

**ESTIMACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL POR USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE
FRESA EN EL CORREGIMIENTO PIEDRA DE LEÓN (SOTARÁ-CAUCA).**



DIANY ALEJANDRA GUERRERO NUPAN

MARCELA ANDREA MUÑOZ GOMEZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN-CAUCA

2023

**ESTIMACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL POR USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE
FRESA EN EL CORREGIMIENTO PIEDRA DE LEÓN (SOTARÁ-CAUCA).**



DIANY ALEJANDRA GUERRERO NUPAN

MARCELA ANDREA MUÑOZ GOMEZ

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria.

Directora:

Mg. Biol. Diana Milena Muñoz Solarte

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN-CAUCA**

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Este trabajo titulado “ESTIMACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL POR USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE FRESA EN EL CORREGIMIENTO PIEDRA DE LEÓN (SOTARÁ CAUCA).”

realizado por los estudiantes Diany Alejandra Guerrero Nupan y Marcela Andrea Muñoz Gómez, es aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca para optar por el título profesional de Ingenieros Ambientales Y sanitarios.

Dr. Diana Milena Muñoz

Esp. Juan Pablo Prado Medina

Ing. Edwin Fernando Sierra Gaviria

REVISADO Y APROBADO 2023

DEDICATORIA

Principalmente dedico esta tesis a Dios, por haberme dado la vida y acompañarme a lo largo de mi carrera, por darme sabiduría y fortaleza para alcanzar mis sueños.

A mi madre Elsa Nupan, mi padre Edilson Guerrero y mi hermana Marcela Guerrero Nupan por su entrega, dedicación, por su comprensión, amor y porque jamás me negaron su apoyo, siempre están pendientes de mí brindándome sus consejos para hacer de mí una persona mejor. También al resto de mi familia por su apoyo incondicional.

Alejandra Guerrero Nupan

Principalmente dedico este proyecto a DIOS por el regalo de la vida y permitirme culminar esta etapa de mi vida profesional, a mis ángeles del cielo mis abuelitos Juan y Berta, quienes fueron mi mayor inspiración, a mi madre Nelly Gómez y mis hermanos Mauricio y Javier por todo su esfuerzo, amor y apoyo incondicional en este proceso de formación y a mis sobrinos Esteban y Antonella por ser mi motivación.

Marcela Muñoz Gómez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por permitirnos cumplir una de las metas más importantes para nuestra vida, a nuestra directora de grado Diana Milena Muñoz Solarte por su conocimiento, motivación, paciencia y dedicación en este trabajo de investigación, a cada uno de los docentes que nos brindaron sus conocimientos a lo largo de la carrera, a nuestros amigos y compañeros que siempre estuvieron en esta etapa y a la universidad Autónoma del Cauca por formarnos profesionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: PROBLEMA.....	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Justificación.....	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Estado del arte (ANTECEDENTES).....	21
2.2. Bases conceptuales.....	24
2.3. Clasificación toxicológica de los agroquímicos	25
2.3.1. Clasificación de peligro químico	27
2.3.2. Gradiente de Toxicidad	28
2.4. Procesos de cultivo de fresa	29
2.5. Marco normativo.....	31
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	34
3.1. Diseño experimental	35
3.2. Diagnóstico de los productos químicos utilizados en la zona de estudio.	35

3.2.1. Descripción de las fichas químicas	35
3.2.2. Clasificación química de los agroquímicos en uso.	36
3.3. Valoración del nivel de riesgo ambiental que generan los agroquímicos por el cultivo de fresa.....	39
3.3.1. Estimación del riesgo ambiental.	39
3.4. Formulación de medidas para la prevención y control de riesgos ambientales ocasionados por el uso de agroquímicos en el cultivo de fresa en el corregimiento de Piedra de León.....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	44
4.1. Reconocimiento y caracterización sociodemográfica en el área de estudio del corregimiento de Piedra de León (Sotará-Cauca).....	44
4.1.1. Actividades agrícolas por género.....	46
4.1.2. Categorización de productores de fresa por la edad.....	47
4.2. Diagnóstico de los productos químicos utilizados en el área de estudio.	48
4.2.1. Identificación del grupo químico de productos químicos utilizados para el cultivo de fresa.	48
4.2.2. Propiedades químicas y toxicológicas de los agroquímicos en el área de estudio.....	52
4.2.3. Categorización toxicológica ambiental de la vereda Casas Nuevas del corregimiento Piedra de León.	54

4.2.4. Frases de riesgo específicas de las sustancias presentes en los agroquímicos usados en la zona de estudio.	56
4.2.5. Frases de seguridad específicas de las sustancias presentes en los agroquímicos usados en la zona de estudio.	57
4.3. Estimación del nivel de riesgo ambiental de la zona de estudio.....	59
4.3.1. Estimación ambiental por medio del Cociente de Riesgo.	59
4.3.2. Estimación de Riesgo de lixiviación mediante el modelo Groundwater Ubiquity Score (GUS) en las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas.	60
4.3.3. Estimación de riesgo de contaminación residuos de plaguicidas mediante el modelo de Índice de Riesgo de Residuos (IRR).	62
4.3.4. Guía matricial de impactos ambientales	64
4.3.5. Matriz de valoración de riesgos ambientales	65
4.4. Formulación de medidas de manejo ambiental para el control de plaguicidas utilizados en el cultivo de fresa en el corregimiento Piedra de León (Sotará Cauca).	74
4.4.1. Prevención y mitigación ambiental por uso de agroquímicos en el cultivo de fresa.	74
4.4.2. Medidas para el mantenimiento de equipos.....	77
4.4.3. Insecticidas caseros y abonos orgánicos.....	78
4.4.4. Control de residuos de pesticidas en el área de estudio	82
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1. Conclusiones.....	85

5.2. Recomendaciones	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Toxicológica de los Agroquímicos.....	26
Tabla 2. Tipos de Peligros y sus Grupos	27
Tabla 3. Marco Legal Colombiano.....	31
Tabla 4. Marco Legal Internacional	32
Tabla 5. Categoría Toxicológica	38
Tabla 6. Matriz de Métodos, Procedimientos y Acciones Para Proteger el Medio Ambiente	42
Tabla 7. Frecuencia Probabilística de las 12 Fincas de la Zona de Estudio	66
Tabla 8. Entorno Natural	69
Tabla 9. Rangos de Estimación de Riesgos	72
Tabla 10. Fauna de los Páramos.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gradiente de Toxicidad.....	28
Figura 2. Proceso en el Cultivo de Fresa	30
Figura 3. Vereda Casas Nuevas del Corregimiento Piedra de León (Sotará Cauca)	34
Figura 4. Pictogramas de Seguridad Antiguos.....	37
Figura 5. Pictogramas de Peligro	37
Figura 6. Pictogramas de Seguridad Nuevo.....	38
Figura 7. Parcelas Sembradas de Fresa en las 12 Fincas de la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca)	45
Figura 8. Clasificación Promedio de Fincas por Área (Hectáreas).....	45
Figura 9. Cultivadores de Fresa por Género	46
Figura 10. Porcentajes de Edad de los Agricultores.....	47
Figura 11. Fumigación en el Cultivo de Fresa	48
Figura 12. Clasificación de Agroquímicos por Grupo Químico	51
Figura 13. Promedio de la Categoría Toxicológica de los Agroquímicos.....	52
Figura 14. Caracterización Toxicológica Ambiental Promedio de Agroquímicos	55
Figura 15. Frases de riesgo de los plaguicidas utilizados.....	56
Figura 16. Frases de Seguridad de los Plaguicidas Utilizados.....	58
Figura 17. Cociente de Riesgo, Vereda Casas Nuevas.....	60
Figura 18. Estimación de Riesgo Mediante el Modelo GUS.....	61
Figura 19. Índice de Riesgo de Residuos (IRR).....	63
Figura 20. Matriz de Tipología de las 12 Fincas de la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca).....	64
Figura 21. Estimación de Riesgo Ambiental en la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca).....	73
Figura 22. Capacitaciones Personalizadas a los Agricultores.....	76

Figura 23. Preparación – Mezcla de Agroquímicos y Fumiga	77
Figura 24. Insecticidas Caseros.....	78
Figura 25. Fertilizantes Orgánicos	79
Figura 26. Compostaje y la Lombricultura	80
Figura 27. Triple lavado de Envases Vacíos de Plaguicidas	82
Figura 28. Cartilla Didáctica.....	83

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuestas realizadas a los agricultores de la vereda Casas Nuevas	99
Anexo 2. Matriz de tipología de peligro de las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas	103
Anexo 3. Criterios para evaluar la severidad de los impactos sobre los recursos aire, agua y tierra	105

RESUMEN

En la actualidad el uso de agroquímicos para diferentes cultivos se ha incrementado, para prevenir y controlar las plagas que afectan los cultivos de la producción agrícola. Los agroquímicos utilizados contienen componentes tóxicos y esto puede ocasionar un alto riesgo ambiental, así como en la salud de los habitantes.

En consecuencia, se llevó a cabo un estudio sobre la estimación de riesgo ambiental en el corregimiento Piedra de León, ubicado en el municipio de Sotará, sobre el uso de plaguicidas en cultivos de fresa, con el fin de determinar la afectación de los plaguicidas en el ambiente y en la población.

Este estudio se realizó en la vereda Casas Nuevas, donde se inició con un diseño experimental del cual se tomaron 12 fincas, luego se hizo un diagnóstico de cada agroquímico utilizado en dicho cultivo, en el cual se observó la toxicidad y riesgo de las sustancias.

Además, se valoró el riesgo agudo y crónico en sistemas hídricos, y en el suelo, dando como resultado mayor peligrosidad en los sistemas acuáticos. Mediante el modelo GUS se analizó el riesgo de lixiviados subterráneos de los plaguicidas en los cuales un alto porcentaje de plaguicidas no producen lixiviados, de igual manera mediante el índice de riesgo de residuos IRR se estimó el porcentaje de residuos en las plantas, dando como resultado un contenido medio de residuos tóxicos en la fruta (fresa), lo cual genera un riesgo en la salud de las personas.

También, se aplicó la Guía Matricial de Riesgos Ambientales, en la cual se evaluó el impacto negativo en el área de cultivo, resultando que existe un riesgo alto en la mayoría de las zonas.

Para finalizar y complementar se formularon medidas preventivas de control de riesgo ambiental, dando a conocer alternativas amigables para proteger el ambiente.

En conclusión, se muestra que el uso desmedido de los agroquímicos en cultivo de fresas puede generar un impacto negativo en sistemas hídricos por la toxicidad de las sustancias.

Palabras claves: riesgo, impacto, alternativas, agroquímicos.

ABSTRACT

Currently, the use of agrochemicals for different crops has increased to prevent and control pests that affect agricultural production crops. The agrochemicals used contain toxic components and this can cause a high environmental risk, as well as to the health of the inhabitants.

Consequently, a study was carried out on the estimation of environmental risk in the Piedra de León village, located in the municipality of Sotará, on the use of pesticides on strawberry crops, in order to determine the impact of pesticides on the environment and on the population.

This study was carried out in Casas Nuevas, where an experimental design was started with 12 farms, then a diagnosis of each agrochemical used in the crop was made, in which the toxicity and risk of the substances were observed.

In addition, the acute and chronic risk in water systems and in the soil was evaluated, resulting in greater danger in aquatic systems. The GUS model was used to analyze the risk of subway leaching of pesticides in which a high percentage of pesticides do not produce leachates, and the IRR residue risk index was used to estimate the percentage of residues in plants, resulting in an average content of toxic residues in fruit (strawberries), which generates a risk to people's health.

The Environmental Risk Matrix Guide was also applied to evaluate the negative impact on the cultivation area, resulting in a high risk in most of the zones.

Finally, preventive environmental risk control measures were formulated to complement and complement this, and friendly alternatives were presented to protect the environment.

In conclusion, it shows that the excessive use of agrochemicals in strawberry cultivation can have a negative impact on water systems due to the toxicity of the substances.

Keywords: Risk, impacts, alternatives, agrochemicals

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la producción agrícola, los productos químicos como fertilizantes y pesticidas son utilizados en grandes cantidades para controlar el crecimiento de las plantas. Los pesticidas se liberan intencionalmente en el medio ambiente para controlar insectos, malezas, enfermedades de las plantas y otras plagas que afectan la agricultura [1].

En Colombia el cultivo de fresa ha aumentado en un 55 %, debido principalmente al incremento generalizado de las siembras, lo que requiere un mayor uso de plaguicidas en las zonas donde se cultiva y esto trae consigo un alto foco de contaminación ambiental por su alto grado de toxicidad, provocando afectación en los recursos naturales y así mismo su disminución [2].

Cabe resaltar que la zona de estudio se encuentra en la Vereda Casas Nuevas, la cual hace parte del corregimiento Piedra de León, en el municipio de Sotará, ubicado en la región centro del departamento del Cauca, limitando con el volcán Puracé. Esta zona, por su temperatura, se hace propicia para cultivos frutales como la fresa, sin embargo, los recursos naturales como el suelo se ven afectados por la ampliación incontrolada de la frontera agrícola y el uso de agroquímicos [3].

Se considera importante realizar una estimación de riesgo ambiental sobre el uso de agroquímicos y los posibles efectos en el medio ambiente en el corregimiento Piedra de León, su actividad económica se basa en el cultivo de fresa, en el cual se implementa un uso desmedido de plaguicidas ignorando los posibles daños que se puedan ocasionar al medio ambiente y a la salud de los pobladores por el excesivo uso y manejo de estos productos. Mediante un reconocimiento

de los plaguicidas determinar los que provocar mayor afectación y poder dar una posible solución.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La producción industrial de los plaguicidas en todo el mundo fue consecuencia del aumento en la demanda de alimentos por parte de las zonas urbanas, por ello los lugares donde se cultivaban requerían tener siembras más seguras y productivas a partir de estas sustancias químicas que ayudaron al desarrollo industrial y de la agricultura aumentando la producción en los cultivos, duración de los alimentos y protección de estos frente a plagas [4].

Estos fueron evolucionando en el tiempo conforme las necesidades de los cultivos para finalmente constituir pesticidas como los organoclorados (tienen átomos de cloro, hidrogeno, carbono, y a veces oxígeno) y organofosforados (derivados del ácido fosfórico), que son los más tóxicos y menos estables en el medio ambiente en comparación con los organoclorados [4].

Resulta importante resaltar que Colombia es el tercer país de América Latina con mayor superficie de árboles frutales, en la que destacan el Mango y la Fresa, en este país el área cultivada de fresa supera las 3000 Ha. En ese sentido, el municipio de Sotará, departamento del Cauca, es uno de los mayores productores de fresa del país [2].

Para estos cultivos se hace necesaria la implementación de agroquímicos para el control de plagas, los cuales repercuten en el medio ambiente, ya que se distribuyen en el mismo, causando la contaminación de aire, agua, suelo, la diversidad animal y vegetal. Estas zonas tienen altos índices de contaminación por la toxicología de los plaguicidas utilizados en los cultivos de fresa [5].

En el municipio de Sotará, la población campesina de la vereda Casas Nuevas, corregimiento Piedra de León, basa su economía en ganadería, cultivo de papa y fresa. Es de

resaltar que la población que cultiva la fresa no está informada a plenitud de los impactos que estas sustancias químicas pueden ocasionar al ambiente [6].

Contemplando lo anterior, resulta importante analizar el uso de plaguicidas con el fin de determinar los diferentes efectos que las sustancias peligrosas pueden tener con respecto al medio ambiente, por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es el riesgo ambiental que genera el uso de agroquímicos en cultivos de fresa ubicados en Piedra de León (Sotará-Cauca)?

1.2. Justificación

Los pesticidas son ampliamente utilizados en la agricultura, liberados en muchos lugares, sin darse cuenta de sus efectos tóxicos.

Actualmente, la agricultura de alto rendimiento no es posible sin la implementación de medidas fitosanitarias, la gente los utiliza de manera inapropiada, a menudo usándolos para el almacenamiento de alimentos en sus hogares ya que desconocen lo perjudicial que pueden ser para la salud.

La combinación de estos elementos determina su distribución natural. Algunas de estas plagas se distribuyen localmente y se convierten en contaminantes en sistemas bióticos (principalmente animales y plantas) y abióticos (suelo, aire y agua), amenazando la estabilidad y salud de las comunidades [7].

Considerando los factores anteriores, es necesario realizar una evaluación de riesgo ambiental sobre el impacto del uso de plaguicidas en el medio ambiente y las personas en la ciudad de Piedra de León (Sotará Cauca) con el fin de identificar los posibles riesgos en la sociedad o el medio ambiente.

La principal característica del efecto de los agroquímicos es que en la agricultura intensiva y la producción de alimentos se utilizan muchos químicos, los cuales son importantes para mantener la producción de alimentos siempre en buenas condiciones, pero estos a su vez provocan efectos negativos como: el cambio climático, afectando la salud humana, los organismos, el suelo, el agua y el aire, por lo tanto, buscan reducir o minimizar los daños causados por el uso de estos químicos a través de un monitoreo que permita tomar medidas preventivas y de control [5].

De esta manera, la realización del proyecto es factible en lo económico y viable gracias a que se cuenta con la aprobación, colaboración y tiempo de los líderes y comunidad de la zona para realizar el trabajo de campo por medio de la investigación observacional. Por otro lado, no cuentan con un estudio de estimación ambiental por el uso de agroquímicos que afecta el ecosistema.

Por último, se espera que con esta investigación las autoridades ambientales tomen las medidas pertinentes, los cuales fomentan programas de control ambiental frente a los plaguicidas. Asimismo, sensibilizar a los cultivadores para hacer un adecuado uso de los agroquímicos aplicados y así contribuir al medio ambiente, su salud y una mejor calidad de vida.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estimar el riesgo ambiental que genera el uso de agroquímicos en cultivos de fresa (*Fragaria ananassa duch*), ubicados en Piedra de León (Sotará-Cauca).

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre las sustancias químicas utilizadas en los cultivos de fresa en el corregimiento Piedra de León.
- Valorar el nivel de riesgo ambiental que generan los agroquímicos por el cultivo de fresa.

- Formular medidas de prevención y control de riesgo ambiental por el uso de agroquímicos en los cultivos de fresa en el corregimiento de Piedra de León (Sotará-Cauca).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte (ANTECEDENTES)

Para la estimación de riesgo ambiental por uso de agroquímicos, se tendrá en cuenta bases teóricas y legales nacionales e internacionales relacionadas con el tema, de los cuales se destacan los siguientes:

La Alcaldía Mayor de Bogotá, elaboro una guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura, tomando la temática ambiental como eje de cambio y mejoramiento. Los abonos orgánicos son de gran importancia en la agricultura porque elevan el potencial productivo del suelo, evitando así el uso de fertilizantes sintéticos que afectan negativamente el ambiente y la salud humana [8].

El estudio realizado por Paola Tatiana *et al.* En 2020, se evaluó los efectos de los plaguicidas de uso agrícola en la salud y en el ambiente. Se realizo mediante revisión bibliográfica a través de la metodología estado de arte a nivel descriptivo, es decir, desde un enfoque cuya finalidad es recuperar información de diferentes investigaciones. Los resultados obtenidos indicaron que el mayor porcentaje de las publicaciones estuvo referido a la categoría de efectos de los plaguicidas en la salud humana con el 78%, del cual el 49% correspondió a exposición laboral a plaguicidas en trabajadores agrícolas y 25% residuos de plaguicidas en alimentos. El 22% restante, tuvo relación con la categoría efectos de los plaguicidas sobre el

ambiente, del cual el 10% fue de residuos de plaguicidas en ecosistemas acuáticos y sedimentos, 8% residuos de plaguicidas en suelos y 4% residuos de plaguicidas en fauna silvestre [9].

El trabajo realizado por Andrea Carolina *et al.* Evaluó los riesgos ambientales por el uso y manejo de agroquímicos en Playa Baja (Magdalena), adicionalmente, formular un plan de acción enfocado a la prevención y mitigación de estos. Para la evaluación de los riesgos ambientales, se empleó la metodología propuesta por la Norma UNE 15:0008. Los resultados indicaron que los ingredientes activos mayormente empleados fueron los plaguicidas clorpirifós (66%), Paraquat (31%) y el fertilizante urea granular (70%); la evaluación del riesgo ambiental en la Playa Zona Baja clasifico como moderado o medio el riesgo en la zona, involucrando directamente el componente hídrico y suelo [10].

Margarita María *et al.* En el 2009 elaboro la guía ambiental hortofrutícola, la cual se basa en documentos técnicos de orientación conceptual, metodológica y procedimental para apoyar la gestión, manejo y desempeño ambiental de los proyectos, obras o actividades. Este documento se presenta en cuatro capítulos que conforman su cuerpo esquemático. En el Capítulo 1 se observan los antecedentes generales de la producción hortofrutícola nacional, el Capítulo 2 describe los principales problemas ambientales del subsector, el Capítulo 3 contiene las acciones para la planificación y seguimiento ambiental del agro ecosistema y el Capítulo 4 muestra las **herramientas** de participación ciudadana para la gestión ambiental del subsector, con el fin de aportar al mejoramiento de las condiciones ambientales en el sector agro frutícola [11].

Para estimar los riesgos ambientales, la Guía de evaluación de riesgos ambientales en 2010, permite tener un marco conceptual de la terminología nacional e internacional, con nociones básicas en temas ambientales, en la cual se establece una “EVALUACIÓN PRELIMINAR”, orientada al estudio y análisis de un problema o situación emergente con los rangos o parámetros establecidos por la normatividad nacional o internacional, los cuales conducen a la estimación del riesgo ambiental, a través de un sistema de matrices, donde se identifica desde el no riesgo hasta el alto riesgo, para estimar los posibles daños ambientales que pudieran generarse por diversos factores de origen antrópico y natural [12].

Carlos Iván *et al.* En 2021, estimo el riesgo ecológico por uso de agroquímicos, en 4 veredas del municipio de Tutoró- Cauca, donde se inició con un diseño experimental donde se tuvo en cuenta 40 fincas con relación a la población total del lugar, siguiendo con un diagnóstico de las sustancias utilizadas en los cultivos de papa donde se observó la categoría toxicológica y el grado de peligrosidad de estas sustancias. También se valoró el nivel de riesgo agudo en sistemas acuáticos y el nivel de riesgo agudo y crónico en el suelo, dando como resultado que el mayor peligro se presenta en los ecosistemas acuáticos con un 53 % a nivel general [13].

2.2. Bases conceptuales

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) declara que un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias capaces de inhibir, destruir o controlar todo tipo de insectos, incluidos los que transmiten enfermedades a personas o animales, plantas no deseadas o animales peligrosos [14].

La FAO propone un sistema alimentario sostenible como un conjunto de diferentes factores, actividades que, a través de sus interrelaciones, hacen posible la producción, procesamiento, distribución y consumo de alimentos. Se están planificando sistemas alimentarios sostenibles, ya que la producción de agricultura basada en químicos tiene muchos efectos y diferentes cambios ambientales, para mitigar estos impactos los agricultores deben cambiar su perspectiva y dar un nuevo enfoque a la agricultura sostenible donde se utilicen insumos orgánicos [15].

También necesitan adquirir nuevos conocimientos y habilidades para aumentar su productividad agrícola y garantizar una gestión sostenible de los recursos ambientales naturales [16].

El problema de la contaminación ambiental por el uso de productos químicos, agrícolas e industriales ha ocasionado problemas de diversa índole debido a su difusión por todo el mundo. Los pesticidas ingresan al medio ambiente a través de la aplicación directa a las plantas y a través de varios peligros químicos que pueden resultar del derrame o el mal manejo de estas sustancias. Por esta razón hay una gran cantidad de pesticidas se esparcen indiscriminadamente, contaminando diferentes partes del ecosistema [17].

Cuando los plaguicidas entran en la cadena alimentaria, se distribuyen a través de ellos, concentrándose en cada nicho ecológico y acumulándose continuamente hasta alcanzar concentraciones letales para algunos organismos que forman la cadena o hasta alcanzar niveles superiores de la red alimentaria [18]. La contaminación generada por pesticidas puede ocurrir en una variedad de formas, comenzando con la fumigación directa sobre los cultivos, el lavado inadecuado de los contenedores y tanques, las fugas en los tanques y los derrames. Inadvertidamente, los pesticidas se liberan al medio ambiente y contaminan los organismos vivos (principalmente animales y plantas) y sistemas abióticos (suelo, aire y agua) lo que ocasiona un grave problema de salud pública y amenaza la estabilidad, factores como sus características fisicoquímicas, el clima, las condiciones geomorfológicas, hidrogeológico y meteorológico de las regiones que determinan su ruta a la atmósfera [4].

De esta forma, el riesgo ambiental por pesticidas es la forma en que se considera si existe un riesgo que puede afectar la calidad del agua, suelo y aire, poniendo en riesgo la vida humana debido a la exposición a todos los químicos, el veneno está presente en el sitio, incluyendo compuestos peligrosos presentes como producto de actividades industriales externas o cualquier otra fuente de peligro y determinando el alcance o extensión del riesgo, actualmente existen diferentes métodos para evaluar la tarificación del riesgo ambiental. Cada método requerirá, para su aplicación, de personal cualificado en la materia, así como conocimientos avanzados del terreno o espacio de producción [12].

2.3. Clasificación toxicológica de los agroquímicos

Todos los agroquímicos tienen un componente tóxico. A esta sustancia o grupo de sustancias se le suele conocer como principio activo y se debe calcular su toxicidad para

clasificar el producto. Esta medida se conoce como LD50 (Dosis letal 50) y LC50 (Concentración letal 50), siendo LD50 la nomenclatura más utilizada.

En pocas palabras, LD50 es la dosis letal necesaria para matar al 50% de la población de prueba. Cuanto menor sea el valor de LD50, mayor será la toxicidad, es decir, cuanto menor sea la dosis requerida, más peligroso será el plaguicida.

Hay un valor para cada tipo de exposición (oral, cutánea, respiratoria). La siguiente clasificación de toxicidad del producto corresponde a la clasificación establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual se divide en cinco grupos como se muestra en la Tabla 2 [19].

Tabla 1

Clasificación Toxicológica de los Agroquímicos

Clasificación De La OMS	Clasificación Del Peligro	Color De La Banda	DL50 (líquidos)		DL50 (sólidos)		Ejemplo
			Oral Mg/Kg	Dermal Mg/Kg	Oral Mg/Kg	Dermal Mg/Kg	
Clase OMS I a – Producto Sumamente Peligroso	Muy Tóxico	Rojo	> 20	> 40	> 5	>10	Bromuro de Metilo
Clase OMS I b – Producto Muy Peligroso	Tóxico	Rojo	20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 100	Chlorpyrifos
Clase OMS II – Producto Moderadamente Peligroso	Nocivo	Amarillo	200 a 2000	400 a 4000	50 a 500	100 a 1000	Bendiocarb
Clase OMS III – Producto Poco Peligroso	Cuidado	Azul	2000 a 3000	>4000	500 a 2000	>1000	Deltametrina
Clase OMS IV – Producto Que Normalmente No Ofrece Peligro	Cuidado	Verde	> 3000		>2000		Hidrametilnona

Nota. Clasificación de Toxicidad de cada Agroquímico usado en el cultivo de fresa. Adaptado de “Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios”, ILSI Argentina, 2012 [19].

2.3.1. Clasificación de peligro químico

Los productos químicos pueden causar diferentes tipos de efectos: explosión, incendio, enfermedad, contaminación del aire, etc. Cada producto puede tener el potencial de causar una o más consecuencias. Sin embargo, con fines ilustrativos, podemos clasificar las sustancias químicas en función de sus resultados, como se muestra en la Tabla 3 [20].

Tabla 2

Tipos de Peligros y sus Grupos

Peligro	Clasificación
Productos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Inflamables • Muy inflamable • Comburente • Oxidante • Explosivo • Corrosivo
Productos o sustancias nocivas para la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Tóxicos • Muy tóxicos • Nocivos • Sensibilizantes • Irritantes • Carcinógeno • Mutación • Tóxico para la reproducción • Desordenes endocrinos
	<ul style="list-style-type: none"> • Ecotóxicos • Contaminacion del agua

Productos o sustancias nocivas para el medio ambiente

- Contaminación del suelo
 - Contaminantes
 - Atmosféricos
 - Persistentes
 - Bioacumulativos
-

Nota. Clasificación de exposición de peligros de cada sustancia. Adaptado de I. N. de Ecología, “Tipos de peligros y su clasificación,” 2020 [20].

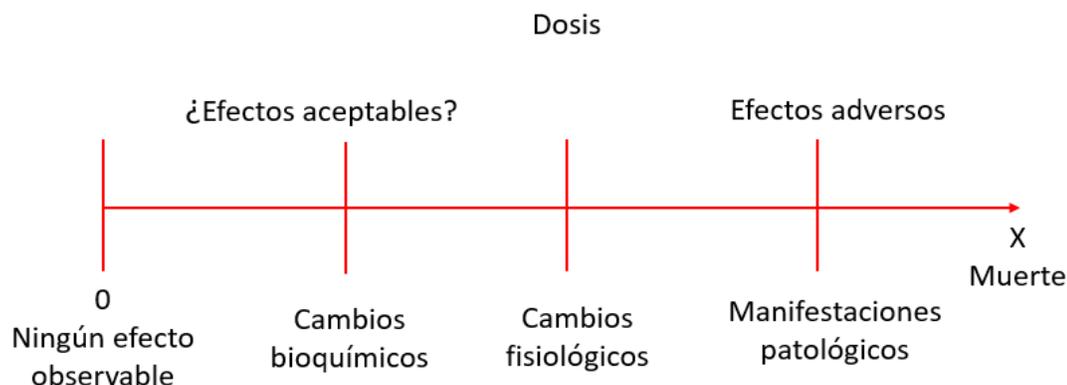
2.3.2. Gradiente de Toxicidad

Ante una sustancia potencialmente tóxica, dependiendo del nivel de exposición, podemos establecer un gradiente donde vemos que sin exposición (dosis cero) no hay efecto. Con un aumento de la dosis, puede comenzar a aparecer un efecto bioquímico, que se transforma en uno fisiológico con un mayor aumento de la dosis; sin embargo, no se notarán todos los efectos si no hay habilidades y herramientas para detectarlos.

Si el nivel alcanza un alto grado, que varían de una sustancia a otra, pueden aparecer síntomas clínicos, que indican la aparición de efectos negativos que conducen a enfermedades o enfermedades que no son diferentes; Obviamente, si la dosis es demasiado alta, puede ocurrir la muerte, como se muestra en la (figura 1) [20].

Figura 1

Gradiente de Toxicidad



Nota. Gradiente donde vemos la exposición dosis cero. Reproducida de Toxicidad, de Infoagro, 2020) [20].

2.4. Procesos de cultivo de fresa

Antes de plantar, es necesaria la preparación del suelo, el trabajo se realiza a una profundidad de 50 cm. Luego continúa con la introducción de materia orgánica (3 kg/m²) con un techo de 25 centímetros.

Por lo general, en pleno verano, se realiza la desinfección del suelo. El método más común es la solarización. En muchos lugares, este trabajo se realiza en los valles (10-25 cm de largo y 60-80 cm de ancho) que serán el área de plantación.

Por lo tanto, durante la fumigación, se utiliza para cubrir montículos, así como para instalar sistemas de riego locales. Por lo general, estas tareas se realizan simultáneamente mediante el uso de máquinas específicas. El material que se utiliza para hacer el acolchado suele ser polietileno negro. El propósito de esto es evitar el crecimiento de malezas, aumentar la temperatura de la zona de la raíz, evitar la evaporación del agua, el contacto de la fruta con el suelo y aumentar la probabilidad de una cosecha temprana.

Figura 2

Proceso en el Cultivo de Fresa



Nota. Cubrimiento de los cultivos con plástico para evitar crecimiento de malezas. Elaboración propia.

Una vez que el plástico está en su lugar, debe perforarse con un rodillo. De esta forma se prioriza la ventilación (ya que se debe liberar el gas generado en el proceso solar) y al mismo tiempo se indica la ubicación de las plantas. Finalmente, después de unas dos semanas, se empieza la siembra [21].

De esta manera, al momento de la siembra, es muy importante determinar el enfriamiento requerido de cada variedad, ya que un frío insuficiente resultará en un crecimiento deficiente de la planta, menor consistencia de la fruta y una vida útil corta después de la cosecha.

Por el contrario, la acumulación excesiva de frío conduce a rendimientos reducidos, un crecimiento vegetativo vigoroso y la aparición de corredores tempranos.

Sin embargo, las fresas necesitan acumular un rango de horas de frío (el número de horas varía según la variedad, aunque suelen empezar a acumularse a temperaturas inferiores a los 7

°C). Una vez que se ha acumulado la cantidad requerida de frío, estas plantas están listas crecer en el suelo definitivo [21].

Cabe señalar que las plantas se pueden colocar en las zanjas en una o dos filas. El espacio de plantación suele ser de 25-30 cm entre hileras y de 25-30 cm entre plantas. Después de plantar, es necesario regar varias veces para que las plántulas arraiguen bien [21].

2.5. Marco normativo

Las tablas 4 y 5 enumeran algunas normas nacionales e internacionales relacionadas con los peligros químicos para el medio ambiente y la salud humana. Las medidas se tomarán como muestra de estudio.

Tabla 3

Marco Legal Colombiano

Norma	Definición de medida	Expedición	Referencia
Decreto 1843 de 1991	Establecido por el Ministerio de Salud, gestiona el control y diagnóstico del uso y control de plaguicidas.	Ministerio de Salud.	[22]
Ley 1333 de 2009	En caso de que el medio ambiente sea afectado, la Ley 1333 de 2009, se aplicarán y harán cumplir las medidas preventivas y sancionadoras necesarias.	Congreso de la República de Colombia	[23]
Resolución 2075.	Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.	Secretaría General de la Comunidad Andina.	[24]
Resolución 693	Planes de manejo para la devolución de	El ministro de	[25]

de 2007.	productos plaguicidas posconsumo.	Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	
Resolución 00099 de 2000.	Normas para el uso, manejo y aplicación de insumos agrícolas por vía aérea y vial, en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca.	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	[26]
Resolución 1675 del 2013.	Plan de gestión para la devolución de productos plaguicidas posconsumo.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	[27]
Ley 822 de 2003.	Registro, control y comercialización de agroquímicos comunes en el territorio nacional.	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	[28]
Resolución 3497 de 2014.	Proceso de revalorización de plaguicidas químicos utilizados en la agricultura.	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	[29]

Nota. Normas nacionales de uso, manejo y control de los plaguicidas.

Tabla 4

Marco Legal Internacional

Norma	Descripción de la norma	Expedición	Referencia
Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas.	Directrices para el desarrollo de políticas sobre el manejo de plagas y pesticidas para apoyar la reducción de riesgos de los pesticidas y hacia la producción agrícola sostenible.	La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	[30]
NFPA (National Fire	704, Código que explica el diamante del fuego, que se utiliza para	Asociación Nacional de	[31]

Protection Association)	comunicar los riesgos de los materiales peligrosos.	Protección contra el Fuego	
Normas sanitarias para el uso de plaguicidas y vigilancia de trabajadores expuestos	Establecer herramientas para la prevención o detección temprana de daños a la salud de los trabajadores por exposición a plaguicidas.	Ministerio de Salud (Gobierno de Chile)	[32]
Decisión 804 (Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola).	Comisión de la Comunidad Andina.	Establecer los lineamientos y procedimientos armonizados para el registro y control de Plaguicidas.	[33]

Nota. Normas internacionales de uso, manejo y control de los plaguicidas.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

El área de estudio fue en la vereda Casas Nuevas del corregimiento Piedra de León, en el municipio de Sotará, ubicado hacia el oriente del municipio de Puracé y al occidente con El Cerró de Piedra de León, Cordillera Central entre las coordenadas geográficas ($2^{\circ}13'34.968''N$ $76^{\circ}34'07.572''W$) a una altura de 3000 m.s.n.m, con una temperatura de $14^{\circ}C$. Su productividad agrícola está basada cultivos de papa, olluco y fresa, por tal razón se pretende interactuar con los cultivadores, para la recolección de información validez y peso del proyecto a ejecutar [34].

Figura 3

Vereda Casas Nuevas del Corregimiento Piedra de León (Sotará Cauca)



Nota. Mapa de la vereda casas nuevas. Adaptada de Casas Nuevas, de Google Earth , 2023 [35].

3.1. Diseño experimental

Para los riesgos ambientales que presenta en la producción de fresa, se toma una muestra significativa de 12 fincas con 36 parcelas de cultivo de fresa y se calculó con una probabilidad de error del 5%, que se determina de la siguiente manera:

$$h = N / (p^2 (N-1) + 1) = 40 / (0,5^2(40-1) + 1) = 36 \text{ [36]}$$

h=muestra representativa.

36=número de parcelas a estudiar.

N=población total

p=probabilidad

Las parcelas dadas por la fórmula serán elegidas por la asociación de freseros de Sotará (Asofreso), se emplean criterios basados en la facilidad de acceso a la información.

- Manejo de agroquímico (cantidad y continuidad).
- Participación de los agricultores (hombres y mujeres) de fresa.
- Disponibilidad del servicio y acceso a la información solicitada.

3.2. Diagnóstico de los productos químicos utilizados en la zona de estudio.

3.2.1. Descripción de las fichas químicas

Se aplicó una búsqueda de información con las siguientes bases de datos, respecto a los riesgos ambientales que presenta la aplicación de agroquímicos en los cultivos de fresa. Se tuvo en cuenta la información de dichas bases de datos nacionales e internacionales como: Manual de Plaguicidas de Centro América [37], Contaminantes orgánicos Persistentes (COP) y Pesticidas

[38], The Agricultural Research Service (ARS) [39], EU Pesticide Database [40], para poder obtener información pertinente que pueda dar a conocer las propiedades de los agroquímicos.

Además, se organizaron visitas de campo y se realizaron encuestas a productores agrícolas (anexo 1), combinando un formato de elaboración de preguntas cerradas y abiertas para determinar qué tipo de agroquímicos se manejan, en qué cantidad y con qué frecuencia se suministran [29].

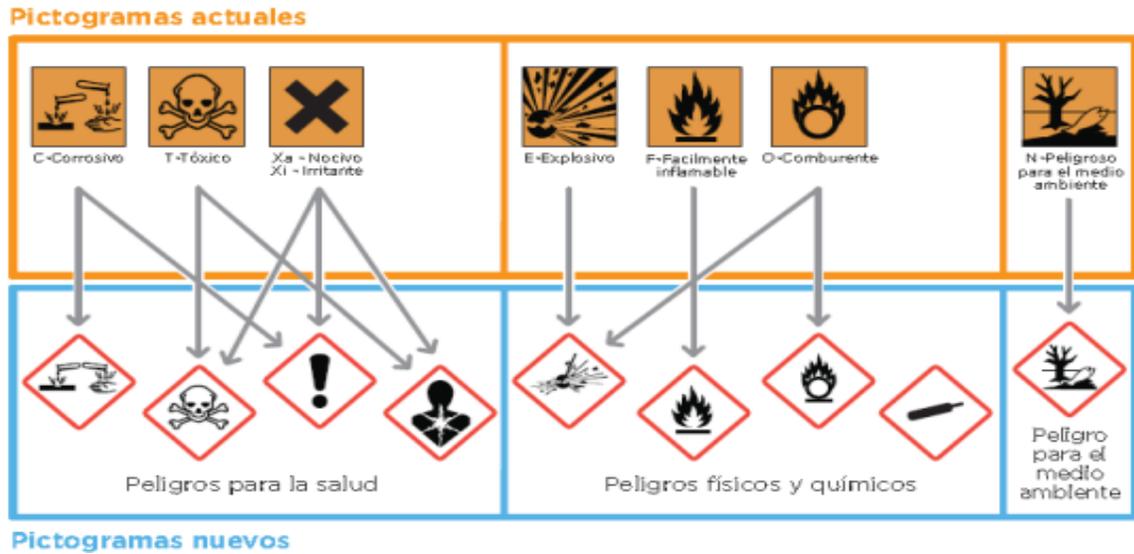
3.2.2. Clasificación química de los agroquímicos en uso.

Con los resultados de la búsqueda de información sobre la zona de estudio y los factores de riesgo ambiental relacionados con el uso de agroquímicos en el cultivo de fresa. Los riesgos asociados se identificaron mediante sus correspondientes pictogramas, por la clasificación, el color, frases R (riesgo), S (seguridad), como se puede observar en las figuras 4 [41] y 5 [31].

Además, se considerará la Norma NFPA 704[42] y el Decreto 1043 de 1991, Artículo 14 [22], que brindan información sobre los grupos tóxicos de plaguicidas ya sea en su composición o en alguno de los componentes de los mismos, tal como se muestra en la tabla 6.

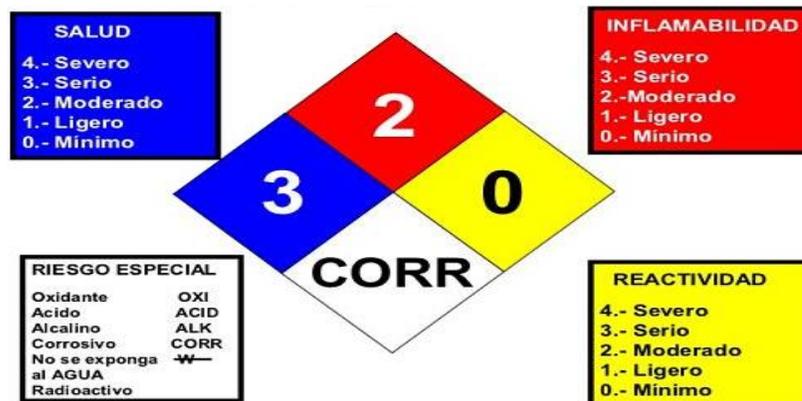
Con el reglamento (clasificación, etiquetado y envasado) CLP [43], se puede conocer la nueva estética de la forma del pictograma que es un diamante con un fondo blanco y bordes rojos. Estas son las estéticas que incluirán las imágenes en el nuevo tipo de material y la composición que se debe tener. Asimismo, las palabras de advertencia, las frases peligro y las declaraciones de prevención cambian, como se puede ver en la (figura 6) [44].

Figura 4
Pictogramas de Seguridad Antiguos



Nota. Reglamento sobre clasificación y etiquetado. Reproducida de Pictogramas Actuales y Nuevos, de Jorge Pascual del Rio, 2011 [41].

Figura 5
Pictogramas de Peligro



Nota. Diamante de fuego para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. Reproducida de Pictogramas de Peligro, de La NFPA, 2020 [31].

Figura 6

Pictogramas de Seguridad Nuevo



Nota. Nuevo etiquetado para sustancias y mezclas. Reproducida de Pictogramas de Seguridad, de la NFPA, 2016 [44].

Tabla 5

Categoría Toxicológica

Categoría	Denominación	Color de etiqueta	Símbolo
I	Extremadamente Tóxico	Rojo	Veneno y calavera
II	Altamente Tóxico	Amarillo	Veneno y circulo amarillo

III	Moderadamente Tóxico	Azul	Circulo azul
IV	Ligeramente Tóxico	Verde	Precaución

Nota. Clasificación toxicológica de los agroquímicos: sumamente peligroso (Ia), muy peligroso (Ib), moderadamente peligroso (II), poco peligroso (III) y productos que normalmente no ofrecen peligro (IV) [22].

3.3. Valoración del nivel de riesgo ambiental que generan los agroquímicos por el cultivo de fresa.

3.3.1. Estimación del riesgo ambiental.

En la valoración se tomaron dos pasos; El primero utilizará métodos estadísticos para evaluar el nivel de riesgo de residuos de plaguicidas en las plantas de hortalizas durante la aplicación, así como para estimar la liberación de productos químicos en el suelo. En el segundo nivel se hicieron valoraciones por los diferentes agroquímicos utilizados en el cultivo para poder definir riesgos sobre el ambiente [45].

3.3.1.1. Nivel I

Los modelos estadísticos como el modelo IRR, el modelo GUS y el coeficiente de riesgo se utilizaron para evaluar las propiedades físicas y químicas, los efectos residuales y la toxicidad de los productos químicos agrícolas que liberan al medio ambiente [45].

3.3.1.1.1. Cociente de riesgo

El riesgo (RQ) se calculó de acuerdo con el RQ's que se calcula utilizando una mezcla de pesticidas que afectan a otros organismos infecciosos y se compara con la concentración ambiental calculada del insecticida venenoso (CAE). En el campo del medio ambiente. El valor RQ resultante se comparó con el nivel de estrés (LOC). Estos LOC's se utilizan para diferentes grupos de organismos según el tipo de resultado que se esté midiendo [45].

3.3.1.1.2. Modelo Gus

La interpretación para este parámetro es relacionando la persistencia y las características físicas y químicas.

Se desarrolló un modelo matemático para tratar de predecir la lixiviación de las aguas subterráneas, ya que la lixiviación tiene un gran impacto en el suelo y es un problema ambiental, el plaguicida puede dejar la zona a de las aguas subterráneas, por lo que se incluyen dos etapas: una de movilidad, K_{oc} . (Coeficiente de adsorción de carbono orgánico) y otro valor de persistencia, la vida media en el suelo (DT50), a partir del cual se puede calcular la cantidad en agua subterránea [45].

3.3.1.1.3. Modelo IRR

El modelo IRR es un modelo con el que se determina el nivel de riesgo de residuos tóxicos se puede evaluar y está determinado por dos factores principales; La primera describe la cantidad de plaguicidas utilizados en la agricultura por agricultor y se denomina concentración de plaguicidas (C) y la otra, relacionada con el cambio normativo, muestra la probabilidad de uso de plaguicidas en los cultivos (PC) y la determina las propiedades químicas y biológicas de compuestos relacionados con grasas y proteínas vegetales.

Los valores de PBCP y PBCL son un indicador de la probabilidad de que un pesticida esté en la planta, directamente relacionado con el valor de Kow de cada pesticida [45].

3.3.1.2. Nivel II

Se realizó una valoración de los riesgos por los diferentes agroquímicos utilizados en los cultivos, para esto se tendrá en cuenta la Guía Matricial de Riesgos Ambientales, donde se hacen evaluaciones preliminares del ecosistema, por lo tanto, es posible determinar el nivel de riesgo a través de matrices que ayuden a identificar, analizar y estimar la exposición en el ambiente, esto a través de los rangos establecidos para estimar el riesgo ambiental [12].

3.4. Formulación de medidas para la prevención y control de riesgos ambientales ocasionados por el uso de agroquímicos en el cultivo de fresa en el corregimiento de Piedra de León.

Las medidas de prevención y protección del medio ambiente se establecerán de acuerdo con la Ley 1843 del año 1991, relacionada con el uso y mantenimiento de plaguicidas [22]. También, se empleará la Resolución 1675 de 2013 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que asegura que se utilizará lo que estará en los planes de devolución de plaguicidas usados [27].

Mediante la guía ambiental hortofrutícola de Colombia, en la que hace parte el cultivo de fresa en diversos municipios del país, se formularon medidas y criterios de prevención, control y mitigación ambiental a los productores de fresa, con el fin proteger, preservar y recuperar

ecosistemas afectados y de conservación, ya que son de gran importancia ambiental [11]. Como se propone en la tabla 7.

Se creó una cartilla informativa para los cultivadores de fresa, con el fin de promover buenas prácticas agrícolas, asimismo, la prevención y control ambiental de los agroquímicos.

Tabla 6

Matriz de Métodos, Procedimientos y Acciones Para Proteger el Medio Ambiente

Etapa del cultivo	Aspecto	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Siembra.	Siembra inadecuada.	Evitar la siembra en épocas de lluvias intensas.	Buen anclaje de la planta para evitar encharcamiento.	Uso de prácticas de conservación de suelos como uso de coberturas nobles.
Control de malezas	Uso inadecuado de plaguicidas.	Programa de manejo integrado de arvenses.	Uso de barreras vivas.	Utilización de abonos verdes y prácticas de conservación.
Fertilización de cultivo	Uso inadecuado de fertilizantes.		Uso de fuentes simples.	Desarrollo de procesos de remediación de suelos y fuentes de agua.
Residuos de plaguicidas	Inadecuado uso de residuos de cosecha y postcosecha.	Capacitar a los productores en las normas ambientales de manejo y disposición final de residuos.	Reciclaje adecuado y almacenamiento.	Recolección y adecuada disposición final.

Nota. Acciones de mitigación y protección al medio ambiente. Adaptado de “Guía Ambiental Hortofrutícola de Colombia”. M. Lopera, J. Homez, M. Ordoñez, H. Pabon, A. Martinez, and M. Figueroa, 2009 [11].

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

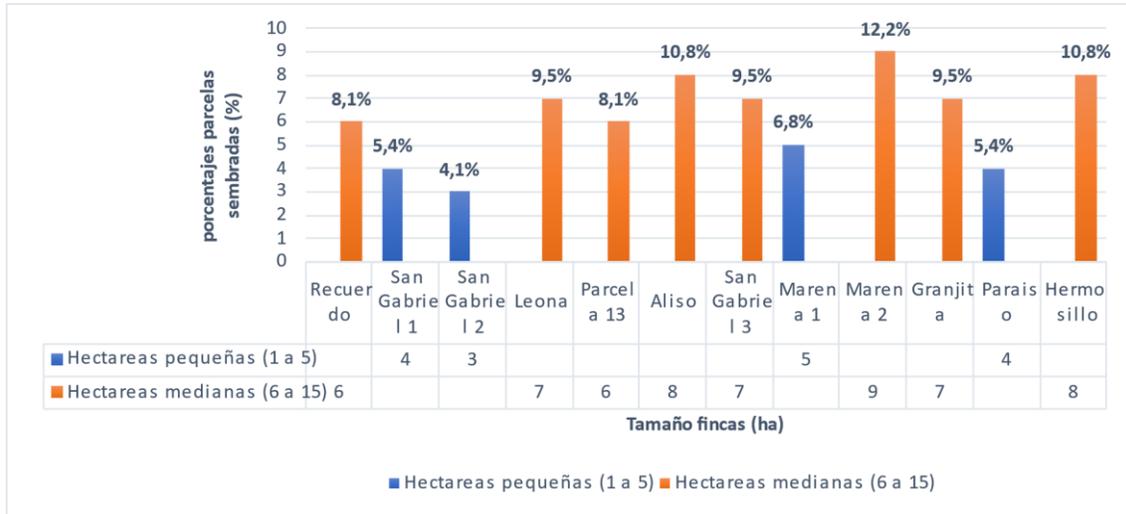
4.1. Reconocimiento y caracterización sociodemográfica en el área de estudio del corregimiento de Piedra de León (Sotará-Cauca).

Durante la visita al corregimiento de Piedra de León (Sotará - Cauca), se hizo un recorrido a la vereda de Casas Nuevas, donde se tomaron 12 fincas de muestra, se encontraron 40 personas para realizar las encuestas. Los principales problemas ambientales y otros problemas que afectan la salud de los agricultores son causados por el inadecuado y excesivo uso de productos químicos agrícolas utilizados para combatir insectos y otros para fertilizar las plantas de fresa.

Cabe destacar que las 12 fincas elegidas por la asociación de freseros de Sotará (Asofreso), en la vereda Casas Nuevas, llevan más de 25 años utilizando agroquímicos. La clasificación de las parcelas se determina por área, tomando pequeños productores con un área de 1 a 5 ha, medianos productores de 6 a 15 ha y grandes productores de 15 ha en adelante. Las zonas cultivadas en fresa en la finca la Marena 2 represento un 12,2%, la cual obtuvo el mayor porcentaje de todas las fincas con respecto al número total de hectáreas sembradas, y con un 10,8% las fincas el Aliso y Hermosillo, en la finca la Leona, San Gabriel 3 y la Granjita con el 9,8% y por últimos las fincas el Recuerdo, Parcela 13, la Marena 1, San Gabriel 1, el Paraíso y San Gabriel 2 encontramos porcentajes menores al 8,1% como se muestra en la (figura 7).

Figura 7

Parcelas Sembradas de Fresa en las 12 Fincas de la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca)

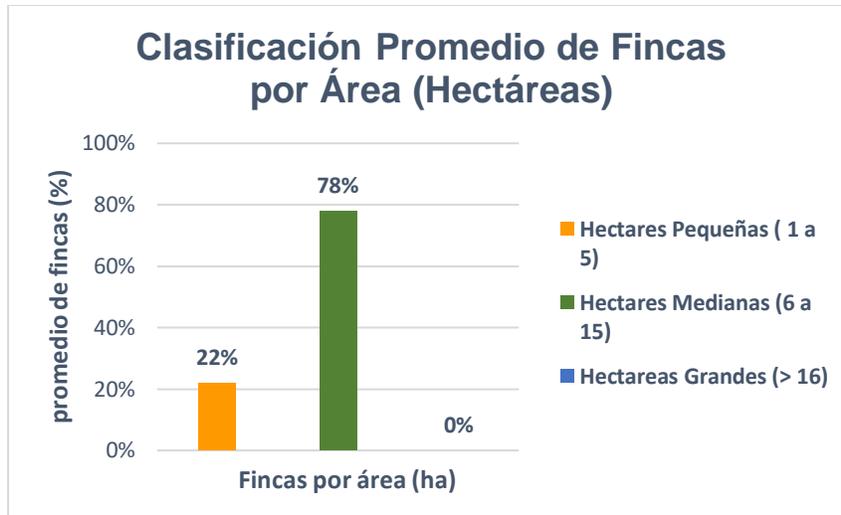


Nota. Tamaño de las 12 fincas estudiadas. Elaboración propia.

Gracias a las encuestas se puede demostrar que la mayoría de las fincas tienen una superficie de 1 a 9 hectáreas. De 12 fincas, 4 son de pequeños productores y los 8 restantes son de tamaño mediano. Con esta información se puede deducir que la mayoría de los encuestados tienen parcelas mayores de 1 ha y menores de 10 ha y no se encontraron fincas grandes, como se muestra en la (figura 8).

Figura 8

Clasificación Promedio de Fincas por rea (Hectáreas)



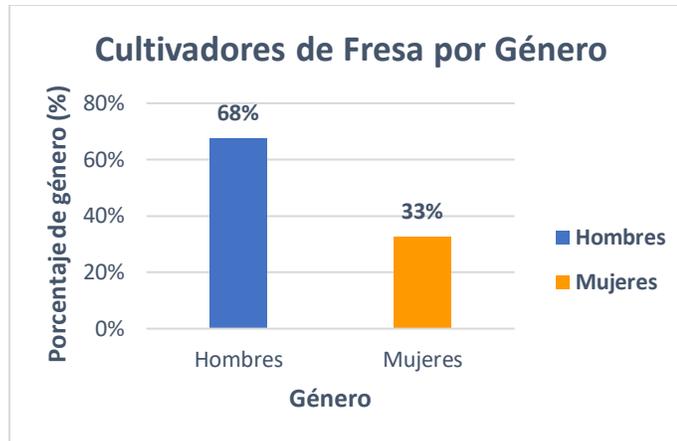
Nota. Clasificación por área de las fincas. Elaboración propia.

4.1.1. Actividades agrícolas por género.

Según la encuesta que se realizó a las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas del corregimiento Piedra de León, se logró observar que el porcentaje de género para productores y agricultores es de 68% para agricultores hombres y el 33% son mujeres, como se muestra en la (figura 9). Por lo tanto, las mujeres se están integrando cada día más a las actividades agrícolas.

Figura 9

Cultivadores de Fresa por Género



Nota. Clasificación de género de los cultivadores. Elaboración propia.

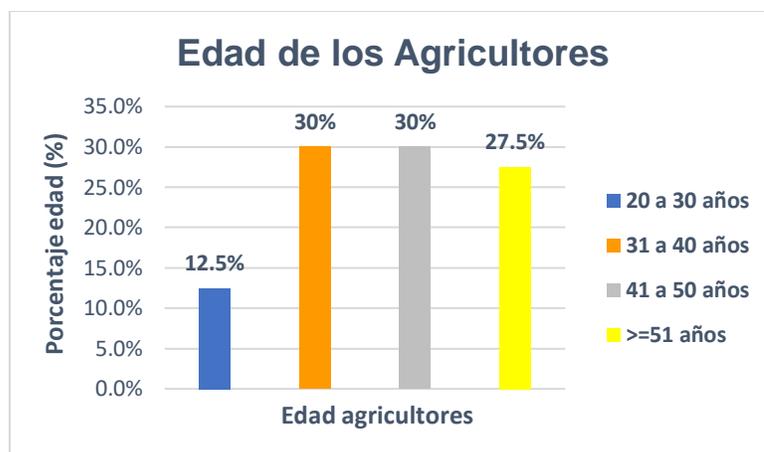
4.1.2. Categorización de productores de fresa por la edad.

En la vereda Casas Nuevas, se encuentran campesinos de entre 20 y 51 años en adelante; el 30% son personas entre los 31 a 40 años los cuales son agricultores independientes que se dedican al cultivo de fresa. También, se encuentran personas entre 41 a 50 años los cuales tienen un 30%, con un 28% se encuentran las personas mayores de 51 años en adelante y finalmente las personas entre los 20 a 30 años con un 12%, como se puede observar en la (figura 10).

Estos trabajadores se encargan de preparar y desinfectar el suelo, así como de sembrar, abonar y cosechar.

Figura 10

Porcentajes de Edad de los Agricultores



Nota. Clasificación de edad de los agricultores. Elaboración propia.

4.2. Diagnóstico de los productos químicos utilizados en el área de estudio.

4.2.1. Identificación del grupo químico de productos químicos utilizados para el cultivo de fresa.

Se hizo un registro de las sustancias utilizadas en las fincas de la vereda Casas Nuevas de los cultivos de fresa para poder identificar los grupos químicos. Asimismo, se tuvieron en cuenta todos los plaguicidas utilizados por los agricultores, sustancias utilizadas para el control, combate y prevención de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas como se muestra en la (figura 11); Los más comunes son insectos, hongos, bacterias, pequeños mamíferos, aves e incluso otras plantas y animales.

Figura 11

Fumigación en el Cultivo de Fresa



Nota. Proceso de aplicación de los agroquímicos para el control y prevención de plagas y enfermedades de los cultivos. Elaboración propia.

Por esta razón, dichas sustancias llegan a tener un gran impacto al aire, suelo, agua y seres vivos si no se tiene un uso adecuado. Cabe mencionar que en la mayoría de los casos se están aplicando mezclas de más de 5 productos los cuales tienen un alto poder residual.

De esta manera, se encontraron varios agroquímicos que se utilizan para el cultivo de fresa. En la (figura 12) se pueden observar los resultados de la identificación de estas sustancias.

Con un porcentaje del 39 % de otros (abonos y fertilizantes); los mismos ayudan a nutrir y mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo en el cultivo de fresa. También se encontraron plaguicidas de los grupos químicos organofosforados con un porcentaje de 9%.

Para el grupo de los organofosforados se encontró un porcentaje del 9%. Los organofosforados incluyen un gran grupo de compuestos sintéticos de diversa complejidad. Son ésteres del ácido fosfórico y sus derivados, y comparten las mismas propiedades farmacológicas

básicas y comunes de inhibición de enzimas con actividad esteárica, más precisamente, inhibición de la acetilcolinesterasa [46].

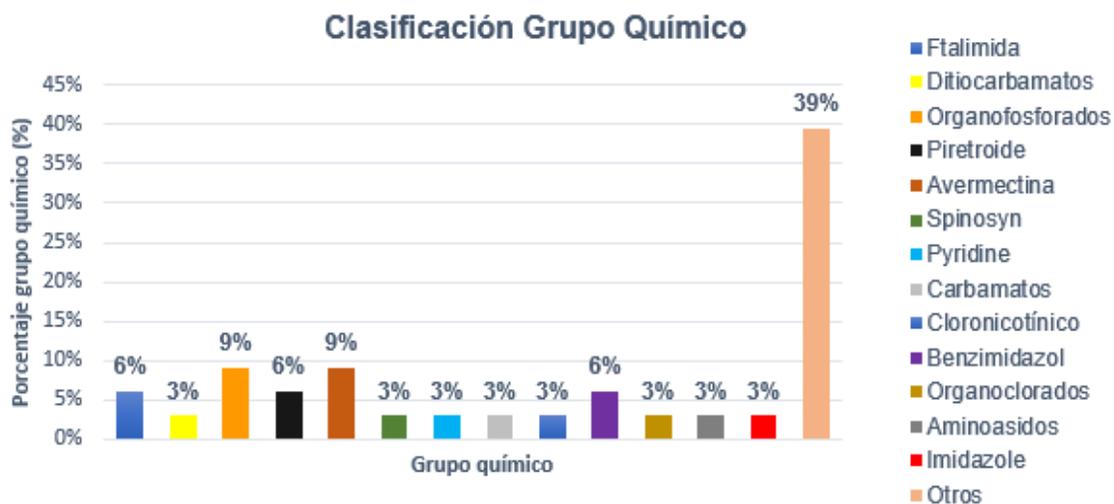
El envenenamiento humano ocurre a través del contacto con la piel, la inhalación o la ingestión de pesticidas que contienen estos compuestos ya sea en forma ocupacional, accidental o voluntaria. La práctica clínica depende de la vía de entrada, la dosis, el tipo de compuestos organofosforados y la exposición humana. Los síntomas se pueden ver en los sistemas digestivo, respiratorio, nervioso, cardíaco, muscular y de la piel [47].

De los grupos ftalimida y piretroides, se obtuvieron porcentajes del 6%. Los piretroides son generalmente más tóxicos para los insectos y los mamíferos y duran más en el medio ambiente que la piretrina. Se han desarrollado más de 1000 piretroides sintéticos, los piretroides se liberan principalmente al aire debido a su uso como plaguicidas, la lluvia y la luz solar ayudan a degradar los residuos que quedan en el aire, que no se descomponen rápidamente [48].

Existen varias maneras en las que se puede estar expuesto a estas sustancias, la más común es a la hora de ingerir alimentos contaminados, otra forma cuando se respira aire que contiene estas sustancias y esto sucede al instante en el que se use el agroquímico, después de rociar estos productos se pueden penetrar en la piel [49]. En un último informe del departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) indicó que de enero a septiembre de 2018 se presentaron 363 casos de intoxicación aguda por plaguicidas (IAP), con un total de 65,8% de toxicidad tipo III- (levemente peligroso) y tipo IV (generalmente no peligroso). Los principales grupos químicos asociados a IAP en todos los casos son: piretroides (35%), organofosforados (28,1%) y carbamatos (4,1%) [50].

Figura 12

Clasificación de Agroquímicos por Grupo Químico



Nota. Grupo químico de los plaguicidas utilizados. Elaboración propia.

En las fincas también se encontraron agroquímicos de los grupos carbamatos, organoclorados, pinosyncon, pyridine, benzimidazol, aminoácidos, avermectina entre otros con porcentajes del 3% cada uno. Los carbamatos y los compuestos organoclorados son compuestos químicos sintéticos de amplio espectro cuyas propiedades únicas son la estabilidad química, la solubilidad en aceite y la insolubilidad en agua [51].

De igual forma, estas sustancias son consideradas muy tóxicas, y se acumulan en el tejido adiposo con efectos negativos a largo plazo en los seres vivos, incluido el ser humano, es importante recalcar la importancia y el daño que ocasiona el uso excesivo de estas sustancias [46].

Cuando contaminan el medio ambiente, los alimentos vegetales y animales para el consumo humano, son peligrosos para la salud pública, afectan a los peces y ponen en peligro su salud; los

factores que afectan la eficacia de los plaguicidas en los organismos acuáticos: salinidad del sistema de agua, temperatura, tamaño y caudal de agua del mismo sistema [46].

Por ello, varios estudios coinciden en que, debido al uso excesivo de organoclorados como el Teklor 525 SC afectan a muchas aves, salvajes y domésticas, se han obtenido resultados negativos que muestran cambios en la cáscara de sus huevos [51].

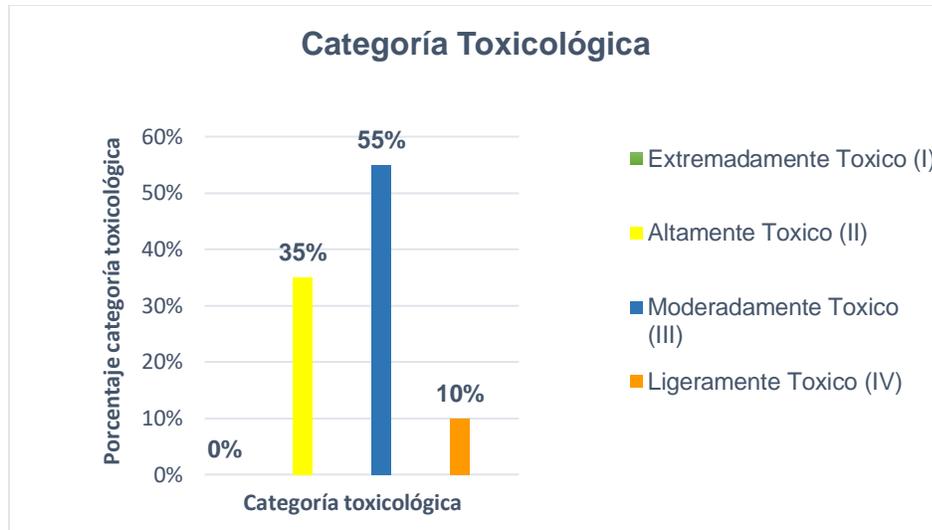
4.2.2. Propiedades químicas y toxicológicas de los agroquímicos en el área de estudio.

Se realizó un análisis de las fichas técnicas y la seguridad de los plaguicidas que utilizan los agricultores en las fincas, la toxicidad de los plaguicidas es el tema central, las características que permiten conocer sobre su peligrosidad. Los pesticidas de clase I y II se consideran los más peligrosos para la salud humana debido a su alta toxicidad.

En las fincas se encontró que el 55% de plaguicidas que se utilizan son moderadamente peligrosos III entre estas sustancias se encontró el orthocide 50 WP, cabrio® Top WG, fosetyl 80 WP, rutinal, cantus® WG el karate zeon entre otros, el 35% son sustancias altamente peligrosas II como la Cipermetrina, los clorpirifos S 480, el pyrinex® 25 CS, maestro, sofarin y el teklor y por último el 10% son sustancias ligeramente peligrosas IV como el milbcknock 1 EC y el exalt. En las fincas no se encontraron sustancias extremadamente peligrosas I, como se muestran en la (figura 13).

Figura 13

Promedio de la Categoría Toxicológica de los Agroquímicos



Nota. Determinación de toxicidad de los plaguicidas. Elaboración propia.

Las sustancias moderadamente tóxicas tienen efectos oculares que producen irritación reversible en 7 días o menos, mientras que los efectos de las sustancias altamente tóxicas persistentes de 8-21 días, también causan efectos dérmicos con irritación moderada a las 72 horas. Para las sustancias ligeramente peligrosas no hay mayor irritación y los efectos oculares desaparecen en menos de 24 horas, en los efectos dérmicos hay una irritación leve a las 72 horas [52].

En el año 2005, la Dirección Departamental de Salud del Putumayo-Colombia, reveló la intoxicación causada por plaguicidas en 145 personas. Se enfatizó que la duración promedio de exposición a pesticidas fue de nueve años para hombres y 5,9 años para mujeres, lo que se considera una exposición crónica que puede desencadenar efectos a largo plazo. Además, 45,6 trabajadores reportaron fumigar al menos dos veces por semana y un promedio de 7,3 horas al día, aumentando la exposición a los plaguicidas utilizados [53]. Estos casos hacen que los

agricultores tomen medidas de bioseguridad siendo necesario que desarrollen una cultura de protección para poder reducir los riesgos.

En Los daños ocasionados por los residuos de plaguicidas se encuentran los liposolubles, que son capaces de degradarse lentamente y se concentran en los tejidos grasos de los organismos y los hidrosolubles que contaminan las aguas subterráneas [54].

La alteración ambiental que ocurre, por ejemplo, al eliminar las malas hierbas acuáticas con la que se produce una desoxigenación del agua y es una amenaza para los peces o también la eliminación de malas hierbas terrestres y posibilitan alteraciones de la vida salvaje [54].

El riesgo de que los plaguicidas entren en el ambiente depende de muchos factores: Tiene las sustancias tóxicas, la cantidad utilizada, el tipo de composición, el método y tiempo de uso, y, sobre todo, su movimiento y persistencia [55].

4.2.3. Categorización toxicológica ambiental de la vereda Casas Nuevas del corregimiento Piedra de León.

En la zona de estudio se genera un alto índice de uso de agroquímicos y esto contrae grandes afectaciones ambientales, ya que varios de los plaguicidas utilizados en los cultivos de fresa contienen sustancias peligrosas que afecta la fauna y flora de la región del corregimiento Piedra de León (Sotará- Cauca). Por este motivo se llevó a cabo una clasificación de categoría toxicológica ambiental dentro de estos entornos, y así determinar qué factores se encuentran en mayor riesgo y cuáles pueden afectar las condiciones de un ecosistema [56].

En la vereda Casas Nuevas (zona de estudio), se obtuvo que el 55% de afectación por parte de los plaguicidas es para los organismos acuáticos de la zona como se muestra en la

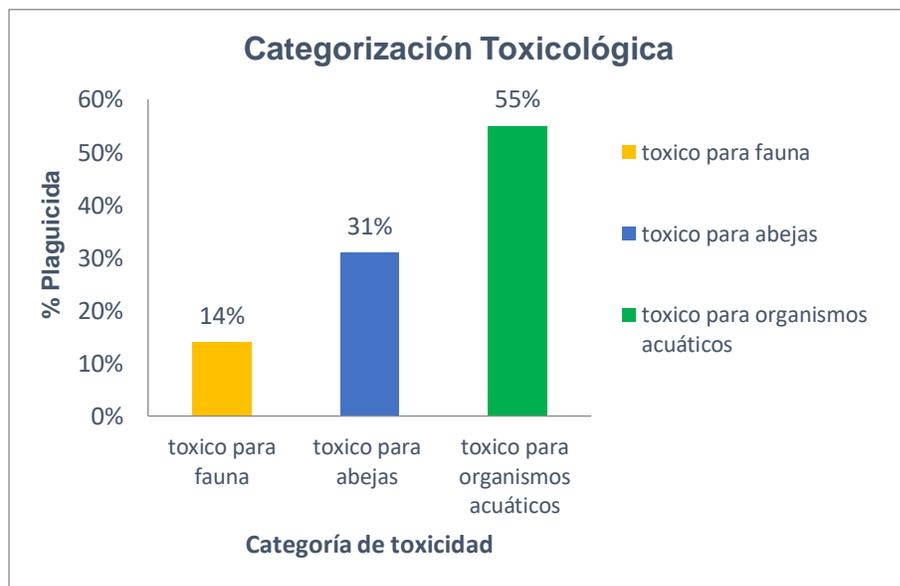
(figura 14), los cuales sufren la mayor afectación debido al uso excesivo de sustancias que contienen características tóxicas para los seres vivos y en especial en los sistemas híbridos.

En la región hay un uso intensivo de plaguicidas que generan un impacto negativo a especies de la zona, tanto como para fauna como para insectos himenópteros, ya que hay una elevada permanencia de sustancias tóxicas del 31%, lo que significa que pueden afectar el entorno natural y haber cambios en el ecosistema, debido a que puede haber alteraciones en la cadena alimenticia, afectando así a las especies e incluso la desaparición de estas [57].

Asimismo, para la fauna y aves se presenta un riesgo del 14%, debido a que hay un bajo uso de plaguicidas, por lo cual existe un bajo riesgo que afecta esta especie. Respecto a las anteriores categorías toxicológicas de la vereda Casas Nuevas la mayor toxicidad se da en los organismos acuáticos, por lo tanto, es de vital importancia aplicar medidas preventivas que mitiguen y minimicen este impacto ambiental.

Figura 14

Caracterización Toxicológica Ambiental Promedio de Agroquímicos



Nota. Datos de sustancias peligrosas que afectan la fauna y flora de la región. Elaboración Propia.

4.2.4. Frases de riesgo específicas de las sustancias presentes en los agroquímicos usados en la zona de estudio.

Plaguicidas utilizados en la zona de estudio: en la vereda Casas Nuevas se encontraron resultados de frases de riesgo (figura 15) con porcentajes de un 26% con relación a la frase **R51**, lo cual evidencia la toxicidad para especies acuáticas y la contaminación en los sistemas hídricos de la zona, lo que ocasiona la muerte de peces y al tiempo afectando la cadena trófica.

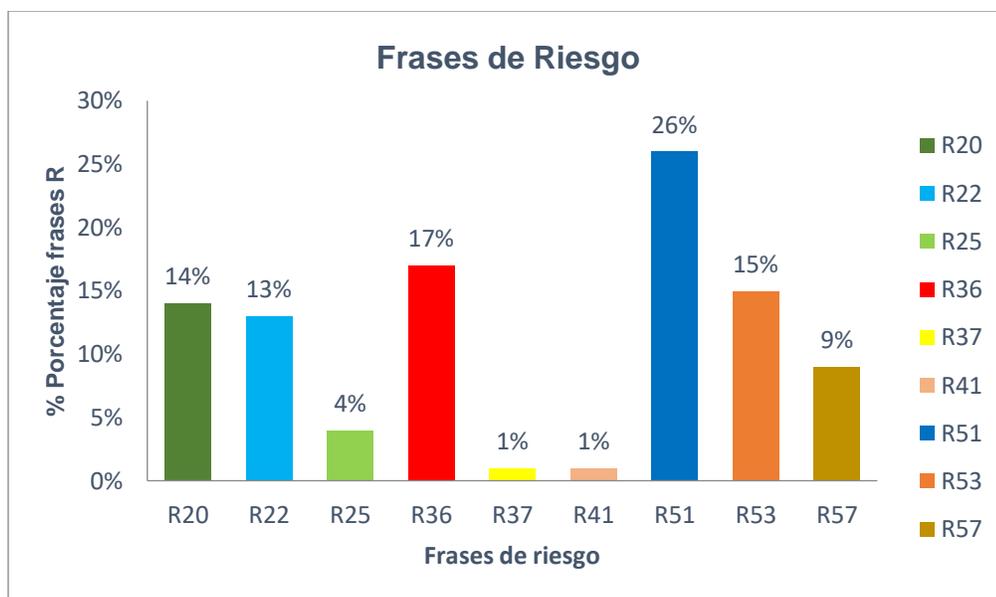
Asimismo, se determinó los efectos negativos que se pueden presentar en el medio ambiente acuático a largo plazo por medio de la frase **R53**, con un porcentaje del 15%, lo cual significa que por el alto uso de agroquímicos en un futuro puede provocar daños en el medio ambiente acuático.

También, se encontraron sustancias **R36** con un 17%, que puede causar irritación en los ojos por la manipulación de dichas sustancias y con un 13% **R22**, la cual provoca daños a la salud por ingestión.

En la investigación se encontró el uso de plaguicidas **R20** con un 14% lo que conlleva a una intoxicación al ser inhalado. Además, se caracterizaron sustancias con toxicidad de un 9% con la frase **R57** que indica la toxicidad para abejas, igualmente se halló la frase **R25** con porcentajes de 4% causando toxicidad por ingestión [58].

Figura 15

Frases de riesgo de los plaguicidas utilizados



Nota. Riesgos que se presentan por el uso de agroquímicos. Elaboración propia.

4.2.5. Frases de seguridad específicas de las sustancias presentes en los agroquímicos usados en la zona de estudio.

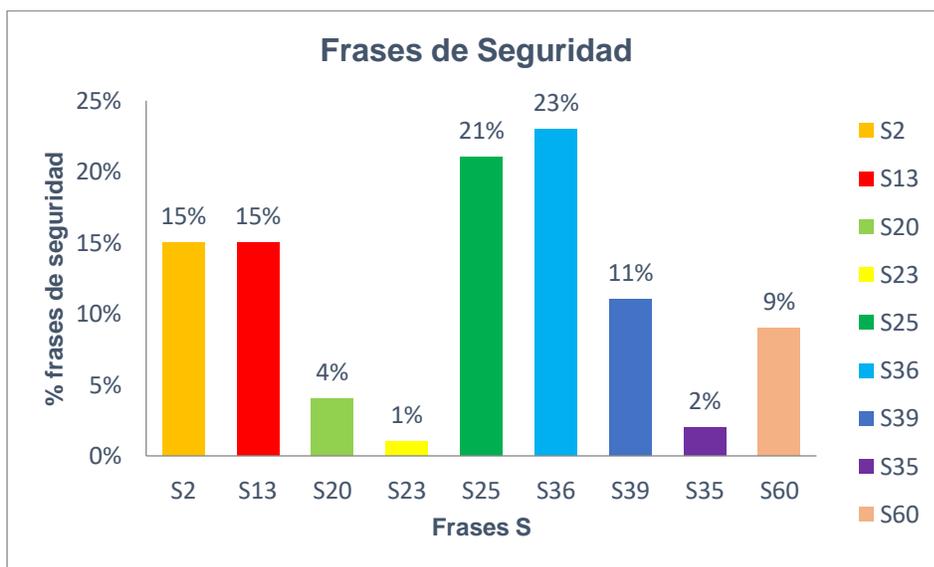
Las frases o fichas de seguridad muestran la información sobre la utilización del producto en condiciones de seguridad. Dichas fichas se deben suministrar a los empleadores, responsables agrícolas y extensionistas, así como a los dirigentes de la comunidad. Esas fichas de datos contienen una información detallada esencial con respecto a la identidad y clasificación del producto y así evitar riesgos para la salud y el ambiente [59].

Resulta importante decir que para el manejo de las sustancias utilizadas en los cultivos de fresa se logró establecer, a través de las fichas de seguridad de cada plaguicida el riesgo y prevenciones. De acuerdo con los datos obtenidos en las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas (zona de investigación), el mayor porcentaje es de las sustancias con frase S36 con un promedio

del 23% la cual indica el uso de indumentaria protectora adecuada para la aplicación (figura 16). De igual forma, con porcentajes del 20% se encontró la frase S25 lo que significa que se debe evitar el contacto con los ojos, como también el S2 y S13 con un 15% lo cual se recomienda estar fuera del alcance de los niños y mantener lejos de alimentos, bebidas y piensos [60].

En la zona de estudio se hallaron frases S39 con un 11%, que determina el uso de protección para la cara y ojos por la toxicidad de las sustancias, con un 9% de la frase S60 que indica la eliminación del producto y su recipiente como residuos peligrosos y con un 4% se refleja la frase S20 previniendo no comer ni beber durante su utilización [60].

Figura 16
Frases de Seguridad de los Plaguicidas Utilizados



Nota. Datos de seguridad para tener en cuenta al momento de utilizar agroquímicos. Elaboración propia.

4.3. Estimación del nivel de riesgo ambiental de la zona de estudio.

Para la estimación del nivel de riesgo ambiental en la zona de estudio se tuvo en cuenta 4 indicadores: Cociente de Riesgo, modelo GUS, modelo IRR y para la complementación del estudio se aplicó una **guía matricial de riesgos ambientales** [12]. Lo anterior se generó a partir de la información recolectada mediante encuestas que se realizaron a los agricultores de la vereda Casas Nuevas del corregimiento Piedra de León (Sotará - Cauca).

4.3.1. Estimación ambiental por medio del Cociente de Riesgo.

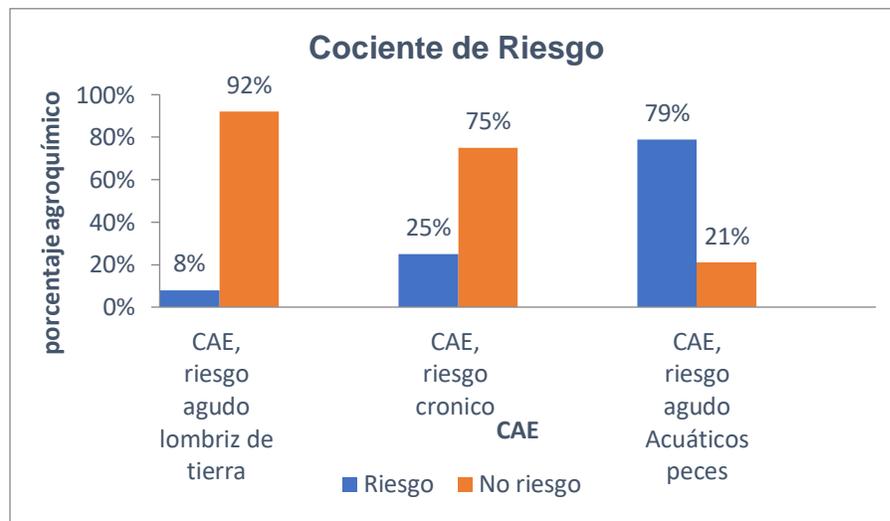
Aplicando el Cociente de Riesgo (QR) se realizó una relación utilizando la concentración del plaguicida que causa efectos sobre determinados organismos sensibles y la concentración ambiental estimada del plaguicida (CAE), con esta variable se da conocer el nivel de riesgo ambiental en el suelo y en el agua.

En la (figura 17) se logró observar que en el cultivo de fresa se emplean diferentes agroquímicos, de los cuales se buscó información de 24 sustancias y con los datos obtenidos se realizó el cálculo del cociente de riesgo, donde se tuvo en cuenta características fisicoquímicas, como la solubilidad, vida media, absorción y la categorización toxicológica de cada agroquímico. De acuerdo con la información considerada en las fichas técnicas, sobre las características eco toxicológicas, se tuvo en cuenta variables como EC50 (mg de ingrediente activo /L), considerando que entre más alta sea la concentración del contaminante, más bajo será el valor del EC50, es así como en el estudio realizado se obtuvo como resultado un alto riesgo de toxicidad para el sistema ecológico en agroquímicos como el pyrinex y cipermetrina con 0,0001

mg/l, exalt 0,019, entre otras sustancias. Asimismo, en el Lc50 se presentaron valores menores a 1 lo que indica un alto riesgo de toxicidad para especies acuáticas [61].

A partir de las sustancias se obtuvo que el 79% causa un riesgo agudo en especies acuáticas y un 21% no genera un alto riesgo. Para el estudio de riesgo crónico en especies terrestres se tuvo un porcentaje del 75% el cual no genera riesgo y un 25% genera riesgo. Asimismo, se determinó el valor lombriz de tierra, de los cuales el 92% no produce riesgo y el 8% produce riesgo.

Figura 17
Cociente de Riesgo, Vereda Casas Nuevas



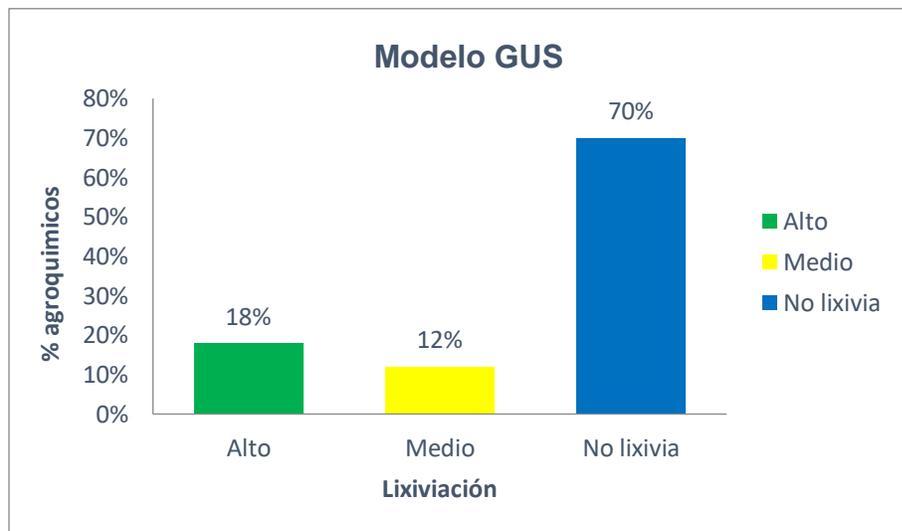
Nota. Clasificación de riesgo en suelo y agua. Elaboración propia.

4.3.2. Estimación de Riesgo de lixiviación mediante el modelo Groundwater Ubiquity Score (GUS) en las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas.

En el modelo matemático GUS (figura 18), se evaluaron 12 fincas de la vereda Casas Nuevas, en las cuales se obtuvieron índices de riesgo de lixiviación en aguas subterráneas. En esta vereda se obtuvo un resultado del 18% (alto), lo que permite identificar que solo una parte de los agroquímicos usados para el cultivo de fresa generan peligro de lixivados. También, se encontró un valor medio de lixivados del 12% y un 70% que no producen riesgo de lixivados en los agroquímicos utilizados, en lo cual se deduce que la mayoría de las sustancias utilizadas no afectan el sistema hídrico subterráneo.

Figura 18

Estimación de Riesgo Mediante el Modelo GUS



Nota. Porcentaje de lixiviación de cada agroquímico utilizado. Elaboración propia.

Acorde a los resultados del método GUS (figura 18), el promedio de lixiviación es del 30% y no lixiviación del 70% respecto a las 12 fincas en la zona de estudio, permitiendo conocer que estos tienen poca afinidad de sus partículas con la materia orgánica. Se evaluaron variables como DT50 y KOC obtenidas a partir de las fichas técnicas de cada plaguicida, teniendo en

cuenta el rango de lixiviación del modelo GUS, donde los valores $\geq 2,8$ presentan un nivel alto, $> 1,8$ y $< 2,8$ nivel medio y $< 1,8$ no lixivian. El rango de estos resultados demuestra que hay una mínima infiltración al subsuelo, también se realizó una comparación con el estudio “Evaluación del movimiento de plaguicidas hacia la cuenca del Lago de Tota, Colombia”, en el cual se evidenció mediante un análisis que los agroquímicos más usados como la cipermetrina y el clorpirifos, presentan un bajo riesgo de lixiviación, lo cual nos indica un riesgo bajo para las aguas subterráneas, debido a su bajo coeficiente de absorción [62].

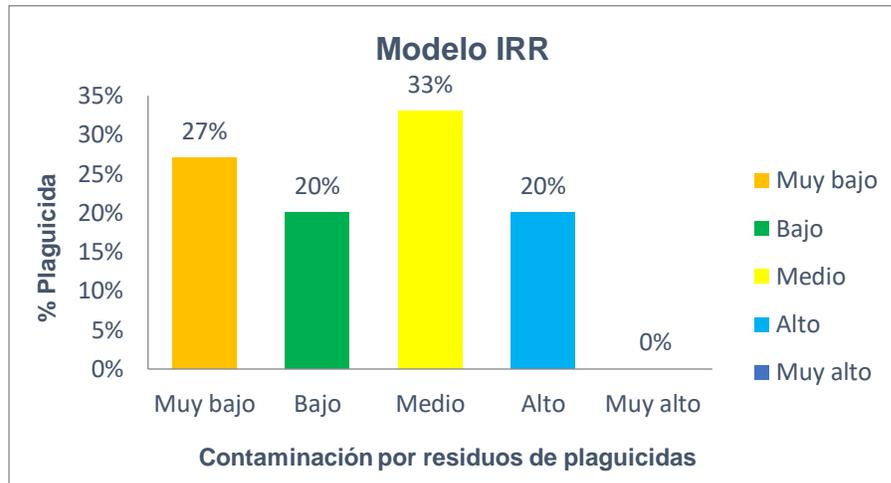
4.3.3. Estimación de riesgo de contaminación residuos de plaguicidas mediante el modelo de Índice de Riesgo de Residuos (IRR).

En la (figura 19) se puede observar que el porcentaje de residuos de plaguicidas es medio, obteniendo como resultado el promedio de las fincas un 33%. En los resultados obtenidos por contaminación de residuos de plaguicidas arroja que el 27% (muy bajo), el 20% (bajo) y el 20% (alto), esto depende de factores como la exposición del producto hacia el agroquímico ya que se hace necesario la aplicación directa y la vida media de la sustancia en el suelo [63].

De la misma manera, se tiene en cuenta que existe una moderada frecuencia de aplicación como se indica (figura 19). Así pues, de manera media se pueden encontrar residuos de agroquímicos en la fruta (fresa), debido a que es indispensable el uso de los mismos en la agricultura, poniendo en riesgo para la salud humana que ello conlleva y que a su vez se hace inevitable [64].

Figura 19

Índice de Riesgo de Residuos (IRR)



Nota. Determinación de residuos tóxicos en la fruta. Elaboración propia.

Es de resaltar que existe una probabilidad de riesgo en las personas al momento de consumir la fruta, esto debido a que puede quedar una alta cantidad de residuos de plaguicidas, generando una sobredosis de estos. Lo anterior se relaciona con el estudio de “Evaluación de residuos de plaguicidas y metales tóxicos en miel de abejas producida en zonas de cultivos de fresa y cítricos”, donde se realizó un estudio de residuos de plaguicidas en miel de abejas, se encontraron los plaguicidas dimetomorf, tebuconazol, pirimicarb, metalaxil y carbofuran, en el 22.7% de las muestras de miel, en concentraciones inferiores al Límite de detección, lo que genera una alerta sobre el peligro de contaminación ambiental en la zona de estudio por los riesgos a la salud de los consumidores y el efecto negativo para las abejas, esto debido a que exceden los niveles máximos permitidos de agroquímicos en los cultivos y la acumulación de los mismos en la fruta, lo cual hace que haya un alto riesgo de toxicidad en las abejas y por ende en las personas que consumen el producto [65].

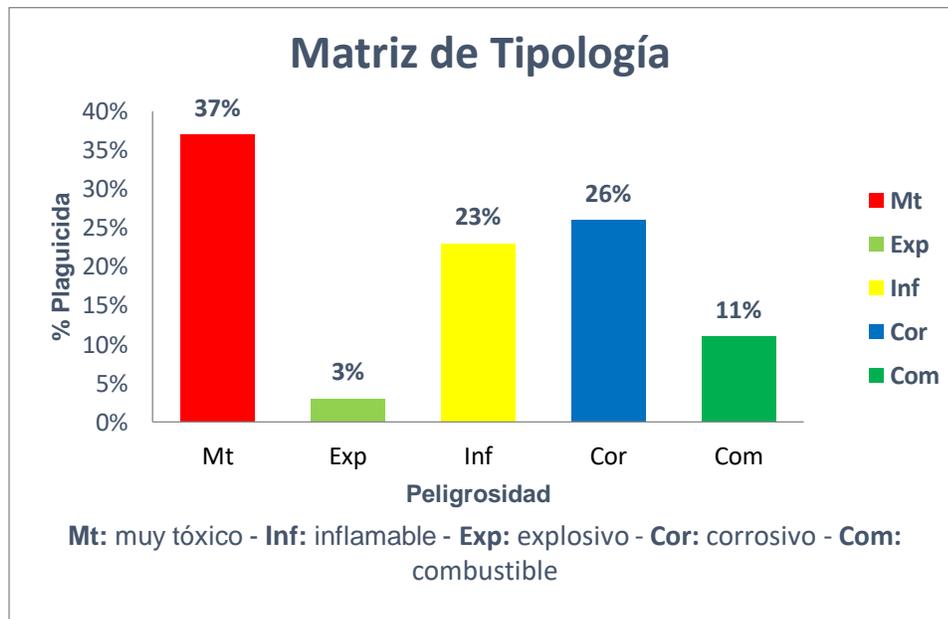
4.3.4. Guía matricial de impactos ambientales

Se llevó a cabo la matriz de peligrosidad de los plaguicidas mediante búsqueda de información en bases de datos. (Anexo 2)

En la vereda Casas Nuevas (figura 20) se encontró un porcentaje del 37% muy tóxicos, 26% corrosivas, 23% inflamables, 11% combustibles, se obtuvo el 3% explosivos, lo que significa que la mayoría de los agroquímicos son muy tóxicos afectando directamente el ambiente, fauna, abejas y el sistema acuático, también indicando que hay un mal manejo de los plaguicidas, por lo cual pueden provocar efectos y daños irreversibles a corto o largo plazo.

Figura 20

Matriz de Tipología de las 12 Fincas de la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca)



Nota. Clasificación de peligrosidad de cada plaguicida. Elaboración propia.

Con la aplicación de esta matriz se logró evidenciar que en la zona de estudio hay uso excesivo de agroquímicos muy tóxicos con un porcentaje del 37%, que generan un impacto negativo al sistema acuático, suelo, aire y peligro para la salud humana, ya que el aire se ve afectado por la fumiga de estas sustancias liberando gases tóxicos como el monóxido de carbono. A pesar de que los resultados son beneficiosos para la agricultura, su uso genera efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de la población, pérdida de diversidad biológica y biomasa del suelo [66].

Respecto al recurso hídrico, se puede ver afectado debido a que las sustancias tóxicas llegan a las fuentes hídricas, a través de escorrentía, degradando así la calidad del agua a causa de la dispersión de los plaguicidas en donde habitan especies acuáticas y que son consumibles por la población [67].

4.3.5. Matriz de valoración de riesgos ambientales

Con el fin de determinar el nivel de riesgo al que pueden estar expuestas este tipo de fincas, se elaboró una matriz de valoración de riesgos ambientales utilizando datos obtenidos de encuestas en la zona de estudio e información encontrada en la literatura de las características físicas y químicas de los agroquímicos.

Para lograr observar las posibles afectaciones de los plaguicidas en el agua, aire y suelo se ejecutaron unas matrices, donde se tuvieron en cuenta variables como la estimación de probabilidad y ciertos factores como la aplicación de sustancias y el grado de riesgo que pudieran representar. Para estas matrices se tuvo en cuenta algunos criterios cualitativos como las causas, consecuencias y el escenario del peligro. (Tabla 8 y 9).

Una vez obtenidos los resultados, se midió el grado de riesgo mediante la fórmula ($Riesgo = Probabilidad \times Gravedad \text{ de Consecuencia}$), y luego se realizó una estimación con rangos de riesgo leve, significativo y moderado (Tabla 10) proporcionados por la matriz de riesgos ambientales.

Tabla 7

Frecuencia Probabilística de las 12 Fincas de la Zona de Estudio

Vereda	Sustancia	Escenario-riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Natural (Aire/Agua/Suelo)					
	Karate Zeon	Tóxico para organismos acuáticos.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	5
	Acaramik® 1.8 EC	Muy tóxico para los organismos acuáticos.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	4
	Cipermetrina 20 EC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	Proceso de fumigación	Contaminación suelo	4
	Abafed® 18 E.C.	Tienden a unirse a las partículas del suelo	Proceso de fumigación	Contaminación suelo	4
	Zellus	Toxico para organismos acuáticos, aves y abejas	Proceso de fumigación	Contaminación aire-agua-flora y fauna	4
Vereda Casas	Rutinal	Toxico para organismos acuáticos.	Proceso de fumigación	contaminación del agua	4

Nuevas

Maestro® 50% WP	Tienden a unirse a las partículas del suelo	Proceso de fumigación	Contaminación suelo	4
Zepelin® SL	Toxicidad aguda acuática, terrestre y para las abejas.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua-aire-suelo	5
Sofarin® 350 SC	Toxico para organismos acuáticos.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	3
Exalt	Toxico para peces, plantas acuáticas, organismos del suelo	Proceso de fumigación	Contaminación agua-suelo-flora y fauna	3
Skuper EC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	Proceso de fumigación	Contaminación suelo	4
Milbeknock 1 EC	Toxico para aves, organismos acuáticos y abejas.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua-fauna y aire	4
Pyrinex® 25 CS	Sustancia toxica hacia producto vegetal.	Proceso de fumigación	Contaminación del producto cultivado	4
Clorpirifos S 480	Muy tóxicos para organismos acuáticos y volátil.	Proceso de fumigación	Contaminación aire - agua	3
Teklor 525 SC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	Proceso de fumigación	Contaminación suelo	3
Orthocide 50 WP	La sustancia es toxica a los organismos acuáticos peces-algas	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	4
Blumen® 40 SC	Toxicidad aguda acuática, terrestre y	Proceso de fumigación	Contaminación del agua-aire-	4

	para las abejas.		suelo y fauna	
Cantus® WG	Toxico para plantas acuáticas, peces, organismos acuáticos.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	3
Fosetyl 80 WP	Toxico para invertebrados acuáticos-peces-aves-algas	Proceso de fumigación	Contaminación agua-aire-flora y fauna	4
Cabrio® Top WG	Toxicidad acuática, plantas y peces.	Proceso de fumigación	Contaminación del agua	3

Nota. Características físicas y químicas de cada uno de los agroquímicos utilizados y sus posibles afectaciones en el aire, agua y suelo [68].

Tabla 8

Entorno Natural

Estimación de la gravedad de consecuencias del recurso aire, agua y suelo.								
Entorno Natural de las 12 fincas como muestra								
Vereda	Sustancias	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
	Karate Zeon	Tóxico para organismos acuáticos.	200	4	510	2	720	4
	Acaramik ® 1.8 EC	Muy tóxico para los organismos acuáticos.	185	4	510	2	705	4
	Cipermetrina 20 EC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	257	3	510	2	775	3
	Abafed® 18 E.C.	Tienden a unirse a las partículas del suelo	400	4	510	2	920	4
	Zellus	Toxico para organismos acuáticos, aves y abejas	350	4	510	2	870	4
	Rutinal	Toxico para organismos acuáticos.	180	4	510	2	700	4
	Zepelin ® SL	Toxicidad aguda acuática, terrestre y para las abejas.	160	4	510	2	680	4
	Sofarin® 350 SC	Toxico para organismos acuáticos.	157	3	510	2	675	3

Vereda Casas Nuevas	Exalt	Toxico para peces, plantas acuáticas, organismos del suelo	334	4	510	2	854	4
	Maestro® 50% WP	Toxico para aves, organismos acuáticos y abejas.	240	3	510	2	758	3
	Pyrinex® 25 CS	Sustancia toxica hacia producto vegetal.	155	3	510	2	673	3
	Orthocide 50 WP	La sustancia es toxica a los organismos acuáticos peces-algas	180	4	510	2	700	4
	Milbeknock 1 EC	Toxicidad para organismos acuáticos: trucha arco iris.	400	4	510	2	920	4
	Blumen® 40 SC	Toxicidad aguda acuática, terrestre y para las abejas.	350	4	510	2	870	4
	Clorpirifos S 480	Muy tóxicos para organismos acuáticos y volátil.	120	3	510	2	638	3
	Skuper EC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	258	4	510	2	778	4
	Teklor 525 SC	Se une fuertemente a las partículas del suelo.	267	3	510	2	785	3
	Fosetyl 80 WP	Toxico para invertebrados acuáticos-peces-aves- algas	200	2	510	2	716	2
Cantus® WG	Toxico para plantas acuáticas, peces,	300	4	510	2	820	4	

organismos acuáticos.							
Cabrio® Top WG	Toxicidad acuática, plantas y peces.	425	4	510	2	945	4

Nota. Características físicas y químicas de cada uno de los agroquímicos utilizados y sus posibles afectaciones en el aire, agua y suelo

[68].

Tabla 9

Rangos de Estimación de Riesgos

Riesgo significativo	16 – 25
Riesgo moderado	6 – 15
Riesgo leve	1 – 5

Nota. Estimación de riesgo. Adaptado de “Guía de evaluación de riesgos ambientales, 2010 [12].

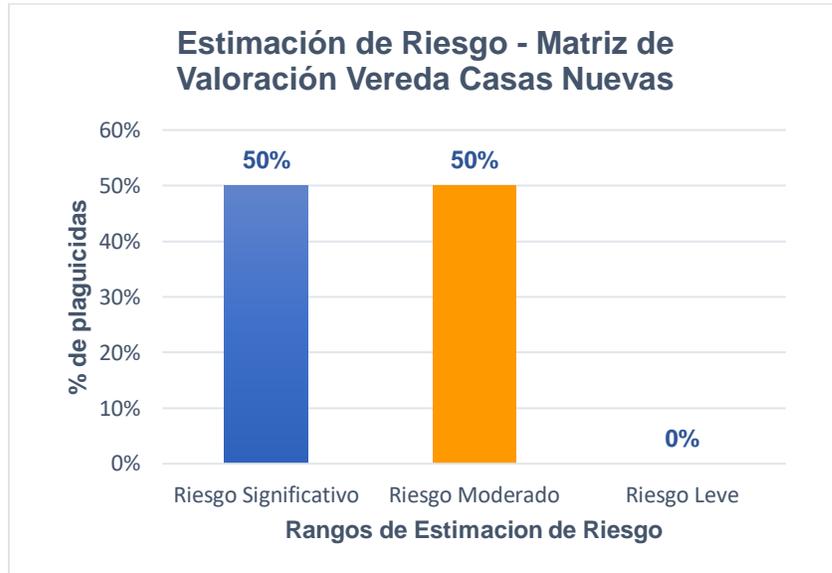
Gracias a la matriz se conoció que el riesgo moderado tuvo promedio de 50% (figura 21), esto indica que es un rango aceptable, aunque de igual manera, se están causando algunos daños al ambiente ya que son tóxicos para aves, organismos acuáticos y abejas, también ocasionan degradación del suelo y daño a los organismos que viven en él. De tal forma, sí se indica un grado considerable de contaminación, ya que la mayoría ocasionan efectos tóxicos.

En Estados Unidos, el número de colonias de abejas se ha reducido en un 45 %, de unos 42 millones a 24 millones de colmenas en 60 años. Sin embargo, datos recientes del Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA) muestran que la cantidad de colonias de abejas comerciales aumentó levemente, alrededor del 3 por ciento en 2017 [69].

El efecto de disminución de la población de abejas aumentó en el número de abejas nativas y tendría un impacto negativo significativo para la producción de alimentos y biodiversidad vegetal; se estableció que las abejas polinizan productivamente 52 de los 115 principales alimentos que son cultivados en Norte América [69].

Figura 21

Estimación de Riesgo Ambiental en la Vereda Casas Nuevas (Sotará-Cauca)



Nota. Afectación ambiental causada por agroquímicos. Elaboración propia

Los pesticidas agrícolas son un factor importante en la pérdida de biodiversidad animal en los ecosistemas y cuerpos de agua de más del 40% de la superficie terrestre del planeta que estn amenazados por la escorrentía de pesticidas [70]. El 18% es parte del grupo de alto o alto riesgo, Cuando llueve, el agua arrastra con algunas de estas toxinas, que pueden ser de varios tipos y se depositan en las plantas y el suelo, mezclados con ellas. El agua se convierte entonces en portadora de sustancias diseñadas para la muerte, creando una sopa química que se transporta en arroyos, ríos y humedales [70].

En la matriz de impactos ambientales también se dio a conocer el riesgo significativo con un promedio de 50%, de todos los productos que se valoraron en las fincas como el karate zeon, acaramik, abafed, zellus, entre otro, son sustancias que estn diseñadas para afectar a los seres vivos y por ello son biológicamente activas.

Se puede decir que los resultados son inquietantes ya que se desarrollan efectos ambientales significativos, es decir, en grupos que a veces son bajos, incluso en áreas donde los productos químicos agrícolas no se utilizan mucho y donde los agricultores siguen las normas sobre la cantidad de uso, en este sentido, los agroquímicos representan una amenaza para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas [70].

4.4. Formulación de medidas de manejo ambiental para el control de plaguicidas utilizados en el cultivo de fresa en el corregimiento Piedra de León (Sotará Cauca).

Para prevenir las enfermedades humanas y del medio ambiente se han propuesto algunas estrategias de gestión ambiental, las cuales se han implementado utilizando una matriz de sistemas, procesos y acciones para proteger el medio ambiente [71].

4.4.1. Prevención y mitigación ambiental por uso de agroquímicos en el cultivo de fresa.

El exceso de uso de agroquímicos en cultivos genera graves consecuencias en los recursos naturales como: agua, aire y suelo, por lo tanto, se llevaron a cabo capacitaciones presenciales personalizadas con los agricultores de la vereda como se muestra en la (figura 22) para poder dar a conocer la cartilla creada con el fin de enseñar el manejo de agroquímicos y que así se le dé un uso adecuado para poder prevenir afectaciones a la población y el medio ambiente. Así mismo se dio a conocer un tema muy importante como la conservación de páramos, nacimientos de agua, humedales, quebradas, lagunas y ríos del corregimiento Piedra de León (Sotará Cauca).

Debido a que la vereda Casas Nuevas está ubicada en una zona de páramo, es muy importante que la población de la zona comprenda lo importante que es conservar y preservar estos ecosistemas (Páramo de Puracé), el cual es de gran vitalidad por sus múltiples fuentes de agua y donde nacen 4 de los ríos más importantes de Colombia, río Cauca, Caquetá, Magdalena y Patía.

De esta forma, se dan a conocer las actividades que pueden llegar a afectar el ambiente y fauna de esta zona para que así la comunidad se involucre cada vez más en la protección de estos lugares que son de gran importancia para animales que están en vida de extinción como el oso de anteojos, el venado conejo y otros animales que se encuentran en la zona. Tabla 11 [72].

Por otro lado, la vegetación es muy variada, pues se encuentran pajonales, chusques, frailejones, musgos, arbustos, líquenes y numerosas especies de orquídeas, ya que es una zona donde existen cuatro biomas: selva, páramo, súper páramo y nival [73].

Tabla 10

Fauna de los Páramos

Reptiles	Peces	Aves	Mamíferos
Pudridoras	Trucha arco iris	Loro orejiamarillo	Venado rojo
Ranas	Sabaleta	La cotorra	Venado conejo
Salamandras	Barbudo	El colibrí	La danta
Rabo de ají	Trucha común	Pava colorada	El oso de anteojos
Coral	Sardina	Pava morada	El armadillo
		Cóndor de los Andes	El mono aullador
		Águilas	La ardilla

Nota. Especies que se encuentran en la zona y que pueden ser afectadas por el uso de agroquímicos. Adaptado de “Fauna y flora - parque nacional Purace” A. Andres, 2022 [72].

Figura 22

Capacitaciones Personalizadas a los Agricultores



Nota. Instrucción a los cultivadores para la manipulación, aplicación y separación de los agroquímicos. Elaboración propia.

4.4.2. Medidas para el mantenimiento de equipos.

Para el lavado de equipos se debe tener en cuenta una técnica ambiental que restablezca el hábitat de muchas especies de animales y plantas, permitiendo el equilibrio natural y prolongando así la vida.

Figura 23

Preparación – Mezcla de Agroquímicos y Fumiga



Nota. Preparación de las sustancias para su aspersión. Elaboración propia.

Para hacer un adecuado lavado de los equipos se empieza por enjuagar el equipo todos los días al finalizar la jornada de aplicación, su finalidad es mantener el buen estado, limpieza y evitar que los restos de las sustancias utilizadas que se quedan en el interior se adhieran a las paredes. Así pues, es importante no hacer estos lavados en los mismos puntos o lugares o la intemperie para así poder evitar la concentración de los residuos en la misma zona puntual y lo más importante, no hacerlo cerca de ninguna fuente hídrica, ya que eso ocasiona pérdida de

biodiversidad y deterioro de la calidad del agua porque si los pesticidas están por encima del nivel de calidad ambiental, pueden tener un efecto negativo en el medio ambiente acuático y/o la salud humana. Además, si la concentración de un plaguicida individual supera un valor de 0,1 µg/L y el total es de 0,5 µg/L, el agua no será apta para uso humano [74].

4.4.3. Insecticidas caseros y abonos orgánicos.

Se dieron a conocer insecticidas caseros y abonos orgánicos para poder tener una producción amigable con el medio ambiente [75]. Los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales pueden controlar insectos y plagas y así ir reemplazando los pesticidas sintéticos, de tal manera que se ofrezca seguridad al medio ambiente y una eficiente opción a los agricultores de la zona.

Muchas plantas pueden sintetizar metabolitos secundarios con importantes propiedades biológicas contra plagas de insectos, se elaboró un insecticida casero que se empezó a utilizar por parte de la comunidad, (figura 24).

Figura 24
Insecticidas Caseros



Nota. Pasos para la elaboración de insecticidas caseros. Reproducida de Insecticida Casero, de Pinterest, 2022 [76].

Para la fertilización se pueden utilizar abonos orgánicos y minerales, lo cual beneficia tanto al medio ambiente como a la salud de los productores y consumidores de fresas, ya que al realizar la cosecha los productos son inocuos y con menores niveles de residuos químicos. Además, se emplean fertilizantes como el humustec magnesio -Ns y el humustec ralphos que logran acondicionar orgánicamente los suelos y no son tóxicos, así el suelo logra mantenerse en óptimas condiciones (figura 25) lo cual será de suma importancia para que tenga mayor capacidad nutricional a mediano y largo plazo. Esto ayudará a mejorar las propiedades físicas y aportará microorganismos beneficiosos para el crecimiento de las plantas en el cultivo.

Figura 25

Fertilizantes Orgánicos



Nota. Implementación de abonos orgánicos. Elaboración propia.

En los abonos hay diferentes técnicas orgánicas como el compostaje y la lombricultura las cuales han sido técnicas muy favorables a la hora de estabilizar el suelo, ya que ayuda a remediar la carencia de materia orgánica y sirve para la estructura y la textura del suelo.

Se trata de técnicas fáciles de usar y no conllevan a altos costos, debido a que el compostaje es donde se reúne toda la materia orgánica y se descompone de forma natural. Hay dos formas de hacer el proceso empezando con la anaerobia la cual implica la nula presencia de oxígeno y la segunda es la aeróbica que sí incorpora el oxígeno (figura 26) [8].

El compost y el humus se pueden usar en la agricultura, debido a que son excelentes alternativas para controlar la erosión, enriquecer y recuperar los suelos usados para estos fines.

Figura 26

Compostaje y la Lombricultura



Nota. Pasos para elaborar el compostaje y lombricultura. Reproducida de Guía Técnica Para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a Través de Metodologías de Compostaje y Lombricultura, de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014 [8].

Para poder elaborar este abono orgánico es necesario un alto porcentaje de nitrógeno y carbono, uno de los más importantes es el estiércol de los animales, pues contienen tanto materia orgánica como nutrientes y esto depende de la alimentación y de su cadena trófica.

También podemos encontrar otras fuentes de carbono los desechos orgánicos, los cuales los podemos encontrar en plantas de huerta, pasto o césped y algunas hojas secas; Otro bioelemento importante es el potasio que se puede obtener de cenizas de madera, cáscaras de huevo, frutos secos y tubérculos en descomposición como la papa y por último el fósforo que se puede obtener de residuos de pescado [8].

La lombricultura es una técnica que consiste en el aprovechamiento de todos los residuos orgánicos generados en el hogar o en su entorno, los cuales deben ser compostados. La lombriz convierte este desecho a través de su sistema digestivo en una fuente especial de fertilizante. Algunas de las condiciones para poder tener un buen resultado son la temperatura; debe estar entre 15-24°C lo más cercano posible a lo corporal de la lombriz que es de 19°C por encima de 30°C resiste bien la temperatura, pero a una menor producción y descenso en la producción de humus, otro factor es el pH que debe estar entre 6.5 y 7.5 [8].

Además, hay un punto importante que es la aireación, ya que la lombriz requiere de ello para su proceso vital, por tal razón se deben remover los canteros con rastrillos, al menos cada siete días. Asimismo, la iluminación es un factor de mucho cuidado, pues la lombriz es muy sensible a los rayos ultravioleta y les puede llegar a ocasionar la muerte, razón por la cual es mejor ubicarlas en lugares donde haya sombra [8].

Por último, se tiene la humedad que es uno de los factores más influyentes, debido a que por falta o exceso de humedad puede haber consecuencias negativas en la producción de humos, como también en la reproducción de la lombriz. La humedad debe ser del 75% al 80% [77].

4.4.4. Control de residuos de pesticidas en el área de estudio

La técnica recomendada incluye triple lavado que empieza por separar el tipo de envase o desecho y escurrir totalmente el agroquímico del envase, así ya se puede pasar a lavarlo con bastante agua aproximadamente tres veces, tapándolo y agitándolo, al menos, por treinta segundos y el agua de cada uno de los lavados se debe vaciar en los contenedores donde se preparan las mezclas, el proceso es recomendable hacerlo unas tres veces. Acabado el proceso se debe dejar secar y llevarlo a los centros de acopio más cercanos.

Algunas de las dosis que se aplican son bastante altas por esta razón se imparten conocimientos, habilidades, comportamientos y hábitos al medio ambiente y al cuidado de la salud, para que la comunidad aprenda a interpretar y analizar las reacciones de la naturaleza a las actividades ambientales inapropiadas provocadas por estas sustancias.

En 2021, el proyecto Campo Limpio recolectó 78 toneladas de equipos con tecnología de triple lavado, lo que permite enviarlos para su reutilización. El 61 % era plástico que se reciclaba para obtener energía.

Campo Limpio en Latinoamérica cuenta con más de 685 centros de acopio temporales, la mayoría de los cuales están equipados con maquinaria para empacar los contenedores recolectados, ya sean compactadoras o trituradoras, y más de 7.000 centros de acopio primario con estaciones que facilitan el proceso de acopio y la planificación de las actividades de recepción [78].

Figura 27

Triple lavado de Envases Vacíos de Plaguicidas



Nota. Proceso para el lavado de envases. Reproducida de Triple Lavado, de Campo Limpio, 2023 [78].

Para impulsar y promover las buenas prácticas sobre un adecuado uso de agroquímicos se realizó una cartilla donde se busca capacitar a los agricultores de la zona (figura 28).

De manera que se dieron a conocer puntos importantes como el lavado de los envases vacíos de los desechos, la importancia de cuidar el medio ambiente, buenas prácticas agrícolas en el cultivo de fresa, manejo integrado de plaguicidas y afectaciones a la salud por el uso de agroquímicos. La cartilla tiene como objetivo el desarrollo de buenas prácticas, que reduzcan el riesgo de contaminación y conlleven a la producción de alimentos inocuos.

Figura 28
Cartilla Didáctica

ESTIMACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL POR USO DE AGROQUÍMICOS



COMPOSTAJE



El compost es el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, en el cual la materia vegetal y animal se convierten en fertilizante natural.



¿SABES COMO HACER COMPOST?

AQUÍ TE ENSEÑAREMOS



Nota. Cartilla didáctica para fomentar las buenas prácticas, que reduzcan el riesgo de contaminación ambiental. Elaboración propia.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Se obtuvo la estimación de riesgo ambiental por el uso y manejo de agroquímicos utilizados en cultivos de fresa en el corregimiento de Piedra De León (Sotará - Cauca), en el cual el estudio realizado a las 12 fincas de la vereda Casas Nuevas, presentan un elevado porcentaje de plaguicidas con sustancias tóxicas para ecosistemas acuáticos, en el que se utilizaron 4 modelos de estimación (cocientes de riesgo, modelo GUS, modelo IRR y la guía matricial de impactos ambientales), donde se obtuvo mediante las características fisicoquímicas y toxicológicas de los agroquímicos, como se indicó anteriormente y como lo indica el cociente de riesgo: el sistema acuático fue el más alto con un 79% de riesgo, en los agroquímicos el 70% no lixivia según el modelo GUS, en el modelo IRR el 33 % (medio) dejan residuos en la fruta.

El análisis de los productos químicos producidos en el corregimiento de Piedra de León muestra que entre los más utilizados se encuentran los grupos químicos de abonos y fertilizantes con un 39%, seguido de los grupos químicos de las avermectinas y los compuestos organofosforados con un porcentaje de 9%, el grupo de las ftalimida y los piretroides obtuvieron un porcentaje del 6% y por último se encuentran los grupos ditiocarbamatos, espinosina, piridina, carbamatos, cloronicotina, organoclorados con una participación del 3%.

En la categoría de toxicidad el mayor porcentaje se encontró en el grupo (III) moderadamente tóxico con un 55%, seguido del grupo toxicológico II con un 35% y el grupo toxicológico IV con menos del 10%, no se encontraron sustancias altamente tóxicas (I).

Con relación a la valoración del nivel del riesgo mediante los modelos del cociente de riesgo, GUS (70 % no lixivia), IRR (medio 33%) y la guía matricial de riesgos ambientales (37 % muy tóxicas), el mayor riesgo por uso de agroquímicos en la vereda Casas Nuevas se presenta para el sistema hídrico y por lo tanto para especies acuáticas, debido a que la mayoría de estas sustancias presentan alta toxicidad como (cipermetrina, clorpirifos, teklor 525 sc).

Respecto a la lixiviación se determinó que existe un bajo riesgo de contaminación en aguas subterráneas, dado que la mayoría (70%) de los agroquímicos utilizados no lixivian según la estimación realizada en la zona de estudio.

Se desarrollaron y difundieron medidas de control en forma de entrevistas y una cartilla didáctica para ayudar a desarrollar alternativas al uso de agroquímicos, el tratamiento y la eliminación de desechos de manera adecuada y usar equipo de protección personal (EPP) adecuado. Esto es para asegurar un mayor desarrollo social.

Los resultados de la evaluación del riesgo de pesticidas en el cultivo de fresa fueron socializados con el fin de concientizar a la población sobre los posibles daños por el uso excesivo de agroquímicos ya que se puede llegar a generar problemas de gran magnitud para el medio ambiente.

5.2. Recomendaciones

En el corregimiento Piedra de León, se evidenció un excesivo uso de agroquímicos para el cultivo de fresa, los cuales generan un impacto negativo en el ambiente, se sugiere a los cultivadores el empleo de abonos y plaguicidas orgánicos para el control y eliminación de plagas que afectan los cultivos y a la vez disminuir el impacto ocasionado por las sustancias tóxicas.

Debido a que los agricultores no están plenamente capacitados sobre la aplicación de una dosis adecuada, una correcta manipulación y un buen uso de elementos de protección personal, lo que trae consigo afectaciones a la salud humana y medio ambiente, por lo cual se recomienda formación sobre el correcto uso y manejo de agroquímicos.

Se recomienda a los entes gubernamentales y a la asociación **Asofreso** el control de los plaguicidas que afectan y ponen en riesgo a especies nativas de la región y que están en peligro de extinción.

Se requiere realizar un estudio más a fondo como: una evaluación de riesgo ambiental, donde se incluyan pruebas de laboratorio en suelo y agua, para así obtener resultados que estén orientados a las mediciones de trazas de los compuestos que se encontraron en mayor porcentaje y así poder realizar la gestión con las organizaciones que controlan y vigilan el ambiente y la salud para creación de estrategias preventivas para comunidades laboralmente expuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. R. Plimmer, “Productos químicos para la agricultura,” *OIE A Boletín*, vol. 26, no. 2, p. 16, 2004, [Online]. Available: https://www.iaea.org/sites/default/files/26205481316_es.pdf
- [2] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, “Subsector Productivo de la Fresa,” *Minagricultura*, 2019. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2019-06-30 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
- [3] Colombia turismo, “Sotará-Cauca,” 2022. <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/CAUCA/MUNICIPIOS/SOTARA/SOTARA.htm>
- [4] D. Asela, M. Del Puerto Rodríguez, D. Susana, S. Tamayo, L. Daniel, and E. Palacio Estrada, “Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud,” *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, vol. 52, no. 3, pp. 372–387, 2014, [Online]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>
- [5] L. J. A. C. O.E.Pachon Medina, “Impacto de los agroquímicos en cultivos de fresa en Cundinamarca,” Universidad Pedagógica Nacional, 2021. [Online]. Available: [http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/13342/Impacto de los agroquímicos en cultivos de fresa en Cundinamarca.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/13342/Impacto%20de%20los%20agroqumicos%20en%20cultivos%20de%20fresa%20en%20Cundinamarca.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- [6] Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural and Corpocauca, “Alianza para el fortalecimiento de la cadena productiva de frutas-fresa en el municipio de Sotará, región del macizo colombiano,” 2005. <https://es.scribd.com/document/630302310/1-Preinversion-FRESA#>
- [7] N. Benitez Campo, D. H. vivas zarate, and E. D. Rosero Hernandez, “Toxicidad de los principales plaguicidas utilizados en el municipio de popayán,” *Fac. Ciencias Agropecu.*, vol. 7, no. 1, p. 8, 2009, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/264892280_TOXICIDAD_DE_LOS_PRINCIPALES_PLAGUICIDAS_UTILIZADOS_EN_EL_MUNICIPIO_DE_POPAYAN_USANDO_Bacillus_subtilis_TOXICITY_OF_THE_MAIN_PESTICIDES_USED_IN_POPAYAN_VALLEY_WITH_Bacillus_subtilis

- [8] Alcaldía Mayor de Bogotá, “Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura,” *Grup. Investig. Sist. Integr. Prod. Agrícola y For.*, p. 85, 2014, [Online]. Available: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- [9] L. Johanna and C. Gamboa, “Estado del arte de los efectos de plaguicidas de uso agrícola para la salud y el ambiente en Colombia (2007-2019),” Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2020. [Online]. Available: [https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26486/CaroGamboaLeidyJohannaCortesPuentesPaolaT.2021.Estado del arte de los efectos de plaguicidas de uso agrícola para la salud y el ambiente en Colombia %282007-2019%29pdf?sequence=1&isAllowed=](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26486/CaroGamboaLeidyJohannaCortesPuentesPaolaT.2021.Estado%20del%20arte%20de%20los%20efectos%20de%20plaguicidas%20de%20uso%20agr%C3%ADcola%20para%20la%20salud%20y%20el%20ambiente%20en%20Colombia%20(2007-2019).pdf?sequence=1&isAllowed=1)
- [10] M. J. Carrillo Barranco and A. C. Jiménez Guzmán, “Evaluaciones ambientales por el uso y manejo de productos agroquímicos,” Universidad De La Costa, 2020. [Online]. Available: [https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7746/EVALUACIÓN AMBIENTALES POR EL USO Y MANEJO DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS.pdf?sequence=1](https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7746/EVALUACIÓN%20AMBIENTALES%20POR%20EL%20USO%20Y%20MANEJO%20DE%20PRODUCTOS%20AGROQU%C3%ADMICOS.pdf?sequence=1)
- [11] M. Lopera, J. Homez, M. Ordoñez, H. Pabon, A. Martinez, and M. Figueroa, *Guía Ambiental Hortofrutícola de Colombia*. 2009, pp. 1–92. [Online]. Available: [file:///C:/Users/User/Downloads/04_biblioteca_30_GUIAhortifruticultura\[1\].pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/04_biblioteca_30_GUIAhortifruticultura[1].pdf)
- [12] Ministerio del Ambiente, “Guía de evaluación de riesgos ambientales,” *Observatorio medioambiental*, 2010. https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf
- [13] C. I. Ayala Chingud and N. A. Orozco Certuthe, “Estimación del riesgo ecológico por uso de agroquímicos en zona agrícola del corregimiento de Gabriel López (totoró - cauca),” Corporación univercitaria autónoma del Cauca, 2021. [Online]. Available: [https://repositorio.uniautonomade Cauca.edu.co/bitstream/handle/123456789/619/T IA-M 114 2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uniautonomade Cauca.edu.co/bitstream/handle/123456789/619/TIA-M1142021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [14] Enasac, “Plaguicidas Enasac,” 2013. <http://www.anasaccontrol.cl/website/wp->

- content/uploads/2013/06/Plaguicidas.pdf
- [15] C. C. de S. A. Mundial., “La nutrición y los sistemas alimentarios.,” *Inf. del Grup. alto Niv. Expert. en Segur. Aliment. y Nutr. del Com. Segur. Aliment. Mundial, Roma*, p. 172, 2018, [Online]. Available: <https://www.fao.org/3/i7846es/i7846es.pdf>
- [16] N. Chinchilla Bravo, “Sistemas Alimentarios Sostenibles: pilar fundamental para erradicar el hambre y la obesidad,” *Sistemas Alimentarios Sostenibles: pilar fundamental para erradicar el hambre y la obesidad*, 2019. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/02/20/sistemas-alimentarios-sostenibles-pilar-fundamental-erradicar-hambre-obesidad>
- [17] C. Sanhueza Gutiérrez, “Contaminación medioambiental por plaguicidas organoclorados y sus efectos en la salud humana en Chile,” Universidad del Bío-Bío, 2010. [Online]. Available: http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1936/1/Sanhueza_Gutierrez_Carolina.pdf
- [18] L. J. Badii Mohammad, “EFECTO DE LOS PLAGUICIDAS EN LA FAUNA SILVESTRE,” no. 14, pp. 22–44, 2006, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7293895.pdf>
- [19] J. I. Pina, “Clasificación Toxicológica y Etiquetado de Productos Fitosanitarios. Criterios Regulatorios Locales e Internacionales.,” *ILSI Argentina*, 2012. <https://www.casafe.org/wp-content/uploads/2019/05/Clasificacion-toxicologica-etiquetado-fitosanitarios.pdf>
- [20] I. N. de Ecología, “Tipos de peligros y su clasificación,” 2020. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- [21] R. Infoagro, “El cultivo de la Fresa,” 2019, [Online]. Available: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- [22] Ministerio de salud, *Decreto Número 1843 DE 1991*. 1991, pp. 1–62. [Online]. Available: <https://www.dssa.gov.co/index.php/descargas/1011-decreto-1843-1991/file#:~:text=El control y la vigilancia,o causen deterioro del ambiente.>
- [23] Congreso de la republica de Colombia, *Ley 1333 de 2009*. 2009, p. 28. doi: 10.1038/132817a0.
- [24] Secretaria general de la comunidad Andina, *Resolución 2075*. 2019, p. 196. [Online]. Available:

- <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/resoluciones/RESOLUCION2075.pdf>
- [25] V. y D. T. Ministerio de Ambiente, *Resolución 693: Criterios y requisitos que deben ser considerados para los planes de gestión de devolución de productos posconsumo de plaguicidas*. 2007, p. 6. [Online]. Available: https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res_0693_190407.pdf
- [26] Instituto colombiano agropecuario (ICA), *Resolución 00099 DE 2000*. 2000. [Online]. Available: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_rica0099.htm
- [27] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Resolucion 1675 de 2013*. 2013, p. 14. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1675-de-2013.pdf>
- [28] Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), *Ley 822 De 2003 Ley 822 De 2003*, no. julio 10. 2003, p. 3. [Online]. Available: <https://www.ica.gov.co/getattachment/c7999637-49d8-4f2d-99df-e5ebb065f896/2003L822.aspx>
- [29] Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), *Resolucion 436 ICA 3497*. 2014. [Online]. Available: <https://www.ica.gov.co/getattachment/680f5a43-4d44-46dd-b9fa-988b8335a081/2014R3497.aspx>
- [30] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas Directrices para el desarrollo de políticas de manejo de plagas y plaguicidas*. 2002. [Online]. Available: <https://www.fao.org/3/ca8116es/CA8116ES.pdf>
- [31] Centro de Información de Sustancias Químicas and E. y M. A. – CISTEMA, “Clasificación De Productos Químicos Según La Norma Nfpa 704,” 2020. https://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=739 (accessed May 14, 2022).
- [32] Ministerio de salud, *Normas sanitarias para el uso de plaguicidas y vigilancia de trabajadores expuestos*. 2014, p. 88. [Online]. Available: <https://www.minsal.cl/wp->

- content/uploads/2015/11/Compendio-de-Normas-Sanitarias-para-Uso-y-Vigilancia-de-trabajadores-expuestos-a-Plaguicidas.pdf
- [33] Comunidad Andina de Naciones CAN, *Decisión 804 CAN, Modificación de la Decisión 436 (Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola)*. 2015, pp. 1–21. [Online]. Available: http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec_804s.pdf
- [34] R.A.Bernal, “Estudio del complejo chiza rizófago (coleóptera: melolonthidae) en el cultivo de fresa (fragaria sp.) Y agroecosistemas asociados en el municipio de Sotará, departamento del cauca,” Universidad Del Cauca, 2011. [Online]. Available: [http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/763/ESTUDIO DEL COMPLEJO CHIZA RIZÓFAGO %28COLEÓPTERA MELOLONTHIDAE%29 EN EL CULTIVO DE FRESA %28Fragaria sp.%29 Y AGROECOSISTEMAS ASOCIADOS EN EL MUNICIPIO DE SOTARÁ.pdf?sequence=1&isAllo](http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/763/ESTUDIO_DEL_COMPLEJO_CHIZA_RIZÓFAGO_%28COLEÓPTERA_MELOLONTHIDAE%29_EN_EL_CULTIVO_DE_FRESA_%28Fragaria_sp.%29_Y_AGROECOSISTEMAS_ASOCIADOS_EN_EL_MUNICIPIO_DE_SOTARÁ.pdf?sequence=1&isAllo)
- [35] G. E. Maps, “Vereda Casas Nuevas,” 2023. <https://earth.google.com/web/search/ASOFRESO,+CASAS+NUEVAS,+Sotará,+Cauca/@2.26553158,-76.54794206,2946.38267459a,1100.55632051d,35y,-29.44102112h,45.00028543t,0r/data=CpEBGmcSYQolMHg4ZTJmZmI4YjQxNTU1MzQ3OjB4ZjgxNTA0Zjk4ODIxMWM3MBmolDIEWyACQCH6BzZTRiNTwCo>
- [36] Qualtrics, “Cómo calcular el tamaño de una muestra: asegúrese de que el muestreo sea correcto,” 2020. <https://www.qualtrics.com/es-la/gestion-de-la-experiencia/investigacion/calcular-tomano-muestra/>
- [37] A. Correa, “Manual de registro de plaguicidas para Centroamérica,” 2011. <https://www.fao.org/3/as399s/as399s.pdf>
- [38] Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., “Lo que todos debemos saber sobre COP: contaminantes orgánicos persistentes,” 2017. https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/05/Cartilla_Plaguicidas_COP_2017.pdf

- [39] Agricultural Research Service and U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, “ARS Home : USDA ARS.” <https://www.ars.usda.gov/> (accessed Apr. 25, 2022).
- [40] Comisión Europea, “EU Pesticides Database.” https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_es (accessed Apr. 25, 2022).
- [41] J. P. Del Río, *Reglamento Clp Sobre Clasificación, Etiquetado Y Envasado De Sustancias Y Mezclas*. 2011. [Online]. Available: https://www.unirioja.es/servicios/sprl/pdf/REACH/2011_04_07_CLP.pdf
- [42] SURA, *Sistema estándar para la identificación de los peligros de materiales para respuesta a emergencias*. 2012, p. 17. [Online]. Available: https://www.arlsura.com/files/NFPA704-Version_2012.pdf
- [43] R. Doménech Gómez, “Reglamento CLP: clasificación, etiquetado y envasado de productos químicos en la Unión Europea,” 2019. <file:///C:/Users/User/Downloads/admin,+08+REVISION+02.pdf>
- [44] Seipasa, “Nuevo etiquetado para sustancias y mezclas: pictogramas de peligro,” 2016. <https://www.seipasa.com/es/blog/etiquetado-sustancias-mezclas-pictogramas-peligro/>
- [45] L.B.Guaitero, “Propuesta metodológica para la evaluación de riesgo ambiental causado por el uso de plaguicidas en sistemas hortofrutícolas de la sabana de Bogotá,” Universidad Nacional De Colombia, 2010. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/6735/790688.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [46] G. de vigilancia y control De and factores de riesgo ambiental, “Protocolo De Vigilancia Y Control De Intoxicaciones Por Plaguicidas,” *Rev. Ciencias la Salud*, p. 46, 2014, [Online]. Available: https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION_POR_PLAGUICIDAS.pdf

- [47] D. Fernandez, L. C. Mancipe, and G. Diana, “Intoxicación por organofosforados,” *Revista*, p. 15, 2018, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>
- [48] G. J. Devine, D. Eza, E. Ogusuku, and M. J. Furlong, “Uso De Insecticidas : Contexto Y Consecuencias Ecológicas,” *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, vol. 25, no. 1, pp. 74–100, 2008, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1>
- [49] D. D. S. Y. S. H. de los EE.UU., “Resumen de Salud Pública: Piretrinas y piretroides,” 2003. [Online]. Available: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs155.pdf
- [50] P. González Ulibarry, “Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana,” *Com. Agric. Chile*, pp. 1–8, 2019, [Online]. Available: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto_de_los_plaguicidas_en_la_Salud.pdf
- [51] Z.-B. Adrián, V.-C. Benjamín, O.-S. César, Z.-E. José, V.-O. Valente, and A.-B. José, “Implications of the use of organochlorine in the environment, and public health,” *Revisión Lit. Enero-Abril*, p. 20, 2016, [Online]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/av/v6n1/2448-6132-av-6-01-00043.pdf>
- [52] E. de la Cruz, F. Ramírez, and V. Bravo, “Manual de plaguicidas de centro America,” 2023, [Online]. Available: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/toxicidad-salud-humana>
- [53] M. Varona *et al.*, “Factores de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en el departamento del Putumayo, 2006,” *Biomedica*, vol. 27, no. 3, p. 67, 2007, doi: 10.7705/biomedica.v27i3.202.
- [54] G. AGUA and G. de E. T. Ambiental, “PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS,” p. 145, 2009, [Online]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf
- [55] A. Navarro Garcia and S. Barba Navarro, *Comportamiento De Los Plaguicidas En El Medio*

- Ambiente*, vol. 95, no. 9. 1996, p. 28. [Online]. Available: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_09.pdf
- [56] A. A. Schaaf, “Uso de pesticidas y toxicidad: relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina*,” p. 18, 2013, [Online]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4n2/v4n2a12.pdf>
- [57] Secretaría Mixta FAO/OMS, “Los riesgos emergentes relacionados con el medio ambiente y las nuevas tecnologías,” 2012. <https://www.fao.org/3/y5871s/y5871s0p.htm> (accessed Feb. 21, 2023).
- [58] J. B. Leyva Morales, “Evaluación del riesgo ambiental por plaguicidas: caracterización del uso y muestreo en el distrito de riego 010: culiacánhumaya,” Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., 2014. [Online]. Available: https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/158/1/Leyva_Morales_José_Belisario.pdf
- [59] OIT, “Guía sobre seguridad y salud en el uso de productos agroquímicos,” 1959. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_235707.pdf
- [60] Organización Mundial de la Salud, “Frasas de riesgo y de seguridad,” 2021. https://extranet.who.int/lqsi/sites/default/files/attachedfiles/List_of_Risk_and_Safety_Phrases_ES-ES_0.pdf
- [61] R. Karl K and J. Doull, “Determinación de la dosis y el tiempo, y otros factores que influyen en la toxicidad,” Centro Médico de la Universidad de Kansas, 2009. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012374367100001X?via%3Dihub>
- [62] A. Mojica and J. A. Guerrero, “Evaluation of pesticide movement towards tota lake catchment, Colombia,” *Rev. Colomb. Quim.*, vol. 42, no. 2, pp. 236–262, 2013, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v42n2/v42n2a04.pdf>
- [63] J. F. Narváez, J. A. Palacio, and F. J. Molina, “Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su

- ecotoxicidad: Una revisión de los procesos de degradación natural,” *Gestión y Ambient.*, vol. 15, no. 3, pp. 27–37, 2015, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424893002>
- [64] L. Miranda-contreras and A. Balza-quintero, “Residuos de plaguicidas en fresa,” vol. 27, no. 3, pp. 181–188, 2015, [Online]. Available: <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v27n3/art07.pdf>
- [65] A. Mireya and Z. Sánchez, “Evaluación de residuos de plaguicidas y metales tóxicos en miel de abejas producida en zonas de cultivos de fresa y cítricos,” Universidad Nacional de Colombia, 2017. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59614/AdrianaM.ZamudioSánchez.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [66] M. R. Bueno and J. P. A. R. Da Cunha, “Environmental risk for aquatic and terrestrial organisms associated with drift from pesticides used in soybean crops,” *An. Acad. Bras. Cienc.*, vol. 92, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1590/0001-3765202020181245.
- [67] B. A. Rodríguez Aguilar, L. M. Martínez Rivera, A. A. Peregrina Lucano, C. I. Ortiz Arrona, and O. G. Cárdenas Hernández, “Analysis of pesticide residues in the surface water of the Ayuquila-Armeria river watershed, Mexico,” Universidad de Guadalajara, 2019. doi: 10.28940/terra.v37i2.462.
- [68] A. C. Peña and P. D. E. L. A. Norma, *Norma UNE 150008 : 2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental*. 2008, pp. 1–25. [Online]. Available: <https://www.camarazaragoza.com/medioambiente/docs/bibliocamara/documentobibliocamara300.pdf>
- [69] N. Y. Martín-Culma and N. E. A.-S. E. Arenas-Suárez, “Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola,” *Entramado*, vol. 14, no. 1, pp. 232–240, 2018, doi: 10.18041/entramado.2018v14n1.27113.
- [70] Eco Habitar, “Los insecticidas son un riesgo para la vida acuática en más de un 40% de las tierras del planeta,” 2022. <https://ecohabitar.org/los-insecticidas-son-un-riesgo-para-la-vida-acuatica-en->

- mas-de-un-40-de-las-tierras-del-planeta/ (accessed Feb. 21, 2023).
- [71] Ica, “Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura,” 2017. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2932/BVE17058869e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [72] A. Andres, “Fauna y flora - parque nacional Purace,” 2022. <https://sites.google.com/site/parquenacionalpurace/fauna-y-flora> (accessed Feb. 21, 2023).
- [73] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Libros Rojos - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,” 2023. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/libros-rojos/> (accessed Feb. 21, 2023).
- [74] B. Y. C. S.A., “Instructivo para la limpieza interna y externa de pulverizadores,” 2014, [Online]. Available: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2014/04/INSTRUCTIVO-PARA-LA-LIMPIEZA-INT-Y-EXT-DE-PULVERIZADORES-2014.pdf>
- [75] ICA, “Cartilla practica para la elaboracion de abono organico compostado en produccion ecologica,” p. 23, 2015, [Online]. Available: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-1/documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-solido-28-11-2.aspx>
- [76] Pinterest, “Insecticidas caseros para eliminar la plaga de tus plantas - Cocina Vital - ¿Qué cocinar hoy? | Jardinería y plantas, Jardín de productos comestibles, Jardinería de invernadero,” 2022. https://co.pinterest.com/pin/38069559337399860/?amp_client_id=CLIENT_ID%28_%29&mweb_unauth_id=%7B%7Bdefault.session%7D%7D&simplified=true (accessed Feb. 21, 2023).
- [77] R. J. Somarriba Reyes and G. Fidel Guzmán, “Guía de lombricultura,” *Agencia Desarro. Económico y Comer. Exter. Munic. Cap. La Rioja*, no. 4, 2004, [Online]. Available: <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- [78] Campo Limpio, “CampoLimpio - CropLife Latin America,” 2023.

<https://www.croplifela.org/es/proteccion-cultivos/campolimpio> (accessed Feb. 21, 2023).

ANEXOS

Anexo 1

Encuestas realizadas a los agricultores de la vereda Casas Nuevas

20/10/22, 20:15

Estimación ambiental por uso de agroquímicos en la vereda casas

Estimación ambiental por uso de agroquímicos en la vereda casas nuevas

La encuesta se realizará con el fin de estimar el riesgo ambiental que se produce a causa de los agroquímicos utilizados en el cultivo de fresa.

1. Nombre finca

2. Nombre propietario (a)

3. Edad

4. Genero
Marca solo un óvalo.
 Masculino
 Femenino
5. Peso

6. Hectáreas sembradas de fresa

7. Que otro producto cultivan en la región

8. Nombre de agroquímicos utilizados en el cultivo de fresa

9. ¿Desde hace cuántos años utilizan los agroquímicos?
10. nombre de agroquímicos utilizados en el cultivo de fresa

12. Que otro producto cultivan en la región
13. _____
14. nombre de agroquímicos utilizados en el cultivo de fresa

15. ¿Desde hace cuántos años utilizan los agroquímicos?

16. ¿Qué plaguicida utiliza con mayor frecuencia?
Marca solo un óvalo.
- Fungicida
- Herbicida
- Insecticida
17. ¿Dosis de agroquímico utilizado?

18. ¿Con que frecuencia se aplican los agroquímicos?
Marca solo un óvalo.
- Una vez por mes Dos
- veces por mes Tres
- veces por mes
- Mas de tres veces por mes
19. Intervalo de tiempo (días) que transcurre entre aplicaciones

20. Numero de semanas para un ciclo de cultivo

21. ¿Número de aplicaciones de agroquímico por ciclo?

22. Tiempo (días) entre la última aplicación y la cosecha.

23. Momento de aplicación (factor de ajuste)
24. Semana en la que se inician las aplicaciones

25. Semana en la que finaliza las aplicaciones

26. ¿Como de desasen de los embaces vacíos de los agroquímicos?

Marca solo un óvalo.

Recicla

Bota

Quema

Otro _____

27. ¿Usan los EPP para la aplicación de los agroquímicos?

Marca solo un óvalo.

Si

No

28. ¿Tiene conocimiento que el uso de plaguicidas afecta el ambiente y la salud?

Marca solo un óvalo.

Si

No

Porque

29. ¿A presentado síntomas de intoxicación por uso de agroquímicos?

Marca solo un óvalo.

Si

No

¿Cuales?

30. ¿Ha presentado enfermedades por uso de agroquímicos?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- ¿Cual?

31. ¿Ha pensado en utilizar agroquímicos orgánicos?

Marca solo un óvalo.

- sí
- no
- no tiene conocimiento

32. ¿Ha recibido usted orientación sobre uso de agroquímicos?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

33. ¿Qué tan cerca de un cuerpo de agua rocía agroquímicos?

Ormonax	X			380
Irricol flores y frutos	X			420
Irricol inicio	X	X		420
Fosetyl	X			200
Cantus	X	X	X	300
Blumen	X	X		152
Cabrio	X	X	X	425

Fuente: (Comprende sustancias por su clasificación) MP= Materia Prima, R= Residuo, Mi= Muy inflamable, Mt= Muy Tóxico, Ei= Irreversible Inmediato, Exp= Explosiva, Inf= Inflamable, Cor= Corrosivo y Com= Combustible.
[13]

Anexo 3

Crterios para evaluar la severidad de los impactos sobre los recursos aire, agua y tierra

Sobre el entorno natural				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensi3n	Poblaci3n afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	M puntual (3rea afectada)	Baja

Calidad del medio

Muy elevada Daños muy altos: explotación indiscriminada de RRNN, y existe un nivel de contaminación alto.

Elevada Daños altos: alto nivel de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación moderada.

Media Daños moderados: nivel moderado de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación leve.

Baja Daños leves: conservación de los RRNN, y no existe contaminación.

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	Calidad del medio
Entorno humano	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	Población afectada
Entorno socioeconómico	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	Patrimonio y capital productivo
