_SGA\\_2017.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/A6_-_Gu%C3%ADa_de_comunicacion_de_peligros_segun_el_SGA_2017.pdf)
75. Castro R. Zavaleta A. Programa en "basic" para el cálculo de DL50 por el método probits. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública.[Internet]. [Consultada el 13 de octubre de 2021]. Disponible en:[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46341998000100009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46341998000100009)
76. Ocampo E., Lopez D. Camacho A. Política Nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Ministerio de Salud y Protección social, Ministerio de Minas y Energía. 2017.[Internet]. [Consultado el 13 de octubre de 2021]. Disponible en:[https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book\\_rae/Pol%C3%ADtica\\_RAEE.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae/Pol%C3%ADtica_RAEE.pdf)
77. Número CAS. [Internet]. [Consultado 13 de octubre de 2021]. Disponible en:<http://www.educaplus.org/elementos-quimicos/propiedades/identificacion-cas.html>
78. ACGIH. TLVs and BEIs: Threshold limit values for chemical substances and physical agents and Biological Exposure Indices. Estados Unidos; 2021. ISBN: 978-1-607261-45-2
79. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1675 de 2013. [Internet]. [Consultado 14 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambienteds\\_1675\\_2013.htm](https://icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambienteds_1675_2013.htm)
80. F. Cruz. Diseño de una estrategia para la evaluación cuantitativa de la exposición a metales pesados en trabajadores de centros de reciclaje RAEE. Bogotá: 2019.
81. D. Bohorquez. Métodos analíticos para la determinación de glifosato en matrices ambientales. [Internet]. Bogotá; 2020. [Consultado 05 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77955/1023906433.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

82. Info Agro. Qué es un anemómetro. [Internet]. [Consultado 05 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/doc\\_anemometro\\_velocidad\\_viento.asp?k=80](https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_anemometro_velocidad_viento.asp?k=80)
83. C. Arciniégas. Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. [Internet]. Manizales: 2011. [Consultado 07 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a12.pdf>
84. ITECO. Medición de calidad del aire. [Internet]. [Consultado 07 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.iteco.com.co/medicion-de-calidad-del-aire/>
85. A. Garrido, Y. Trujillo. Estudio de iluminación de los puestos de trabajo administrativos de la empresa comercializadora Internacional Verde Azul S.A.S. [Internet]. Bogotá: 2015. [Consultado 07 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2907/GarridoLopezAndreaCatalina2016.pdf;jsessionid=2A2237D56F9106C51FED3AA13D880BD7?sequence=1>
86. OSHA. Glyphosate: PV2067. [Internet]. 1989. [Consultado 08 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.osha.gov/sites/default/files/methods/pv2067.pdf>
87. Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. [Internet]. [Consultado 08 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas\\_tcm30-514230.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas_tcm30-514230.pdf)
88. M. Varona., H. De Restrepo. Determinación de la exposición a glifosato y otros plaguicidas y evaluación del daño en el ADN en trabajadores que laboran en cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca. [Internet]. Revista MEDICINA - Vol 28 No. 1 (72). 2006. [Consultado 08 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf>
89. C. Uribe. Toxicología del glifosato. [Internet]. [Consultado 09 de noviembre de 2021]. Bogotá. Disponible en: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Fumigas/toxicologia\\_glifosato%20DNe.pdf](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/toxicologia_glifosato%20DNe.pdf)
90. University of Minnesota Extension. Avoiding herbicide drift. [Internet]. [Consultado 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://extension.umn.edu/herbicides/too-windy-to-spray#wind-speed-and-direction-1040814>
91. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo. [Internet]. [Consultado 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_211.pdf/e12d5914-642c-4f07-8938-6029c4fff94e](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_211.pdf/e12d5914-642c-4f07-8938-6029c4fff94e)
92. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services. Toxicological Profile for Glyphosate. [Internet]. 2020. [Consultado 14 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp214.pdf>
93. Instituto de seguridad y bienestar laboral. La jerarquía de los controles según la ISO 45001. [Internet]. [Consultado 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://isbl.eu/2020/09/la-jerarquia-de-los-controles-segun-la-iso-45001-2018-ejemplos-practicos/>
94. O. Diaz., C. Muñoz. Aplicación de la GTC 34 y GTC 45 en una S.A.S. de servicios en HSEQ: estudio de caso. [Internet]. Suma de Negocios, Vol. 4 N° 1: 71-87, Julio 2013, Bogotá (Col.)



- [Consultado 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/sdn/v4n1/2027-5692-sdn-4-01-71.pdf>
95. Nueva ISO 45001. Matriz de riesgos y peligros prioritarios: el centro del SG-SST. [Internet]. 2017. [Consultado 13 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-45001.com/2017/08/matriz-de-riesgos-peligros-sg-sst/>
  96. M. Ruiz Villalta, M. Quintero, M. Sánchez. Guía para el monitoreo biológico de la exposición a metales pesados en trabajadores de material eléctrico y electrónico (RAEE) en Colombia. [Internet]. Bogotá; 2019.
  97. National Environment Methods Index. AOAC: 991.08: Glyphosate and AMPA in Environmental Water. [Internet]. [Consultado 21 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.nemi.gov/methods/method\\_summary/4742/](https://www.nemi.gov/methods/method_summary/4742/)
  98. H. Rodriguez., M. Espinosa. Guía para desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica en salud ocupacional. Bogotá: 2007.
  99. Portal Frutícola. Mantenición de la bomba de espalda y equipos pulverizadores. Seguridad laboral. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/11/30/mantencion-de-la-bomba-de-espalda-y-equipos-pulverizadores-seguridad-laboral/>
  100. Croper. PULMIPUR CAMPANA 35. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.croper.com/products/23-maquinaria-agricola/3220-fumigadoras-y-pulverizadoras/2438-pulmipur-campana-35>
  101. Agroempresarios. Más de 100 personas asistieron al curso para operarios y auxiliares de equipos pulverizadores agrícolas. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://agroempresario.com/publicacion/45245/mas-de-100-personas-asistieron-al-curso-para-operarios-y-auxiliares-de-equipos-pulverizadores-agricolas/?cat=153>
  102. Made In China. One-hand pressure sprayer for fertilizer, herbicides and pesticides. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://m.made-in-china.com/product/One-Hand-Pressure-Sprayer-for-Fertilizer-Herbicides-and-Pesticides-2liter-Plastic-Pump-Pressure-Watering-Can-Pressurized-Sprayer-Bottle-Sprinkling-Esg10106-815349145.html>
  103. Forestry suppliers. Smucker Super Sponge® Weed Wiper ATV Herbicide Applicator. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.forestry-suppliers.com/product\\_pages/products.php?mi=71591&itemnum=14144](https://www.forestry-suppliers.com/product_pages/products.php?mi=71591&itemnum=14144)
  104. Bowman: Agricultural spray equipment. Rope-A-Dope™ Gravity Flow Applicator. [Internet]. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.bowmanmanufacturing.com/products/rope-wick-applicators-gravity-flow/>
  105. Semana. Audiencia virtual sobre aspersion aérea con glifosato vuelve a alzar vuelo. [Internet]. Agosto de 2021. [Consultado 09 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.semana.com/impacto/articulo/audiencia-virtual-sobre-aspersion-con-glifosato-alza-vuelo-i-colombia-hoy/53850/>
  106. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. [Internet]. Madrid; Abril 2021.

- [Consultado 11 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134>
107. Fundación Alemana para la Investigación Científica (DFG). Comunicado No. 56 de la Comisión Permanente del Senado para la investigación del efecto de componentes químicos en el área de trabajo sobre la salud: Lista de valores MAK y BAT 2020. [Internet]. Alemania; 2020. [Consultado 11 de diciembre de 2021]. Disponible en: [https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/lmbv/Vol2020/Iss3/Doc003/mbwl\\_2020\\_esp.pdf](https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/lmbv/Vol2020/Iss3/Doc003/mbwl_2020_esp.pdf)
108. Bayer. Ficha de datos de seguridad: Roundup Pro® Concentrate herbicide. [Internet]. 2020. [Consultado 11 de diciembre de 2021]. Disponible en: [https://labelsds.com/images/user\\_uploads/Roundup%20Pro%20Conc%20Spanish%20SDS%208-12-20.pdf](https://labelsds.com/images/user_uploads/Roundup%20Pro%20Conc%20Spanish%20SDS%208-12-20.pdf)
109. Naciones Unidas. Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). [Internet]. Nueva York y Ginebra; 2020. [Consultado 11 de diciembre de 2021]. Disponible en: [https://unece.org/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev07/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev7sp.pdf](https://unece.org/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev7sp.pdf)
110. Question Pro. Tamaño de muestra. [Internet]. [Consultado 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>
111. En Colombia. ¿Cuál es el Método Cualitativo Recomendado para Estimar la Exposición de los Trabajadores a los PIC, por Vía Dérmica? [Internet]. [Consultado 08 de enero de 2022]. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/pic/trabajadores-a-los-pic/>
112. Confederación Regional Empresarial Extremeña CREE. FICHA 25: Equivalencia entre Frases R y Frases H. [Internet]. [Consultado 08 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.preveex.es/wp-content/uploads/2011/12/F25\\_-\\_Equivalencia\\_entre\\_frases\\_R\\_y\\_frases\\_H.pdf](https://www.preveex.es/wp-content/uploads/2011/12/F25_-_Equivalencia_entre_frases_R_y_frases_H.pdf)
113. U.S. Environmental Protection Agency. Glyphosate. [Internet]. [Consultado 11 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/glyphosate#human-health>
114. National Toxicology Program. Glyphosate & Glyphosate Formulations. [Internet]. [Consultado 11 de enero de 2022]. Disponible en: [https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/results/pubs/posters/rice\\_sot20190300.pdf](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/results/pubs/posters/rice_sot20190300.pdf)
115. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. NTP 465: Sustancias carcinogénicas: criterios para su clasificación. [Internet]. [Consultado 15 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_465.pdf/8c861504-4ac7-45eb-b94f-060012f30a81](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_465.pdf/8c861504-4ac7-45eb-b94f-060012f30a81)
116. Ministerio de trabajo, Instituto de evaluación tecnológica en salud. Recomendaciones Trabajadores expuestos a organofosforados o carbamatos. [Internet]. [Consultado 21 de enero de 2022]. Disponible en: [https://medicosgeneralescolombianos.com/images/Guias\\_Medicina\\_Laboral/guia\\_Organofosforados.pdf](https://medicosgeneralescolombianos.com/images/Guias_Medicina_Laboral/guia_Organofosforados.pdf)

117. Periodico El Espectador. Corte constitucional tumbó el plan ambiental para usar glifosato. [Internet]. [Consultado 21 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/judicial/corte-dejo-sin-efecto-el-plan-de-manejo-ambiental-de-la-anla-sobre-glifosato/>
118. International Labour Organization. Toolkit Control Sheet P102: Pesticide Control approach 2. [Internet]. [Consultado 21 Enero 2022]. Disponible en: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p102.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/sheets/tcs-p102.pdf)

## **Anexo A.**

### **Justificación, Objetivos y Población objeto de estudio del protocolo**

#### *1. Justificación*

Este protocolo nace como una necesidad de realizar seguimiento a la exposición ocupacional de los trabajadores que utilizan glifosato en Colombia, desde el proceso de fabricación o compra hasta la disposición de los residuos. Éste tiene una gran presencia en todo el territorio nacional, pues según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (14), el uso del glifosato en cultivos agrícolas representa el 95 % del consumo de este producto en el país.

En el Tercer Censo Agropecuario realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (15), se evidenció que 7.1 millones de hectáreas son dedicadas a cultivos en el país. Para los cultivos en los que se utiliza el glifosato, para el año 2019, 839 mil hectáreas se dedicaban al café, 546 mil a la palma de aceite, 299 mil a la caña de azúcar y 327 mil al maíz amarillo (16).

La vigilancia cobra más relevancia si se tienen claro los efectos relacionados que tiene el glifosato en la salud humana. En 2015, después de la recopilación y análisis de diferentes estudios sobre la relación



entre la exposición a glifosato y el cáncer, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) decidió clasificarla como ***‘Probablemente carcinógeno para el ser humano’ (Grupo 2A)*** al identificar que hay suficiente evidencia experimental para demostrar la carcinogenicidad en animales, pero evidencia limitada en los seres humanos (7).

Por otro lado, en 5 estudios realizados entre 1979 y 2004 se identificó que existe asociación entre la sustancia y el linfoma no hodgkin (11). En 2004, se comprobó la relación entre cáncer infantil y la exposición a plaguicidas a base de glifosato por parte de los padres, en el Estudio de Salud Agrícola (AHS por sus siglas en inglés) (7) En el 2019 se realizó un estudio sobre la evaluación del riesgo de trastorno del espectro autista (TEA) y TEA con discapacidad intelectual, y se confirmó una conexión con la exposición prenatal a glifosato (12).

Finalmente, cabe resaltar que el desarrollo de este protocolo involucra entidades y profesionales competentes que facilitarán el avance en cada una de las etapas planteadas, y permitirán encontrar resultados sólidos que contribuyan a la mejora de las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores expuestos a glifosato en el país.

## *2. Objetivos*

1. Determinar el cumplimiento de los aspectos identificados en cada etapa del ciclo de vida del glifosato
2. Evaluar los niveles de glifosato en agua y aire para la determinación de las condiciones de la exposición en el ambiente de trabajo
3. Identificar el nivel de exposición al que están expuestos los trabajadores por medio de los biomarcadores correspondientes
4. Realizar seguimiento a las condiciones de salud de los trabajadores expuestos a glifosato
5. Proponer estrategias de intervención a los riesgos identificados en cada etapa de evaluación del proceso

## *3. Población objeto de estudio*

La población objeto de este protocolo son todos los hombres y mujeres cuyo oficio involucre la manipulación de glifosato en Colombia, durante todo el ciclo de vida de la sustancia. Pueden estar afiliados o no al Sistema de Seguridad Social Integral.

## Anexo B.

### Plaguicidas Registrados - Septiembre 2021

No Registro	Fecha Otorgado Registro Y No Resolución	Fecha Modificación Y Nª Resolución	Nombre Del Producto	Nombre Empresa	Ingrediente Activo	Concentración	Cat Toxic	Clase De Producto	Tipo For.	País De Origen Del Producto Formulado	Cultivo
0032	17-08-2004 /1710		Glyfoaica SI	Agroser S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida Post Emergente	SI	Venezuela	Sorgo, Caña De Azúcar, Café, Palma Africana, Plátano, Banano, Áreas No Agrícolas Canales
0040	30-07-2004/ 1581	22-11-2013/ 4917 06-12-2013/ 5128 07-05-2015/ 1367	Grantik SI	Agroser S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida Post Emergente	SI	Venezuela, China	Sorgo, Caña De Azúcar, Café, Palma Africana, Plátano, Banano, Potrerros, Áreas No Agrícolas Canales
0043	16-05-2005 / 1416	18-02-2008/ 0489 18-06-2021/ 099239 30-08-2021/ 104555	Glifosato Agrogen 747 Sg	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S.	Glifosato	747 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Cultivos Anuales Y Pasturas, Cultivos Perennes, Plátano, Banano, Cacao, Café, Palma Africana, Cítricos Y Otros Frutales, Areas No Cultivadas
0056	08-10-2004 / 2115	06-02-2008/ 0286 18-06-2021/ 099239 25-08-2021/ 104090	Glifogen 648 SI	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S.	Glifosato	648 G/L	Iii	Herbicida	SI	Colombia	Arroz, Algodón, Sorgo, Maíz, Caña De Azúcar, Malezas En General, Malezas Anuales Y Perennes

0079	21-12-2004/ 3265	19-10-2007/ 2790 26-08-2016/ 10762 21-08-2020/ 073983	Broker 480 SI	Trust Quimica S.A.S	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Malezas Anuales, Perennes, Hoja Ancha
0120	15-06-2005/ 1757	24-04-06/ 1015 28-02-2014/ 707 23-07-2021/ 101475	Estelar™ 648 SI	Dow Agrosciences De Colombia S.A	Glifosato	648 G/L	li	Herbicida	SI	Colombia	Arroz
0136	14-07-2005/ 2081		Faiter SI	Agroser S.A	Glifosato + 2,4- D Amina	120 -160 G/L	lii	Herbicida	SI	Venezuela	Áreas No Cultivadas
0140	30-11-2005/ 3485	01-11-2011/ 4152 22-10-2012/ 4076 25-09-2014/ 3069 30-03-2020/ .064697	Touchdown® Iq SI	Syngenta S.A	Glifosato	500 G/L	lii	Herbicida	SI	Colombia Bélgica China	Maíz, Papa, Café, Arroz, Pastos, Banano, Plátano, Palma De Aceite, Caucho
0144	14-09-2005/ 2720	04-02-2008/ 0251 18-06-2021/ 099239	Glifogen 480 SI	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S.	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Caña de Azúcar Áreas Forestales Y Cultivos Frutales, Plátano, Banano, Palma Africana
0188	17-11-2005/ 3296	31-01-2011/ 521 25-10-2019/ 17124 02-09-2021/ 104880	Glifosato Vecol 480 SI	Colombiana De Productos Veterinarios S.A. Vecol S.A.	Glifosato	356 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Arroz, Potreros
0299	12-01-2007/ 0023	10-09-2012/ 2948	Roundup Transorb Brio	Compañía Agrícola S.A.S Coacol	Glifosato	540 G/L como Ácido- 662 G/L Como Sal	lii	Herbicida	SI	México , Colombia	Arroz, Maíz, Café, Sorgo,, Caña De Azúcar Algodón
0300	12-01-2007/ 0022		Roundup Transorb Activo	Compañía Agrícola Colombiana Ltda Y Cia S.C.A	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	México Colombia	Arroz, Maíz,,Café, Sorgo,Caña De Azúcar, Algodón

0330	04-06-2007/ 1363	17-07-2013/ 3195 06-10-2015/ 3577 27-12- 2018/39888 15-07-2019/ 9818 04-03-2021/ 092207	Geox 480 SI	Avgust Colombia S.A.S.	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Areas No Cultivadas Café, Potreros, Palma De Aceite
0361	19-07-2007/ 1989	04-10-2012/ 3758 27-03-2015/ 1022 28-06-2016/ 7943 02-12-2013/ 17891 15-07-2019/ 9831	Fossel® 480 SI	Tecnoquimicas S.A	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	Colombia China	Arroz, Potreros, Café, Cítricos, Limón, Mandarina, Plátano, Palma
0364	19-07-2007/ 1943	23-06-2009/ 2386 17-05-2017/ 5594 12-02-2020/ 61974	Panzer 648 SI	Invesa S.A	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	Colombia	Algodón, Arroz, Maíz, Café, Banano, Potreros
0400	07-12-2007/ 3331	02-03-2011/ 1153 20-12-2012/ 5714 24-02-2012 503 13-08-2021/ 103357	Cuspide 480 SI	Talanu Chemical Ltda	Glifosato	356 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Arroz Maíz,,Potreros
0419	06-02-2008/ 0287	09-12-2013/ 5132	Glyfosan 648 SI	Agroser S.A	Glifosato	648 G/L	lii	Herbicida	SI	Venezuela	Arroz
0424	18-02-2008/ 0487	03-05-2011/ 1864 26-06-2012/ 1840, 12/10/2017/ 12099 26-02-2020/ 62706	Cortador® 480 SI	Point De Colombia S.A.S	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Arroz, Potreros

0425	27-02-2008/ 0593	26-08-2011/ 3454 24-12-2012/ 5778	Glyphonex® 480 SI	Helm Andina Ltda	Glifosato	360 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Potreros, Banano, Plátano, Arroz, Caña De Azúcar, Piña, Maíz, Cítricos, Algodón, Tomate, Café, Palma Africana
0451	07-05-2008/ 1323 14-12-2020/ 081477	21-07-2009/ 3554 25-05-2016/ 6103 11-10-2017/ 12532	Glyfos 486 SI	Fmc Colombia S.A.S	Glifosato	360 G/L	li	Herbicida	SI	Dinamarca China	Arroz, Palma Africana
0470	18-07-2008/ 2423	28-08-2012/ 2819 31-08-2018/ 31400 13-08-2021/ 103367	Roundup Activo	Compañía Agricola Colombiana Ltda Y Cia S.C.A	Glifosato	363 G/L	lii	Herbicida	SI	Colombia Argentina	Maíz, Arroz, Algodón, Soya, Sorgo, Papa, Plátano, Palma De Aceite, Banano
0483	19-08-2008/ 2863	07-09-2009/ 3316 13-11-2015/ 384 17-05-2016/ 5514 11-10-2017/ 12532 Se Cancela Reg Nacional Res No. 081643 Del 16-12-2020	Glyfos 607 SI	Fmc Colombia S.A.S	Glifosato	450 G/L	li	Herbicida	SI	Dinamarca China	Arroz
0486	20-08-2008/ 2872	17-08-2010/ 2667 11-11-2015/ 306 25-05-2016/ 6112 15-06-2018/ 26778 Se Cancela Reg Nacional Res	Glyfos® 768 Sg	Fmc Colombia S.A.S	Glifosato 29 De 124	737.5 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	Dinamarca Italia China	Arroz, Palma Africana

		No. 081644 Del 16-12- 2020										
0512	25-02-2009/ 0697	11-03-2019/ 2500 11-04-2019/ 4700 18-06-2021/ 099239	Glifogen 747 Sg	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S	Glifosato	680 G/Kg	iii	Herbicida	Sg	China	Arroz, Palma Africana	
0516	13-01-2009/ 0052	20-10-2009/ 4000 01-02-2017/ 749 05-02-2020/ 61431	Kalach 480 SI	Arysta Lifescience Colombia S.A.S	Glyphosate	480 G/L Equivalente A 356 G/L En Forma De Sal	ii	Herbicida	SI	China Colombia	Palma Africana, Arroz, Café	
0526	06-02-2009/ 0382	14-07-2015/ 2410 21-09-2020/ 075990 25-08-2021/ 104097	Dogo 480 SI- Dva	Dva De Colombia Ltda	Glifosato	356 G/L Equivalente A 480g En Forma De Sal	iii	Herbicida	SI	China	Arroz, Banano	
0534	27-01-2009/ 0224	07-05-2010/ 1573 02-09-2015/ 3113 06-08- 2020/072832	Clearout 480 SI	Distribuciones Arama Ltda	Glyphosate	356 G/L Equivalente A 480g En Forma De Sal	iii	Herbicida	SI	China	Arroz, Plátano, Caña De Azúcar, Potreros	
0545	06-02-2009/ 0380	11-01-2013/ 033	Glifosato Wohl 480 SI	Wohl Ltda C.I	Glifosato	356 G/L Equivalente A 480g En Forma De Sal	iii	Herbicida	SI	China	Arroz	

0550	16-03-2009/ 1034	03-05-2011/ 1866 28-02-2014/ 700 17-03-2015/ 775 06-05-2016/ 5016 17-07-2019/ 10005	Burner® 150 SI	Adama Andina B.V. Sucursal Colombia	Glufosinate- Ammonium	150 G/L	li	Herbicida	SI	China India Colombia	Banano, Cítricos, Maíz, Algodón, Caña De Azúcar, Café, Aguacate
0566	28-09-2009/ 3657	13-11-2009/ 4275 08-07-2021/ 100239	Razor 480 SI	Imcolvet Ltda	Glifosato	356g/Lt Equivalente A 480 G/Lt En Forma De Sal	li	Herbicida	SI	Ecuador	Arroz, Banano
0602	02-09-2009/ 3271		Kemador 480 SI	Genfar S.A.	Glifosato	356 G/L Equivalente A 480g/L En Forma De Sal	lii	Herbicida	SI	China Colombia	Potreros
0608	25-09-2009/ 3629	13-09-2016/ 12092	Shyfo 480 SI	Sharda Colombia S.A.S	Glyphosate	365g/L Equivalente A 480g/L En Forma De Sal	li	Herbicida	SI	India	Arroz ,Papa, Maiz
0635	13-11-2009/ 4279	31-01-2020/ 61149	Glifocida 480 SI	Laboratorios Chalver De Colombia S.A	Glifosato	355 G/L Equivalente A 480g/Lt En Forma De Sal	li	Herbicida	SI	Colombia	Arroz, Café, Pastos Caña De Azúcar, Plátano
0671	07-01-2010/ 0014	01-11-2011 / 4189	Roko 480 SI	C.I Banacol S.A	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Banano
0677	18-12-2009/ 5123	30-12-2010/ 4513 11-11-2015/ 304 05-05-2019/ 5914 18-06-2021/ 099249 03-08-2021/ 102455	Atila 747 Sg	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S	Glifosato	680 G/Kg Equivalente A 747g/L En Forma De Sal	lii	Herbicida	Sg	China	Arroz, Palma, Café
0692	25-01-2010/ 0356		Glifosato Inpro SI	Inproarroz Ltda	Glifosato	355,6 G/L 80 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Arroz

0751	09-06-2010/ 1961	20-03-2019/ 3157 25-03-2019/ 3398 18-06-2021/ 099239	Atila 480 SI	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S	Glyphosate	360 G/L	li	Herbicida	SI	Colombia China	Cedro Rosado, Arroz, Café, Pastos En Potreros
0763	21-07-2010/ 2431	11-04-2013/ 1759 15-04-2016/ 4072 08-06-2016/ 6679 27-04-2017/ 4952 09-05-2018/ 24437 20-03-2019/ 3099 07-04-2020/ 065157 06-08-2020/ 072830	Glufomax 150 SI	Altria Crop Care S.A.S	Glufosinate Ammonium	150 G/L	LI	Herbicida	SI	China	Algodón, Caña De Azúcar, Banano
0785	30-08-2010/ 2877		Glifosell 480 SI	Agropecuaria Y Servicios De Los Llanos S.A Agrosell S.A	Glifo4s3adteo1 24	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz
0812	06-12-2010/ 4034	22-07-2015/ 2496	Zoomer®390 Sc	Adama Andina B.V. Sucursal Colombia	Glyphosate Oxyfluorfen	360 G/L 30 G/L	LII	Herbicida	Sc	Israel Colombia	Arroz
0820	03-12-2010/ 4003	28-07-2014/ 2314 29-10-2014/ 3481	Glifomax 480 SI	Agrodia S.A	Glifosato	355.6 G/L	LII	Herbicida	SI	China	Arroz
0874	06-04-2011/ 1594	17-10-2012/ 3958 12-03-2014/ 819 01-07-2014/ 2012 26-03-2021/ 093832	Panzer®747 Wg	Invesa S.A	Glifosato Sal Amonio	747 G/Kg	Iii	Herbicida	Wg	China	Palma De Aceite, Pastos, Banano, Plátano, Pino



0886	12-07-2011/ 2929	29-10-2014/ 3487 30-11-2015/ 1500 01-01-2019/ 0033 01-01-2019/ 0010 02-05-2019/ 5864 04-06-2020/ 069318 18-06-2021/ 099249	Credit® 747 Sg	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S	Glifosato	680 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Arroz – Café - Palma
0891	03-05-2011/ 1869	28-03-2012/ 848 15/06/2018/ 26787 15-07-2019/ 9821	Glifosato Yaser 480 SI	Yaser S.A.S	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Caña De Azúcar
0920	12-07-2012/ 2079		Glifosato Sharda 480 SI	Sharda Colombia S.A	Glifosato	481.5 G/L	Ii	Herbicida	SI	India	Arroz, Papa, Maíz
0942	13-09-2011/ 3592	26-08-2016/ 10756 27-10-2020/ 078163	Glifoxil 48 SI	Jego Chemicals S.A.S.	Glifosato Acido	360 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz
0943	16-08-2011/ 3283	25-07-2012/ 2295 16-04-2018/ 23083	Glufosam 150 SI	Sharda Colombia S.A.S	Glufosinato De Amonio	150 G/L	Iii	Herbicida	SI	India	Maíz, Algodón, Banano
0956	13-09-2011/ 3590		Eskoba Amonio SI	Red Surcos Colombia Ltda	Glifosato	400 G/L	Iii	Herbicida	SI	Argentina	Arroz
0991	29-11-2011/ 4705	21-03-2012/ 654 03-08-2012/ 2455 27-05-2015/ 1774 11-03-2017/ 2685 08-08-2018/ 29702	Destierro® SI	Invesa S.A	Glufosinato De Amonio	150 G/L	Ii	Herbicida	SI	Colombia	Algodón, Naranja, Palma De Aceite, Banano, Plátano, Café, Aguacate

1018	30-12-2011/ 5466	25-07-2012/ 2284 12-02-2015/ 411 22-12-2015/ 3855 28-05-2021/ 098066	Evostar Evofarms 200 SI	Upl Colombia S.A.S.	Glufosinato De Amonio	200 G/L	Iii	Herbicida	SI	China India Colombia	Algodón, Maíz, Banano
1029	18-01-2012/ 049		Eskoba® SI	Red Surcos Colombia Ltda	Glifosato	356 G/L	Iii	Herbicida	SI	Argentina	Arroz
1057	05-03-2012/ 564	28-05-2013/ 2423 31-01-2017/ 681 18-12-2019/ 21138 31-01-2020/ 61164 25-08-2021/ 104144 30-08-2021/ 104556	Glifosol®green	Arysta Lifesciences Colombia S.A.S	Glifosato Sal Isopropilamina	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China Colombia	Potreros, Arroz, Cafe
1061	16-03-2012/ 640	06-05-2013/ 2066 30-01-2017/ 649 30-04-2021/ 096403	Kalach®green	Arysta Lifescience Colombia S.A.S	Glifosato	356 G/L	Iii	Herbicida	SI	China Colombia	Potreros, Arroz, Café
1110	31-05-2012/ 1624	13/10/2015/ 14205 30-04-2021/ 096405.	Broker 747 Sg	Trust Quimica S.A.S.	Glifosato	747g/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Maíz, Poreros
1127	06-07-2012/ 1991	09-02-2017/ 1199 30-04-2021/ 096388	Glifocafe®green	Arysta Lifescience Colombia S.A.S	Glifosato Isopropilamina	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Café
1158	21-09-2012/ 3261	30-04-2014/ 1227 12-11-2014/ 3627 07-12-2016/ 18310	Victorius 48 SI	Sodiak S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz, Papa,,Café, Potreros

		23-06-2021/ 099418										
1200	24-12-2012 / 5772	18-03-2016/ 2872 12-07-2019/ 9641 01-04-2020/ 064843	Estelar™ 1280 SI	Dow Agrosciences De Colombia S.A.S	Glifosato	608 G/L	Iii	Herbicida	SI	Colombia	Arroz, Café, Cítricos, Palma Africana, Plátano, Potrerros	
1220	23-01-2013 / 174	11-03-2021/ 092475	Glufosinato De Amonio Rainbow 200 SI	Rainbow Agrosciences S.A.S	Glufosinato De Amonio	200 G/L	Ii	Herbicida	SI	China	Banano	
1267	22-10-2013/ 4354	26-03-2021/ 093827	Glyfosan Forte SI	Agroquímicos Semillas Y Equipos De Riego S.A "Agroser S.A"	Glifosato	648 G/L	Iii	Herbicida	SI	Venezuela	Arroz	
1401	10-12-2013/ 5144	10-11-2016 / 15849 19-12- 2017/ 17811 26-10-2019/ 17146	Glifosato 480 SI Agrimor	Jebsen & Jessen Colombia S.A.S	Glifosato	355.6 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz	
1608	04-03-2015/ 682	26-05-2019/ 6996 20-07-2019/ 10274	Glifosato Rainbow 480 SI	Rainbow Agrosciences S.A.S	Glifosato	356 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz	
1612	10-03-2015/ 725	20-12-2019/ 39305	Glifosato Crl 480 SI	Agro-Lead Colombia S.A.S	Glifosato	482 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Arroz	
1616	18-03-2015/ 807	11-12-2018/ 38156 04-10-2019/ 15860 17-04-2021/ 095442	Glifosato Rainbow 747 Sg	Rainbow Agrosciences S.A.S	Glifosato	680 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Potrerros	

1732	17-09-2015/ 3289	05-05-2019/ 5911 16-07-2019/ 9909 13-08-2019/ 12139 11-11-2019/ 18009 20-01-2020/ 60490 23-07-2021/ 101476	Glifosato Del Monte 480 SI	Del Monte Agrosciences S.A.S	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Café, Banano, Piña Potreros,
1747	14-10-2015/ 3659	26-08-2016/ 10776 22-05-2017/ 5880 18-12-2018/ 38831 27-03-2020/ 064648 18-06-2021/ 099239	Credit Multi®	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S.	Glifosato	540 G/L	lii	Herbicida	SI	Brasil Colombia	Arroz, Soya,, Café, Potreros
1756	20-10-2015/ 3754	23-05-2016/ 5987 10-12-219/ 19959 05-02-2020/ 61387 04-12-2020/ 080806	Arrasador Interoc Custer	Interoc S.A Sucursal Colombia	Glifosato	757 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	Ecuador China	Banano, Café, Arroz,Potreros, Aguacate,Limón, Mandarina,Naranja ,Lima,Tangelo
1761	20-11-2015/ 638	12-02-2020/ 61970 29-01-2021/ 090958 02-09-2021/ 104862	Glifosato 480 SI Mezfer	Crop Care Colombia- Sas	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	SI	China	Potreros
1773	14-12-2015/ 2582	22-02-2017/ 1943 13-08-2019/ 12139 26-05-2020/ 068279 26-03-2021/ 093846	Glifosato Del Monte 747 Sg	Del Monte Agrosciences S.A.S	Glifosato	747 G/L	lii	Herbicida	Sg	China	Banano, Platano, Piña

1779	25-05-2016/ 6090	01-01-2019/ 0035 24-06-2019/ 8506	Genglix 480 Sl	Campo Ciencia Agro S.A.S	Glifosato	360 G/L	lii	Herbicida	Sl	China	Maiz
1788	29-12-2015/ 4168	12-12-2018/ 38339	Genglix® 747 Sg	Campo Ciencia Agro S.A.S	Glifosato	747 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	China	Maiz
1809	08-03-2016/ 2321	28-03-2019/ 3652 26-02-2020/ 62671	Panzer® Eko Sl	Invesa S.A	Glifosato	360 G/L	lii	Herbicida	Sl	Colombia	Palma De Aceite, Potrerros, Café, Maíz, Banano, Plátano, Arroz
1813	14-03-2016/ 2369	28/09/2017/118 39 21-08-2020/ 073985 06-08-2021/ 102873	Dogo 75.7 Sg- Dva	Dva De Colombia Ltda	Glifosato	730 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	China	Potrerros, Piña
1878	07-09-2016/ 11519	18-06-2021/ 099249 03-08-2021/ 102462	Glifosato Nufarm 747 Sg	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S	Glifosato	680 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	China	Café
1967	11-03-2017/ 2677	07-09-2019/ 13935 16-04-2021/ 095575 02-09-2021/ 104875	Fanatic®sl	Isagro Colombia S.A.S	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	Sl	China	Arroz
1972	28-03-2017/ 3458	27-07-2019/ 10984	Glifosato 757 Wg Biesterfeld	Biesterfeld Colombia Ltda	Glyphosate Amine Salt	757g/Kg	lii	Herbicida	Wg	China	Caña De Azúcar
1973	03-04-2017/ 3735	04-03-2021/ 092223	Kaiser 480 Sl	Rainbow Agrosiences S.A.S	Glifosato	356 G/L	lii	Herbicida	Sl	China	Potrerros
1997	05-06-2017/ 6730	26-05-2019/ 7009	Glifosato Dicasas 75.7 Sg	Arib Agrochemical S.A.S	Glifosato	757 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	China	Plátano
2022	14-12-2017/ 17282	12-02-2020/ 61934	Helosate 757 Sg	Helm Andina S.A.S	Glyphosate	757 G/Kg	lii	Herbicida	Sg	China	Arroz
2059	28/09/2017/1 1867		Glyfolaser 480 Sl	Laserna & Cia Sas	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	Sl	China	Potrerros
2124	25-01-2018/ 19658		Viatosato 480 Sl	Vendedora De Insumos Agropecuarios Sa-Via Sa	Glifosato	480 G/L	lii	Herbicida	Sl	China	Potrerros

2136	13-02-2018/ 20538		Glifosato Good Harvest 747 Sg	Good Harvest Crop Protection S.A.S	Glifosato	747 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Maíz, Papa
2177	11-04-2018/ 22919	19-03-2021/ 092912 25-08-2021/ 104077	Glifosato New Combate	Newbridge Agrochem Colombia Ltda	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Reino Unido China	Arroz,, Soya
2199	17-05-2018/ 25012	01-01-2019/ 007 22-02- 2019/1697	Glifosato Good Harvest 480 Sl	Good Harvest Crop Protection Sas	Glifosate	360 G/L	Ii	Herbicida	Sl	China	Maíz, Papa
2202	03-05-2078/ 24160		Emblema 757 Sg	Skyline Colombia S.A.S	Glifosato Sal Monoamonica	757 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Arroz, Maíz, Papa
2205	16-05-2018/ 24761	13-05-2021/ 097163	Candela 480 Sl	Agroquímicos Semillas Y Equipos De Riego- Agroser S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Arroz
2209	21-05-2018/ 25165	11-03-2019/ 2492 29-08-2019/ 13280 12-02-2020/ 61945	Glyphogan 480 Sl	Adama Andina B.V Sucursal Colombia	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Colombia China	Arroz, Café, Caña De Azúcar, Forestales Eucalipto, Pino, Palma De Aceite, Potreros, Papa, Banano
2277	10-08-2018/ 29821	11-12-2019/ 20087 11-03-2021/ 092474 30-04-2021/ 096389	Glifosato Agroconsultori as 75.7 Sg	Agroconsultorias S.A.S	Glifosato	688 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Pasturas
2280	31-08-2018/ 31317		Pilarsato Sl	Pilarquim De Colombia Ltda	Glifosato	480 G/L	Ii	Herbicida	Sl	China	Café , Arroz, Potreros
2284	22-08-2018/ 30605	12-02-2020/ 61935	Helosate 480 Sl	Helm Andina S.A.S	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Potreros
2330	10-12-2018/ 38001		Emblema 480 Sl	Skyline Colombia S.A.S	Glifosato	360 G/L	Ii	Herbicida	Sl	China	Arroz, Maíz, Papa
2367	12-12-2018/ 38360	13-08-2020/ 073292	Herbiglifo 48 Sl	Anasac Colombia Ltda	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Chile China	Café, Tomate

2402	29-03-2019/ 3682		Glifosato Arama 480 SI	Distribuciones Arama Ltda	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China	Potreros
2411	29-03-2019/ 3691	27-07-2019/ 10999 16-04-2020/ 065462 23-06-2021/ 099413	Stopwest 48 SI	Cibochem S.A.S	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	China India	Potreros
2414	25-03-2019/ 3379		Glyfosan SI	Agroquímicos Semillas Y Equipos De Riego Agroser S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	Venezuela	Café, Palma De Aceite, Arroz, Potreros
2426	09-04-2019/ 4390		Callisto ® Gt	Syngenta S.A.	Mesotrione Glifosato	44.81 G/L 448.12 G/L	Iii	Herbicida	Sc	Estados Unidos	Maiz
2449	28/06/2019/ 8783	01-03-2021/ 091981	Faena 480 SI	Adama Andina B.V – Sucursal Colombia	Glifosato	480 G/L	Ii	Herbicida	SI	China Colombia	Caña De Azúcar, Arroz, Café, Palma De Aceite, Eucalipto, Pino, Potreros, Papa, Banano
2455	24-06-219/ 8513	29-08-2019/ 13277 19-08-2019/ 12676	Glifonox	Cedar Crystal Chemical S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	Ecuador	Arroz
2460	26-05-2019/ 7027	13-08- 2021/103376	Glifocafe®	Arysta Lifesciences Colombia S.A.S.	Glifosato	480 G/L	Ii	Herbicida	SI	Colombia China	Café
2461	26-05-2019/ 7030	07-04-2020/ 065156 23-07-2021/ 101477	Glifosol SI	Arysta Lifesciences Colombia S.A.S.	Glifosato	480 G/L	Ii	Herbicida	SI	Colombia China	Banano - Café - Potreros - Aguacate - Arroz - Caña De Azúcar - Palma De Aceite
2462	01-10-2019/ 15532		Panzer 480 SI	Invesa S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	SI	Colombia	Café,, Potreros, ,Banano, Plátano
2510	15/07/2019/ 9828	12-02-2020/ 61951 13-07-2021/ 100499	Gulfstream 300 Sc	Rotam Agrochemical Colombia S.A.S.	Glifosato Diflufenican	270 G/L 30 G/L	Ii	Herbicida	Sc	China Francia	Aguacate, Naranja, Palma De Aceite

2526	17-09-2019/ 14503		Glifogroz 480 Sl	Federación Nacional De Arroceros - Fedearroz	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	India Colombia	Arroz, Potreros
2533	09-09-2019/ 13965	11-11-2019/ 18024	Glifosato 480 Sl	Distribuidora De Abonos – Diabonos S.A.	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Arroz, Banano, Café
2534	17-09-2019/ 14501	11-12-2019/ 20072	Glifosato 74.7 Sg – Diabonos	Distribuidora De Abonos – Diabonos S.A.	Glifosato	747 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	China	Arroz, Banano, Café
2546	01-10-2019/ 15541		Glifofed 480 Sl	Federación Nacional De Arroceros - Fedearroz	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Colombia China India	Arroz
2593	30-11-2019/ 19385		Saat Rumba 480 Sl	Saat Andina S.A	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Reino Unido	Arroz, Maracuyá
2605	11-12-2019/ 20105	26-02-2020/ 62692 18-06-2021/ 099239	Credit 480 Sl	Sumitomo Chemical Colombia S.A.S.	Glifosato	360 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Colombia China	Cedro Rosado, Potreros, Arroz,Café
2608	11-12-2019/ 20097		Glifosato 480 Sl Biesterfeld	Biesterfld Colombia Ltda	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Arroz, Potreros
2642	31-01-2020/ 61135		Loraq 400 Sl	Farmex S.A.S	Glifosato Dicamba	380 G/L 20 G/L	Iii	Herbicida	Sl	Perú China	Caña De Azúcar, Arroz
2695	06-04-2020/ .065094		Glifosato Agrochemy 75.7 Sg	Agrochemy S.A.S	Glifosato	757 G/Kg	Iii	Herbicida	Sg	Paraguay	Maracuyá, Gulupa, Granadilla, Badea, Chalupa, Curuba
2701	30-03-2020/ 064708	27-10-2020/ 078166	Glifosato 648 Sl - Diabonos	Distribuidora De Abonos – Diabonos S.A.	Glifosato	648 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Arroz, Banano, Café
2702	02-04-2020/ 064965		Blouquer 75.7 Sg	Farmex Sas	Glyphosate	688 G/Kg	Ii	Herbicida	Sg	China - Perú	Pastos - Palma De Aceite - Arroz
2750	16-06-2020/ 069945		Glyfosan 747 Wg	Agroquímicos Semillas Y Equipos De Riego S.A.- Agroser S.A	Glyphosate	747 G/Kg	Iii	Herbicida	Wg	China	Arroz, Café, Naranja, Plátano, Potreros
2861	09-12-2020/ 081021	14-12-2020/ 081472	Glyfopaz 747 Sg	Cac Colombia Cropscience S.A.S.	Glifosato	747 G/Kg*	Iii	Herbicida	Sg	China	Maiz



2864	09-12-2020/ 081022	14-12-2020/ 081475	Glyfopaz Potasio 50 Sl	Cac Colombia Cropscience S.A.S.	Glifosato	688 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Potreros
2865	09-12-2020/ 081023	14-12-2020/ 081476	Glyphopaz 41 Sl	Cac Colombia Cropscience S.A.S.	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida	Sl	China	Potreros
2879	16-12-2020/ 081650		Glifosol 747 Sg	Upl Colombia S.A.S.	Glifosato	747 G/Kg	Ii	Herbicida	Sg	China	Arroz, Café, Palma De Aceite
2895	19-02-2021/ 091738	25-05-2021/ .097811	Touchdown ® Pro	Syngenta S.A.	Glifosato	480 G/L*	Iii	Herbicida	Sl	China Colombia	Pimentón, Cebolla, Tomate, Melón, Arveja
2978	25-08-2021/ 104083		Regio Sl	Agrotech Andina S.A.S	Glifosato	480 G/L	Iii	Herbicida Agrícola	Líquido Soluble	Reino Unido	Maracuyá, Arroz

*Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). PLAGUICIDAS REGISTRADOS - JULIO 2021*

## Anexo C.

### Instrucciones de uso del glifosato

MALEZAS	CULTIVOS	DOSIS kg/ha	MOMENTO DE APLICACIÓN
<b>GRAMÍNEAS ANUALES</b>			
Avenilla ( <i>Avena fatua</i> ), Cola de ratón ( <i>Hordeum</i> sp), Poa Piojillo ( <i>Poa</i> sp), Tembladera ( <i>Briza</i> sp), <i>Vulpia</i> ( <i>Vulpia bromoides</i> ), Hierba cana ( <i>Senecio vulgare</i> ), Ortiga ( <i>Urtica</i> sp)	Frutales: durazno, nectarino, ciruelo, cerezo, guindo, damasco, almendro, vides (viñas, uvas de mesa y parronales), manzano, kiwi, peral, membrillo, olivo, palto, lúcumo, chirimoyo, mango, piña, nogal, pistacho, pecano, clementina, limón, naranjo, pomelo, tangüelo, mandarina, avellano europeo. Frutales menores: mora, zarzaparrilla, arándano, frambuesa, frutilla, cranberrie, grosella.	0,8 - 1,6	Cuando las malezas se encuentren en los primeros estados de crecimiento y hasta 15-20 cm de altura. Emplear la dosis mayor cuando las malezas a controlar estén más desarrolladas. Frecuencia de aplicación: cada 4 meses. Máximo 3 aplicaciones por temporada.
Hualcacho ( <i>Echinocloa</i> sp)	Pl. Forestales: pino, eucalipto, araucaria, mañío, coihue, lingue, roble. Cero y Mínima Labranza, Barbecho químico, Regeneración praderas, Terrenos agrícolas no cultivados: borde de caminos, canales, acequias (estos dos últimos deben estar secos al aplicar el producto)	1,6	
Pata de gallina ( <i>Digitaria</i> sp)		0,8 - 1,3	
Ballica ( <i>Lolium</i> sp), Cola de zorro ( <i>Cynosorus echinatus</i> ), Bromo, Pasto del perro ( <i>Bromus</i> sp), Pega-Pega ( <i>Setaria</i> p)		1,1 - 1,6	
<b>HOJA ANCHA ANUALES</b>			
Bledo ( <i>Amaranthus</i> sp), Rábano ( <i>Raphanus</i> spp.), Quinhüilla ( <i>Chenopodium</i> sp.), Verdolaga ( <i>Portulaca oleracea</i> ).		1,1	

Amor seco ( <i>Bidens pilosa</i> ), Cardilla ( <i>Carduus pycnocephalus</i> ), Cardo ( <i>Carduus, Sylibum, Cirsium</i> ), Chamico ( <i>Datura sp.</i> ), Manzanilla ( <i>Matricaria, Anthemis sp.</i> ), Mostacillas ( <i>Sisimbrium, Raspistrum</i> ), Ñilhue ( <i>Sonchus sp.</i> ), Pacoyuyo ( <i>Galinsoga parviflora</i> ), Sanguinaria, Pata de pollo ( <i>Polygonum aviculare</i> ), Porotillo, enredadera ( <i>Bilderdickya convolvulus</i> ), Bolsita del pastor ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> ), Quilloi-quilloi ( <i>Stellaria media</i> ), Cardilla ( <i>Carthamus lanatus</i> ), Yuyo ( <i>Brassica rapa</i> ).	1,3 - 1,9	
<b>MALEZAS PERENNES</b>		
Pasto cebolla ( <i>Arrhenaterium elathius</i> ), Diente de león ( <i>Taraxacum officinale</i> )	1,1 - 1,6	
Maicillo ( <i>Sorghum halepense</i> ), Siete venas ( <i>Plantago lanceolata</i> ), Hierba del té ( <i>Bidens aurea</i> ), Chépica ( <i>Paspalum paspalodes</i> )	1,6 - 2,2	
Chépica ( <i>Cynodon dactylon</i> )	2,2	Pleno crecimiento activo. Emplear la dosis mayor cuando las malezas a controlar estén más desarrolladas. Frecuencia de aplicación: cada 4 meses. Máximo 3 aplicaciones por temporada.
Junquillo ( <i>Juncus sp.</i> ), Galega ( <i>Galega officinalis</i> ), Carrizo ( <i>Phragmites communis</i> ), Hierba azul ( <i>Echium sp.</i> ), Totorá ( <i>Typha angustifolia</i> )	2,2 - 3,2	
Chufa ( <i>Cyperus sp.</i> )	2,7 - 3,2	
Romaza ( <i>Rumex crispus</i> ), Achicoria ( <i>Cichorium intybus</i> ), Vinagrillo ( <i>Rumex acetosela</i> )	1,6 - 2,2	
Senecio ( <i>Senecio aquaticus</i> )	2,2 - 3,2	

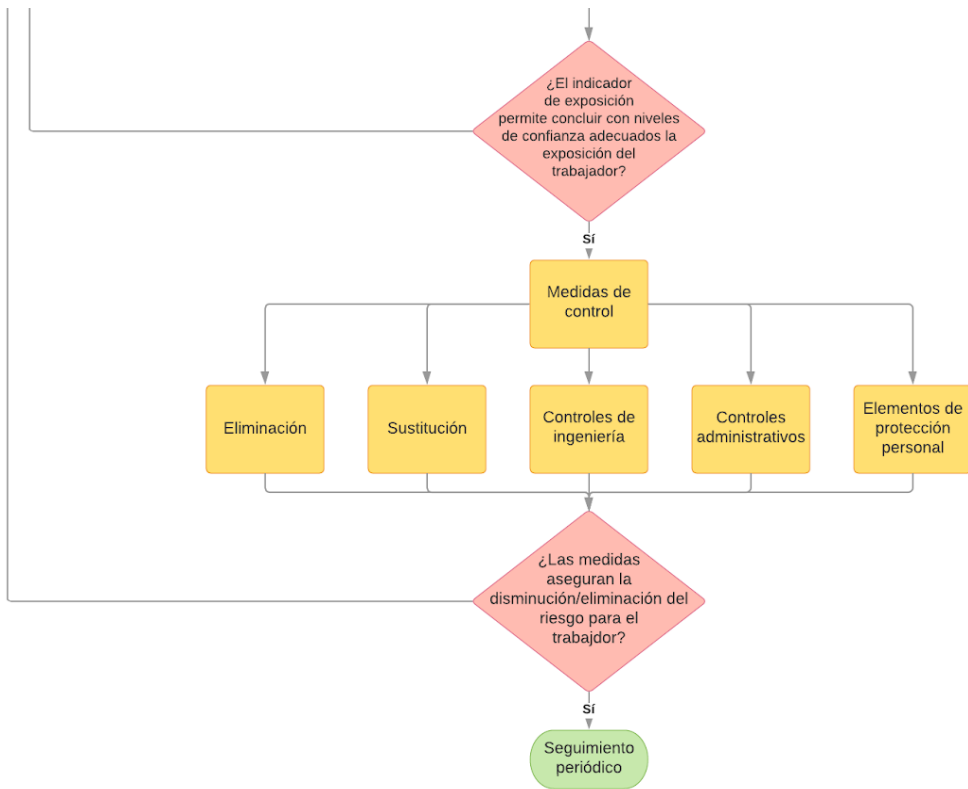
<p>Correhuela (<i>Convolvulus arvensis</i>) Malva (<i>Malva</i> sp) Pila-Pila(<i>Modiola caroliniana</i>)</p>	<p>3,0 - 4,0</p> <p>Pleno crecimiento activo, inicios de floración. Emplear la dosis mayor cuando las malezas a controlar estén más desarrolladas. Frecuencia de aplicación: cada 4 meses. Máximo 3 aplicaciones por temporada</p>
<p><b>MALEZAS ARBUSTIVAS</b></p>	
<p>Pasto quila (<i>Agrostis</i> sp)</p>	<p>1,1 - 1,6</p>
<p>Ulex (<i>Ulex europaeus</i>), Zarzamora (<i>Rubus</i> sp), Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>), Palqui (<i>Cestrum parqui</i>), Brea o Péril (<i>Pluchea absinthioides</i>), Retamillo (<i>Teline monspesulana</i>), Romerillo bacaris (<i>Baccharis</i> sp.), Litre (<i>Lithrea caustica</i>), Mayo (<i>Teline monspesulana</i>), Coigue (<i>Nothofagus dombeyi</i>), Espino (<i>Acacia cavens</i>), Aromo (<i>Acacia dealbata</i>), Rosa Mosqueta (<i>Rosa rubiginosa</i>), Retamo (<i>Spartium junceum</i>), Mayo (<i>Sophora macrocarpa</i>), Fuínque (<i>Lomatia ferruginea</i>, Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>), Boldo (<i>Peumus boldus</i>), Roble (<i>Nothofagus oblicua</i>), Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>), Lengua (<i>Nothofagus pumilia</i>).</p>	<p>3,0 - 5,0</p> <p>Sobre follaje en activo crecimiento o sobre rebrotes. Emplear la dosis mayor cuando las malezas a controlar estén más desarrolladas. Frecuencia de aplicación: cada 4 meses. Máximo 3 aplicaciones por temporada.</p>
<p><b>CONTROL DE TOCONES</b></p>	<p>5 – 7 Kg/100 L de agua</p> <p>Aplicar hasta 24 horas después de realizado el corte, cerciorándose de dejar bien cubierto el sector cercano a la periferia de los troncos, área donde se ubican los haces vasculares. Frecuencia de aplicación: cada 4 meses. Máximo 3 aplicaciones por temporada. Se recomienda un Mojamiento de 80 a 120 L/ha</p>

Fuente: Solchem SpA. GLIFOSATO 75,7% SG (52).

## Anexo D.

### Flujograma evaluación de condiciones de trabajo





**Fuente:** elaboración propia a partir del Ministerio de la Protección Social (3).

## Anexo E.

### Matriz de identificación del glifosato -octubre 2021

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA					SEGURIDAD QUÍMICA					
Nombre de la sustancia	CAS	Identificación química	Formas de presentación química	Propiedades fisicoquímicas	Consejos de prudencia	Palabras de advertencia	Frase de peligro según sga	DL50	Toxicidad aguda	Clasificación IARC cáncer
Glifosato	38641-94-0	Número de la comunidad Europea (CE) 254-056-8, UNII BJX3508RLJ, ID de sustancia DTXSID0034649.	Glifosato-isopropilamonio  38641-94-0  SAL DE GLIFOSATO ISOPROPILAMINA  Landmaster  Roundup R	-Estado físico: Polvo o sólido cristalino inodoro. -Peso molecular: 228.18 g/mol. -Solubilidad: En agua , 1.05X10 + 6 mg / L a 25 ° C. -Densidad: 1,160 - 1,180 g/mL. -Punto de fusión: 184,5 ° C . -Presión de vapor: 2.1X10-3 mPa a 25 ° C / 1.58X10-8 mm Hg / a 25 ° C.	P273: Evitar su liberación al medio ambiente. P391: Recoja el derrame. P501: Eliminar el contenido.	Tóxico para el Medio ambiente.	H411 (98,72%): Tóxico para la vida acuática con efectos duraderos [Peligroso para el medio ambiente acuático, peligro a largo plazo].	DL50 vía oral para ratones es de > 5000 mg / kg, CL50 Rata inhalación > 1,3 mg / L aire / 4 h, en humanos la DL50 es de 0.5-5 mg/kg de peso.	Toxicidad por exposición dérmica y ocular; la ingesta puede resultar en letalidad por paro cardiorrespiratorio, en envenenamientos severos ocurre hipotensión e hipovolemia como resultado de cardiotoxicidad directa y toxicidad aguda que causa depresión cardíaca.	2A: probablemente cancerígeno para los seres humanos.
Referencia	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Molecular-Formula">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Molecular-Formula</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=European-Community-(EC)-Number">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=European-Community-(EC)-Number</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Odor">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Odor</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Precautionary-Statements">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Precautionary-Statements</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Signal-Word">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Signal-Word</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Hazard-Statements">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#section=Hazard-Statements</a>	<a href="https://encolombia.com/medicina/guiasmed/uriasmed/uriasmed/uriasmed/glifosato/">https://encolombia.com/medicina/guiasmed/uriasmed/uriasmed/glifosato/</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#datasheet=LCSS&amp;section=Toxicity-Summary">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#datasheet=LCSS&amp;section=Toxicity-Summary</a>	<a href="https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RI/DE/IA/INS/reporte-iarc-herbicidas-glifosato.pdf">https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RI/DE/IA/INS/reporte-iarc-herbicidas-glifosato.pdf</a>

VALORES LÍMITE PERMISIBLES				EXPOSICIÓN Y EFECTOS EN LA SALUD				
TLV-TWA	Indicador biológico de exposición	momento de la toma del BEI	Valor de detección del BEI	vía de ingreso	Órganos blanco	Efectos en la salud	Signos y síntomas de exposición	Efectos agudos y crónicos
Concentraciones en el aire deben mantenerse por debajo de 3 mg/m <sup>3</sup> para partículas respirables y 10 mg / m <sup>3</sup> en partículas inhalables, hasta que se establezca su TLV	Glifosato y ácido amino-metil-fosfónico en orina, análisis de organoclorados en suero para determinación de organofosforados, carbamatos y organoclorados	Al finalizar la jornada laboral.	- Límite de Detección para glifosato: 0,5 µg/L. - Límite de cuantificación para glifosato es de 2 µg/L. - Límite de detección de ácido amino-metil-fosfónico es de 1 µg/L. Límite de cuantificación de ácido amino-metil-fosfónico es de 15 µg/L.	Inhalación, ingesta, dérmica.	Piel, ojos, SNC, corazón, riñones, hígado, pulmones	Irritación ocular y cutánea, linfoma no Hodgkin, leucemia.	Leves: Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea. Moderados: Hemorragia gastrointestinal, úlcera gástrica. Severos: Alteración neurológica, convulsiones, hipotensión, arritmias cardíacas, disfunción renal y hepática, hiperpotasemia, pancreatitis, edema pulmonar o neumonitis, acidosis metabólica, shock y muerte.	Agudos: Irritación de mucosas, náuseas, emesis, dolor abdominal tipo cólico, alteración de la conciencia, depresión de la escala de glasgow, hipotensión arterial, disnea, diaforesis, hipoxia, injuria renal aguda, shock hipotensivo y hasta la muerte. Crónicos: Cefalea, mareo, náuseas, diarrea, debilidad muscular, malestar general, mialgias, parestesias, riesgo de desarrollar linfoma no Hodgkin.
ACGIH. 2021 TLVs and BEIs	<a href="http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf</a>	<a href="http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf</a>	<a href="http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf</a>	<a href="http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf</a>	<a href="https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/3139sp.pdf">https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/3139sp.pdf</a>	<a href="https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/">https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/</a>	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#datasheet=LCSS&amp;section=Health-and-Symptoms">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/38078#datasheet=LCSS&amp;section=Health-and-Symptoms</a> <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v29n3/v29n3a14.pdf</a>	chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fdia.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6176888.pdf



Fuente: elaboración propia a partir de Pubchem, Ministerio de Salud, IARC.

**Anexo F.**

**Matriz grupos de exposición similar**

<b>Matriz grupos de exposición similar (GES)</b>									
<b>Proceso productivo</b>	<b>Lugar de trabajo</b>	<b>Actividades que desarrollan</b>	<b>Número de trabajadores expuestos</b>	<b>Ciclo de jornada</b>	<b>¿Mantienen contacto directo con el glifosato?</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Actividad rutinaria/no rutinaria</b>	<b>Frecuencia de realización de las tareas</b>	<b>Herramientas y procesos con los que trabajan</b>

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Fuente: F. Cruz. Diseño de una estrategia para la evaluación cuantitativa de la exposición a metales pesados en trabajadores de centros de reciclaje RAEE (80)*

## Anexo G

### Formato de lista de chequeo para verificación de las condiciones de trabajo

Código	Formato		Versión
	Lista de chequeo de las condiciones de trabajo		
Fecha			
Empresa		Lugar	
Responsable			

Etapa		Criterio de evaluación	Sí	No	Observaciones
1. Condiciones del producto:	1.1	¿El envase/embalaje para identificar la sustancia está bien cerrado y sin daños?			
	1.2	¿La etiqueta del producto tiene la identificación del producto, recomendaciones de uso, precauciones y advertencias?			
	1.3	¿La etiqueta contiene la fecha de expiración del producto?			
2. Almacenamiento:	2.1	¿La bodega se encuentra aislada de oficinas, viviendas y población?			
	2.2	¿La bodega cuenta con un muro de contención?			
	2.3	¿Los productos se encuentran en estantes?			
	2.4	¿Hay productos diferentes a plaguicidas/herbicidas en la bodega?			
	2.5	¿Los productos están bien tapados?			
	2.6	¿La bodega está al 100% de su capacidad?			
	2.7	¿La bodega se encuentra limpia y ordenada?			
	2.8	¿Las instalaciones cuentan con dos extintores que sean de polvo químico seco o espuma multipropósito, de 10 a 12 kilos de capacidad, para los primeros 50 metros cuadrados de bodega y uno por cada 100 metros cuadrados adicionales?			

3. Transporte:	3.1	¿Los envases y embalajes cumplen con el rotulado y etiquetado según la Norma Técnica Colombiana NTC 1692?			
	3.2	¿Los embalajes cuentan con la designación oficial de transporte de mercancía peligrosa visible y legible?			
	3.3	¿Los embalajes tienen el número de las Naciones Unidas (UN) visible y legible?			
	3.4	¿Las etiquetas de la mercancía cumplen con la forma y dimensiones establecidas? (cuadrado con vértice hacia arriba 100x100 mm)			
	3.5	¿El color del fondo forma un contraste con la etiqueta de la mercancía peligrosa?			
	3.6	¿La etiqueta contiene el símbolo y el número de la clase o división a la que pertenece la sustancia?			
	3.7	¿Las paredes externas del vehículo cuentan con los rótulos de mercancías peligrosas?			
	3.8	El fondo donde están los rótulos ¿contrasta con los mismos?			
	3.9	¿Los rótulos cumplen con las dimensiones y color establecidos? (250x250 mm, color blanco)			
	3.10	¿Los rótulos contienen el número de la clase o división de la sustancia?			
	3.11	¿El contenedor se encuentra asegurado al vehículo?			
	3.12	Los vehículos cumplen con la NTC 3969 sobre sustancias tóxicas e infecciosas			
	3.13	¿La mercancía se encuentra estibada en un espacio ventilado mecánicamente y lejos de fuentes de calor?			
	3.14	¿La mercancía se encuentra debidamente acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta?			
	3.15	¿El vehículo cuenta con extintor de incendios?			
	3.16	¿El vehículo y la unidad de transporte cuenta con ropa protectora?			
	3.17	¿El vehículo cuenta con linterna y botiquín de primeros auxilios?			

	3.18	¿El vehículo y la unidad de transporte cuenta con equipo para recolección y limpieza, y material absorbente?			
	3.19	¿El vehículo cuenta con un dispositivo sonoro o pito?			
	3.20	¿El dispositivo sonoro se activa cuando el vehículo se encuentra en movimiento de reversa?			
	3.21	¿Los trabajadores que transportan la mercancía cuentan con la tarjeta de emergencia y hoja de seguridad?			
4. Utilización/ Aplicación:	4.1	¿Los equipos para la dispersión tienen fugas y/o daños?			
	4.2	¿Los equipos para la dispersión se encuentran calibrados?			
	4.3	¿Los productos están contenidos en sus propios envases?			
	4.4	¿Existen envases de alimentos u otros productos cerca de los plaguicidas?			
	4.5	¿Se miden las cantidades requeridas del producto y de agua, de acuerdo a las instrucciones?			
	4.6	¿Se utilizan las cantidades requeridas del producto y de agua, de acuerdo a las instrucciones?			
	4.7	¿Existe señalización en el campo de aplicación para demarcar la zona?			
	4.8	Al finalizar la aspersión, ¿se lavan los tanques usados por dentro y por fuera?			
	4.9	¿El agua residual entra en contacto con aguas superficiales o fuentes de la misma?			
	4.10	Al finalizar la aspersión, ¿se lava la ropa utilizada?			
	4.11	¿El operario se baña después de finalizar el proceso de aspersión?			
5. Manejo de envases y residuos:	5.1	¿Se cumple con el proceso de triple lavado de los envases vacíos?			
	5.2	¿Existen puntos de recolección y/o centros de acopio para los envases vacíos?			

Elaborado por:	Validado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

*Fuente: Elaboración propia a partir de Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas (66), Decreto 1079 de 2015 (73), Decreto 1675 de 2013 (79).*

## Anexo H

### FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA VALORACIÓN DE TRABAJADORES EXPUESTOS A GLIFOSATO

Fecha de valoración:

Sede:

Valoración: PREOCUPACIONAL \_\_\_\_ CONTROL \_\_\_\_ EGRESO \_\_\_\_

#### 1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

Nombre:

Apellidos:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Género: F \_\_\_\_ M \_\_\_\_

Identificación:

Profesión:

Ocupación:

Dirección:

Teléfono:

Estado civil:

Escolaridad:

#### 2. DESCRIPCIÓN DEL CARGO

Fecha de ingreso:	
Fecha de egreso:	
Antigüedad (en meses):	
Ciudad o municipio:	
Nombre del cargo:	
Puesto de trabajo:	
Descripción breve del cargo:	
Descripción breve del lugar de trabajo:	
Descripción de factores de factores, agentes de riesgo y uso de E.P.P:	

### 3. HISTORIAL LABORAL

Nombre de la empresa donde laboro	Nombre de los cargos desempeñados en cada empresa	Tiempo (años y meses) de exposición	Agentes físicos	Agentes químicos	Carga física	Agentes biológicos	Agentes psicosociales	Seguridad

### 4. ANTECEDENTES MÉDICOS

**PATOLÓGICOS:**

**QUIRÚRGICOS:**

**FARMACOLÓGICOS:**

**TRAUMÁTICOS:**

**TÓXICOS:**

**ALÉRGICOS:**

**TRANSFUSIONALES:**

**GINECO-OBSTÉTRICOS:**

**MENARQUIA: PARIDAD: CICLOS MENSTRUALES: FUR: PLANIFICACIÓN FAMILIAR: CCV:**

**MAMOGRAFÍA:**

**INMUNIZACIONES:**

**OCUPACIONALES: ENFERMEDADES PROFESIONALES: ACCIDENTES LABORALES:**

DIAGNÓSTICO	FECHA	LIMITACIÓN

**FAMILIARES:**



## **5. REVISIÓN POR SISTEMAS**

### **SÍNTOMAS GENERALES**

- ¿La salud en general como se encuentra?
- ¿Ha perdido o ganado peso últimamente?
- ¿Ha presentado fiebre o sudoración nocturna?
- ¿Descansa bien por la noche?
- ¿Se siente débil?

### **ORGANOS DE LOS SENTIDOS:**

- ¿Tiene dificultad para ver de lejos o para leer?
- ¿Le pican los ojos o se los nota hinchados o con otras molestias?
- ¿Ha presentado secreción ocular?
- ¿Presenta dificultad para oír?
- ¿Presenta dolor de oído u otro tipo de molestias, como picazón o zumbidos?
- ¿Tiene sensación de que no puede respirar bien por la nariz de manera habitual?
- Por la noche, ¿respira con la boca abierta?
- ¿Alguna vez le han diagnosticado sinusitis?
- ¿Ha presentado sangrado por las fosas nasales? ¿Qué tan frecuente es? ¿Ha notado si se presenta posterior a realizar alguna actividad?
- ¿Presenta estornudos frecuentemente?

### **SISTEMA NERVIOSO CENTRAL**

- ¿Presenta dolor de cabeza frecuente? ¿Se acompañan de adormecimiento en manos o pies? ¿Se presentan con debilidad en miembros superiores o inferiores? ¿Ha presentado desviación de la comisura labial? ¿El dolor de cabeza se presenta posterior a estar en contacto con algún tipo de sustancia?
- ¿Durante su jornada laboral ha presentado episodios en los que dice incoherencias?
- ¿Tiene mareos? ¿Como sensación de inestabilidad o más bien todo le da vueltas?
- ¿Se duermen las manos o los pies?
- ¿Ha presentado temblores?
- ¿Ha presentado alteración en la memoria? ¿Desde hace cuanto? ¿Se le olvidan las cosas que hace recientemente o de hace varios años?
- ¿Considera que le cuesta concentrarse para realizar sus actividades diarias?

### **BOCA Y GARGANTA**

- ¿Tiene algún problema en la boca, como dolor, quemazón de la lengua o mal sabor?
- ¿Usa dentadura postiza? ¿Se siente confortable con ella? ¿Puede masticar bien?
- ¿Le sangran con facilidad las encías?
- ¿Presenta sensación de picazón o carraspera en la garganta?
- ¿Presentado dolor al pasar los alimentos?
- ¿Ha tenido pérdida de la voz? ¿Cuanto duro?
- ¿Le han diagnosticado faringitis a repetición?

### **CARDIORESPIRATORIO**

- ¿Tose con mucha frecuencia? En caso positivo, ¿es una tos irritativa o con flema?
- ¿Alguna vez ha observado sangre en la flema?
- ¿Tiene dificultad al respirar?
- ¿Ha notado alguna vez sibilancias al respirar?
- ¿Tiene dolor en el pecho?
- ¿Sufre bronquitis casi todos los inviernos?
- ¿Alguna vez le han encontrado alterada la presión arterial?
- ¿Tiene palpitaciones?
- ¿Alguna vez ha sentido dolor u opresión en el pecho permaneciendo inmóvil o durante el ejercicio?
- ¿Alguna vez realizando un ejercicio intenso se ha mareado o ha perdido el conocimiento?
- ¿Tiene que descansar subiendo una cuesta? ¿Y si sube dos pisos?

## **GASTROINTESTINAL**

- ¿Tiene náuseas o vómitos?
- ¿Ha vomitado sangre en alguna ocasión?
- ¿Tiene dolor de estómago después de las comidas?
- ¿Nota dolor en algún sitio del abdomen?

## **GENITOURINARIO**

### **En los varones**

- ¿Presenta algún tipo de dificultad para iniciar la micción?
- Al final de orinar, ¿tiene goteo que le mancha los calzoncillos?
- ¿Molestias en los testículos?
- ¿Molestias en la erección o al eyacular?

### **En las mujeres**

- ¿A qué edad empezó a menstruar?
- ¿Cada cuánto tiempo tiene las menstruaciones? ¿son regulares? ¿Cuántos días le duran?
- ¿Tiene un flujo normal, excesivo o discreto? ¿Cuántas toallas usa al día? ¿Y durante toda la menstruación?
- ¿Tiene dolor con las menstruaciones? ¿Durante cuántos días? ¿Con qué logra alivio?
- ¿Tiene hemorragias intermenstruales? ¿Son como manchas o son abundantes?
- ¿Utiliza algún método contraceptivo? ¿Cuál? - ¿Sus relaciones íntimas (sexuales) son gratificantes?
- ¿Tiene intención reproductiva a corto plazo?

### **En pacientes menopáusicas:**

- ¿A qué edad terminaron sus menstruaciones? Desde entonces, ¿ha tenido alguna hemorragia vaginal?
- ¿Sufre calores nocturnos o algún otro tipo de síntoma?

## **SISTEMA MUSCULO ESQUELÉTICO**

- ¿Tiene dolores de espalda, o en alguna otra parte de músculos o articulaciones?
- ¿Levanta mucho peso en su jornada laboral? ¿Adopta algún tipo de posición fija o forzada?

## **PIEL Y FANERAS**

- ¿Tiene algún problema en la piel, ya sea picor, o lesiones de algún tipo? ¿Hace cuanto aparecieron las lesiones? ¿Comenzaron al tener contacto con alguna sustancia?

## SALUD MENTAL

- ¿Presenta cambios bruscos en su estado de ánimo?
- ¿Se ha sentido más cansado y le cuesta conciliar o mantener el sueño?
- ¿Se encuentra triste o sin ánimo la mayor parte de los días de la semana?
- ¿Sobre Piensa las cosas o le das vueltas una y otra vez a las situaciones?
- ¿Llora frecuentemente?
- ¿Siente que su vida no tiene sentido o se siente inútil?

## 6. EXAMEN FÍSICO

### SIGNOS VITALES:

<p><b>TENSIÓN ARTERIAL:</b> Determine si se encuentra hipertenso, hipotenso o con tensión arterial normal.</p>	<p><b>FRECUENCIA CARDÍACA:</b> Determine si se encuentra bradicárdico, taquicárdico o con frecuencia cardiaca normal.</p>	<p><b>FRECUENCIA RESPIRATORIA:</b> Determine si se encuentra bradipneico. polipneico o con frecuencia respiratoria normal.</p>
<p><b>TEMPERATURA:</b> Determine si se encuentra en hipotermia, hipertermia o normotermia.</p>	<p><b>SATURACIÓN:</b> Determine si hay desaturación al ambiente.</p>	<p><b>GLASGOW:</b> Evalúe alteraciones en la escala neurológica de Glasgow. Consignado como: __/15.</p>

### ESTADO GENERAL:

Examine cómo luce el paciente, las características de la piel si se encuentra cianótico, pletórico o con palidez mucocutánea, si hay presencia de diaforesis, evalúe la temperatura de la piel si se encuentra baja o elevada, llenado capilar si se encuentra mayor o menor a 3 segundos,

**OJOS:** evaluar si las cejas se encuentran completas, si hay presencia de pestañas, color de la conjuntiva evaluando si existe hiperemia, en escleras evaluar si se encuentra tinte icterico y evaluar presencia de lagrimeo.

### REFLEJO CORNEAL:

**ROJO RETINIANO:** Evalúe si se encuentra presente.

**REFLEJO FOTOMOTOR:** Evalúe si hay presencia de miosis o midriasis .

**(incluir medición de agudeza visual):** Con la tabla de Snell evaluar AV a objetos lejanos y con la de visión próxima la de objetos cercanos, consigue el valor de la siguiente manera:

<b>LEJOS:</b>	<b>CERCA</b>
<b>OD:20/___</b>	<b>OD: ___ M</b>
<b>OI:20/___</b>	<b>OI: ___ M</b>

**OTORRINOLARINGOLOGÍA:** evaluar estructuras dermato faciales, en nariz evaluar integridad del tabique nasal valorar que no haya presencia de perforaciones o lesiones, determinar si hay presencia de pólipos. En la boca evaluar estructura y continuidad de los dientes y su coloración, valorar que las encías no se encuentren eritematosas ni con sangrado activo, evalúe presencia de halitosis, examine continuidad del paladar si hay presencia de perforaciones o se encuentra íntegro, examine la parte posterior de la garganta evaluando amígdalas color, tamaño y presencia de eritema, y en región de pared posterior presencia de eritema que indique irritación, también valore la presencia de escurrimiento posterior.

**CUELLO:** Evalúe presencia de ingurgitación yugular, palpe si se encuentran presentes masas o adenopatías, palpe la glándula tiroides y describa si se encuentra aumentada de tamaño.

**CARDIOPULMONAR:** Evalúe la forma del tórax, determine si hay presencia de uso de la musculatura accesoria, describa si hay aumento o cambio del patrón respiratorio, evalúe si hay presencia de alteraciones en la piel de la caja torácica, ausculté ruidos cardiacos vigile el ritmo buscando cualquier tipo de arritmia, soplo o ruido agregado, en la auscultación pulmonar evalúe presencia de sibilancias (para signos de broncoconstricción) o estertores (procesos de inflamación).

**GASTROINTESTINAL:** Inspeccione la forma y la presencia de masas o visceromegalias, ausculte la motilidad intestinal evalúe si se encuentra aumentada, palpe para evaluar procesos dolorosos en todos los cuadrantes del abdomen, realice puño percusión para descartar afectación a nivel renal, evalúe presencia de signo de cabeza de medusa y signo de onda ascítica. .

**EXTREMIDADES:** Inspeccione arcos de movilidad, tono, fuerza de cada extremidad, trofismo, palpar pulsos periféricos, evalúe temperatura de la piel, identifique presencia de masas a nivel de extremidades y si las encuentra describa sus características, evalúe reflejos osteotendinosos, determine si el trabajador presenta movimientos anormales. .

**PIEL Y FANERAS:** Inspeccione características de la piel, color de las mucosas, coloración de la piel, identifique si hay presencia de palidez, ictericia, presencia de equimosis, petequias o hematomas, evaluar presencia de eritema palmar, evalúe presencia de pérdida de cabello y calidad ungueal.

**NEUROLÓGICO:** Realice escala glasgow al trabajador, determine si se encuentra orientado en tiempo, espacio y persona, durante la entrevista determine expresión verbal y corporal, examine presencia de temblores, tics o fasciculaciones durante la entrevista, realice el minimental test para evaluar memoria, realice pruebas de coordinación cognitiva y visomotora, explore los pares craneales, finalice buscando neuropatías periféricas.

7. **INTERPRETACIÓN DE PARACLÍNICOS:** En esta sección deberá consignar los paraclínicos periódicos que realizaron a su trabajador, es de vital importancia revisar los paraclínicos previos para determinar si hay algún cambio en patrones de aumento en la creatinina o perfil hepático para determinar si se encuentra con lesiones agudas, así mismo en caso de prueba de embarazo positiva remitir directamente a ginecología y realizar reubicación laboral indefinida.
8. **DIAGNÓSTICO:** Especifique si requiere valoración para determinar si hay limitación
9. **ANÁLISIS MÉDICO LABORAL:** Una vez haya diligenciado completamente la historia clínica, consigne los hallazgos médicos de importancia y mediante estos consigne la conclusión profesional con respecto al trabajador, especifique las razones por las cuales puede continuar en el cargo, si requiere paraclínicos o valoración por especialistas adicionales, y el concepto de reubicación laboral, si por el contrario el trabajador es candidato a incorporarse en su cargo o continua en seguimiento. consigne cuando deberá realizarse la siguiente valoración y que paraclínicos y herramientas adicionales necesitará para la próxima consulta.
10. **PLAN DE MANEJO:** Especificar si el trabajador es apto para continuar en el cargo, si se requiere reubicación laboral, si se realizará reincorporación al cargo.
11. **PARACLÍNICOS PARA SOLICITAR**

Glifosato y ácido amino-metil-fosfónico en orina.	Análisis en suero para determinación de organofosforados. <b>Trimestral</b>	Creatinina y nitrógeno ureico. <b>Trimestral o en exposición aguda.</b>	Electrocardiograma. <b>Trimestral o en exposición aguda.</b>
---	--	--	---

<b>Trimestral</b>			
Prueba de embarazo. <b>Trimestral</b>	Cuadro hemático y frotis de sangre periférica. (Prestar especial atención en los linfocitos) <b>Trimestral</b>	Para valorar la función reproductiva en mujeres: 1. FSH 2. LH 3. Estradiol <b>Anual</b>	Para valorar la función reproductiva en hombres: Espermograma. (evaluar motilidad en espermatozoides) <b>Anual</b>
Para valorar función endocrina: Hormona estimulante de la tiroides, Tiroxina Libre. <b>Trimestral</b>			

**12. PRÓXIMO CONTROL:** Diligenciar la fecha en la que debe acercarse el trabajador a realizar su examen médico ocupacional periodico.

## Anexo I

### Matriz de riesgos y controles sugeridos

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO					DESCRIPCIÓN / CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO					CONTROLES SUGERIDOS		
Nº	Actividad	Tipo de actividad	Tarea	Clasificación del peligro	Grupo de Peligros	Fuente	Descripción	Causas	Consecuencias	Controles de Ingeniería	Controles Administrativos	Control en la Persona
1	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas vía dérmica	Químico	Envases del producto	Al manipular envases de productos de nuevo inventario, o de producto ya utilizado, se puede entrar en contacto con el trabajador a través de la piel si está mal sellado	Asociados a un acto inseguro por no sellar correctamente los envases, o manipularlos de manera incorrecta	Irritación cutánea		Capacitación sobre manejo de sustancias, y riesgos asociados a la exposición al glifosato	EPP
2	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Químico: Derrame de productos químicos	Químico	Envases del producto, estanterías	Una manipulación incorrecta o un error humano al manipular los envases puede provocar un derrame, así como estanterías desorganizadas en la bodega	Asociados a actos inseguros como un manejo incorrecto de los envases y tapas, y una condición insegura por no contar con una organización adecuada	Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea. Contaminación de aguas subterráneas	Muro de contención	Capacitación sobre manejo de sustancias, y riesgos asociados a la exposición al glifosato Señalización en la bodega Contar con bodegas aisladas de fuentes de agua Disponer de un lugar para la disposición de desechos Verificación de los productos al ingreso de la bodega	EPP

3	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía respiratoria	Químico	Envases del producto	Inhalación accidental de la sustancia ocasionada al abrir la el envase, o por derrames	Relacionado con actos inseguros por no usar los EPP necesarios para la manipulación de los productos	Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea.		Capacitación sobre manejo de sustancias, y riesgos asociados a la exposición al glifosato Señalización en la bodega	EPP
4	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía oral	Químico	Envases del producto	Consumo de la sustancia por vía oral, ya sea por consumir alimentos en bodega o por haber entrado en contacto directamente con la sustancia	Relacionado con actos inseguros por consumir alimentos en bodega, y no usar los EPP necesarios para la manipulación de los productos	Letalidad por paro cardiorrespiratorio, en envenenamientos severos ocurre hipotensión e hipovolemia como resultado de cardiotoxicidad directa y toxicidad aguda que causa depresión cardíaca.		Bodegas aisladas de zonas urbanas Capacitación y entrenamiento Apoyo de ARP Construcción de planes de emergencia	EPP
5	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Físico: Deficiencia de iluminación	Físico	Lámparas y bombillas de la bodega	Al entrar en la bodega y organizar o manipular los productos, se puede cometer errores si no se ven bien las instrucciones de las etiquetas de los envases	Asociado con condiciones inseguras por contar con niveles bajos de iluminación	Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea.	Mejoramiento de las condiciones de iluminación		
6	Manejo y manipulación de mercancía	Rutinaria	Ir a la bodega para organizar el inventario de productos nuevos y usados	Seguridad: Incendio	Seguridad	Productos inflamables	Productos que pueden calentarse e inflamarse debido a la temperatura y condiciones del lugar	Asociado con condiciones inseguras por no tener los productos correctamente almacenados, en espacios bien ventilados y a temperaturas normales	Quemaduras	Mejoramiento en las condiciones de ventilación	Organización de los productos en un espacio seguro a condiciones seguras Contar con extintores en las instalaciones de acuerdo a la normatividad	

7	Manejo y manipulación de bombillas, lámparas y enchufes en bodega	No Rutinaria	Ir a la bodega para cambiar un bombillo, lámpara, o conectar algún dispositivo eléctrico	Seguridad: Electrocuación o quemadura	Seguridad	Instalaciones eléctricas	Al querer cambiar un bombillo, conectar alguna lámpara o en general manipular los elementos de instalaciones eléctricas puede haber electrocuación o quemadura por mal estado de las mismas	Condiciones inseguras por mal estado de las instalaciones eléctricas	Quemadura, electrocuación	Intervención de las instalaciones eléctricas	Programar inspecciones periódicas para garantizar el buen estado de las instalaciones
8	Transporte de mercancía	Rutinaria	Cargar y transportar embalajes y envases de la sustancia	Seguridad: Vial	Seguridad	Vehículos de transporte de mercancía peligrosa	Al transportar la mercancía, si el vehículo no tiene una revisión técnica mecánica, pueden producirse accidentes por falla en los frenos, luces, o algún otro factor	Asociado a actos inseguros por negligencia, al no someter el vehículo a la revisión	Explosión, lesiones severas para la persona que transporta la mercancía, o incluso la muerte.		Establecer el cronograma de revisión técnica mecánica de los vehículos Suspensión de las actividades de transporte con aquellos vehículos que no tienen la revisión vigente Capacitación y entrenamiento del personal Información vial Disponibilidad de equipos de comunicación
9	Transporte de mercancía	Rutinaria	Cargar y transportar embalajes y envases de la sustancia	Seguridad: Vial	Seguridad	Contenedor del vehículo	Si el contenedor no está asegurado al vehículo, puede desprenderse ocasionando un accidente de tránsito	Asociado a actos inseguros por no asegurar correctamente el contenedor	Accidentes en la vía	Instalación del contenedor con las herramientas y equipos necesarios	Capacitación sobre transporte de sustancias peligrosas, riesgos y planes de contingencia



10	Transporte de mercancía	Rutinaria	Cargar y transportar embalajes y envases de la sustancia	Químico: Derrame de productos químicos	Químico	Estibas, envases y embalajes	Si la mercancía no está correctamente estibada, apilada y sujeta al vehículo, los envases y embalajes pueden caerse, estropearse y generar derrames del producto	Asociado a actos inseguros por no asegurar correctamente los productos	Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea.	Capacitación sobre transporte de sustancias peligrosas, riesgos y planes de contingencia Revisión de las estibas en el vehículo antes de despachar los productos	
11	Transporte de mercancía	Rutinaria	Cargar y transportar embalajes y envases de la sustancia	Seguridad: Incendio	Seguridad	Envases Fuentes de calor del vehículo	Si la mercancía se encuentra cerca de fuentes de calor y hay sustancias inflamables, puede generarse un incendio	Asociado a actos inseguros dada la incorrecta organización de los embalajes y envases de la sustancia	Quemaduras	Capacitación sobre transporte de sustancias peligrosas, riesgos y planes de contingencia Mantener extintores en los vehículos transportadores	
12	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Preparación de la mezcla y equipos para la aspersión	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía respiratoria, dérmica u oral	Químico	Envase del producto	Al momento de preparar la mezcla para la aspersión, si la persona no cuenta con los elementos de protección personal o si está consumiendo algún alimento o bebida, la sustancia puede entrar al organismo por vía oral, dérmica o respiratoria	Se puede dar por actos inseguros, al no usar los EPP necesarios para el proceso, o por desconocimiento o negligencia de la persona	Leves: Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea. Moderados: Hemorragia gastrointestinal, úlcera gástrica. Severos: Alteración neurológica, convulsiones, hipotensión, arritmias cardíacas, disfunción renal y hepática, hiperpotasemia, pancreatitis, edema	Capacitación sobre preparación de la aplicación, riesgos asociados al glifosato y primeros auxilios Prohibir el consumo de bebidas y alimentos durante el proceso de mezcla y preparación del producto para aspersión	EPP

									pulmonar o neumonitis, acidosis metabólica, shock y muerte.			
13	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Realizar el proceso de aspersión de glifosato en los cultivos objetivo	Químico: Derrame de productos químicos	Químico	Equipos de aspersión	Los equipos de aspersión pueden tener fallas que ocasionen derrames o fugas de la sustancia	Se puede dar por condiciones inseguras, al ser los equipos los que podrían generar el peligro	Contaminación de aguas subterráneas		Programar la inspección de los equipos para la aspersión de manera periódica Capacitación al empleado para verificar las condiciones de los equipos y riesgos asociados	EPP
14	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Realizar el proceso de aspersión de glifosato en los cultivos objetivo	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía respiratoria, dérmica u oral	Químico	Equipos de aspersión	Al momento de aplicar el glifosato, la persona debe estar ubicada en el sentido en el que fluye la corriente de aire para evitar contacto con la sustancia	Actos inseguros por realizar el proceso de manera correcta	Leves: Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea. Moderados: Hemorragia gastrointestinal, úlcera gástrica. Severos: Alteración neurológica, convulsiones, hipotensión, arritmias cardíacas, disfunción renal y hepática, hiperpotasemia,	Instalación de barreras o escudos protectores en los equipos de aspersión para evitar contacto con la persona	Capacitación al empleado para verificar las condiciones de los equipos y riesgos asociados	EPP

									pancreatitis, edema pulmonar o neumonitis, acidosis metabólica, shock y muerte.			
15	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Realizar el proceso de aspersión de glifosato en los cultivos objetivo	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía respiratoria	Químico	Equipos de aspersión	Al momento de aplicar el glifosato en los cultivos, las partículas se dispersan y pueden ser inhaladas por personas cercanas a los cultivos	Se puede dar por actos inseguros, si hay personas que se encuentran alrededor a los cultivos en los que se realiza el proceso	Leves: Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea. Moderados: Hemorragia gastrointestinal, úlcera gástrica.		Señalización de las zonas prohibidas para personal no autorizado Suspender el proceso de aspersión si los vientos superan la velocidad permitida	
16	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Lavar los equipos utilizados después de la aspersión	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía dérmica	Químico	Equipos de aspersión	Los equipos utilizados, deben lavarse por dentro y por fuera ya que de lo contrario pueden permanecer residuos de la sustancia que entran en contacto con la piel de los trabajadores	Actos inseguros, por no realizar correctamente el proceso de lavado	Irritación cutánea		Capacitaciones sobre el lavado de los equipos Señalización en las zonas de lavado Establecer un programa de lavado de equipos y ropa del trabajador Establecer un programa para el baño de los trabajadores después de la aspersión	EPP

17	Aplicación/ utilización del glifosato	Rutinaria	Lavar los equipos utilizados después de la aspersión	Químico: Derrame de productos químicos	Químico	Equipos de aspersión y lavado	Si el proceso de lavado se realiza cerca de fuentes de agua, aguas subterráneas o superficiales, otras personas estarán expuestas a los riesgos generados por el glifosato	Actos inseguros, por realizar el proceso de lavado cerca de fuentes de agua, o aguas subterráneas y superficiales	Por contacto con fuentes de agua pueden manifestarse síntomas leves: Irritación de ojos y piel, taquicardia, presión arterial elevada, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal, vómito, diarrea.	Establecimiento de zonas de lavado lejanas a fuentes de agua Brindar puntos para depositar los desechos de mezcla dentro del cultivo o cerca de él y lejos de fuentes de agua.	EPP
18	Manejo de envases	Rutinaria	Proceso de triple lavado	Químico: Contacto con sustancias químicas peligrosas por vía dérmica	Químico	Envases vacíos de producto	Los envases vacíos de glifosato deben lavarse 3 veces para garantizar que se eliminan los residuos de producto hasta un 99%. Entrar en contacto con envases que no cumplieron correctamente el proceso puede generar que personas entren en riesgo con el glifosato	Asociado con actos inseguros por no seguir correctamente los procesos de lavado de los envases	Irritación de ojos y piel, diaforesis (sudoración), visión borrosa, cefalea, náuseas, mareo, dolor abdominal.	Establecimiento del plan de triple lavado para el personal encargado Capacitaciones sobre el correcto proceso Apoyo de entidades especializadas en manejo de emergencias	EPP
19	Manejo de envases	Rutinaria	Proceso de incineración de envases vacíos	Químico: Inhalación de material particulado	Químico	Envases vacíos de producto, hornos	Una incorrecta incineración de los envases puede ocasionar una emisión de vapores tóxicos perjudiciales para los seres humanos	Asociado con actos inseguros por no seguir correctamente las recomendaciones del manejo y disposición final de envases que han contenido agroquímicos aprobadas por las autoridades competentes. Condiciones inseguras debido al tipo de eliminación existente	Cefalea, náuseas, vómitos, mareo	Incineración de envases en hornos con licencia ambiental Evaluaciones periódicas de emisiones de acuerdo a las normas	

*Fuente: Elaboración propia a partir de Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas (66), Decreto 1079 de 2015 (73), Decreto 1675 de 2013 (79).*

## Cronograma

Actividades	Semanas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Planeación</b>																	
Presentación del protocolo de investigación	x																
<b>Trabajo de campo</b>																	
Búsqueda de información		x	x	x	x												
Revisión sistemática de la literatura actualizada		x	x	x	x												
<b>Procesamiento de la información</b>																	
Construir protocolo de riesgo ambiental						x	x	x									
Construir protocolo de vigilancia médica									x	x	x						
Establecer la herramienta final												x	x				
<b>Análisis de la información</b>																	
Análisis de datos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Elaboración de conclusiones														x	x		
<b>Elaboración del documento final de trabajo de grado</b>																	
Elaboración del documento final de trabajo de grado						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Correcciones del documento final																x	
<b>Comunicación de los resultados</b>																	
Sustentación																	x

*Fuente: Elaboración propia*

## Recursos

<i>Recursos Humanos (investigadores, secretarias, auxiliares, etc)</i>		
PERSONAL	PERFIL PROFESIONAL	DEDICACIÓN
Daniela Alejandra Chacón Cobos	Médico general	10 horas semanal
Marilyn Alejandra Vargas Rosero	Médico general	10 horas semanal
Valeria Alexandra Vargas Ortiz	Ingeniero Industrial	10 horas semanal
Alexandra Yepes Boada	Fisioterapeuta, Especialista en salud ocupacional, magíster en Ergonomía	4 horas semestral
Yadira Cetina	Ingeniero, Especialista en gerencia del medio ambiente y prevención de desastres, Magíster en Salud y seguridad en el trabajo	16 horas semestral
Clara Margarita Giraldo	Bacteriologa, especialista en epidemiología, magíster en salud pública y desarrollo social	4 horas semestral

<i>Recursos Físicos</i>			
CONCEPTO	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD	DISPOSICIÓN REQUERIDA
Computador	Portatil HP, portatil ACER (#2)	3 Unidades	100%
Impresora	HP INKTANK 115	1 Unidad	100%
Resma de papel	Reprograf Hoja Carta	1 Unidad	100%
Tinta de impresora	Cartucho de tinta Color, blanco y negro HP	3 Cartuchos	100%
Esfero	Offi-esco gel, Bic tinta negro	3 Unidades	100%
Disco duro	Adata	1 Unidad	100%
Resaltador	offi-esco	4 Unidades	100%
Grapadora/cosedora	Offi-esco	1 Unidad	100%
Ganchos de cosedora	Wingo	1 caja	

<i>Recursos Financieros</i>			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Servicio de Internet	3	58.000	174.000
Resma de papel	1	15.500	15.500
Tinta de impresora	3	23.190	69.570
<b>TOTAL</b>		<b>96.690</b>	<b>259.070</b>