

**CATEGORIZACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO A AGROQUÍMICOS MEDIANTE  
UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL CORREGIMIENTO  
DE GABRIEL LÓPEZ (TOTORÓ, CAUCA)**



**Uniautónoma**  
DEL CAUCA

**MARISOL CAMAYO OLAVE**

**ANDHI ESTIBENT UNIGARRO ERIRA**

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

**2023**

**CATEGORIZACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO A AGROQUÍMICOS MEDIANTE  
UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL  
CORREGIMIENTO DE GABRIEL LÓPEZ (TOTORÓ, CAUCA)**



**Uniautónoma**  
DEL CAUCA

**MARISOL CAMAYO OLAVE**

**ANDHI ESTIBENT UNIGARRO ERIRA**

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

**Directora:**

**PhD. Biol. Diana Milena Muñoz Solarte**

**Codirector:**


**Mg. Ing. Luis Miguel Narváez**

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

**2023**

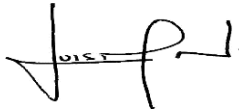
## NOTA DE ACEPTACIÓN.

Hacemos constar que el presente trabajo de grado. CATEGORIZACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO A AGROQUÍMICOS MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL CORREGIMIENTO DE GABRIEL LÓPEZ (TOTORÓ, CAUCA) ha sido aceptado por el director y los jurados como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario.



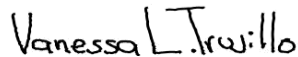
---

Diana Milena Muñoz Solarte  
Directora  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca



---

Luís Miguel Narvárez  
Codirector  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca



---

Vanessa Luzangela Trujillo Arzayus  
Jurado  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca



---

Arnol Arias Hoyos  
Jurado  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Popayán, 2023

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios, por darnos fuerzas e inspiración para salir adelante y así cumplir nuestro más deseado sueño.

A nuestros padres por su sacrificio todos estos años, por su amor incondicional y su apoyo constante que ha sido la clave para esta meta cumplida. A nuestros abuelos, hermanos, tíos, primos quienes nos brindaron su apoyo moral en esos momentos donde decaímos, gracias a ustedes logramos llegar hasta este punto.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por brindarme sabiduría, entendimiento, ánimo para continuar en los momentos de dificultad presentados en este proceso.

A nuestra familia quienes se sacrificaron siendo un pilar fundamental para alcanzar nuestros logros, también a cada amistad que de una u otra manera estuvieron presentes aportando un poco de su conocimiento al igual que nuestros docentes, especialmente a nuestra directora Diana Milena Muñoz Solarte, y nuestro Codirector Luis Miguel Narvárez quienes fueron nuestra guía para el desarrollo de este trabajo, finalmente a las comunidades y líderes campesinos que nos dejaron entrar a sus hogares y que con su conocimiento fue posible saber más de esta comunidad.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I: PROBLEMA .....	17
1.1. Planteamiento del problema .....	17
1.2. Justificación .....	18
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo general .....	19
1.3.2 Objetivos específicos .....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Estado Del Arte.....	20
2.2. Marco Conceptual.....	28
2.2.1. Mapa de amenazas.....	28
2.2.2. Mapa Vulnerabilidad .....	29
2.2.3. Mapa de riesgo .....	30
2.2.4. Sistema de Información Geográfica .....	30
2.3. Marco Normativo .....	31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	33
3.1 Fase 1. Generación de la línea base de agroquímicos con un Sistema de Información Geográfica en el corregimiento de Gabriel López.....	33
3.1.1. Recopilación de información e inventario de sustancias químicas.....	34
3.1.2. Estimación de los agroquímicos más usados .....	34

3.1.3. Análisis estadístico descriptivo.....	34
3.2. Fase 2. Determinación de las zonas de mayor riesgo de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).....	35
3.2.1. Identificación y obtención de información cartográfica necesaria .....	35
3.2.2. Calificación, ponderación y categorización de variables .....	38
3.2.3 Etapa preparatoria .....	40
3.2.4. Integración de factores para la identificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo .....	43
3.3. Fase 3. Diseño de estrategias de intervenciones locales y prevención de riesgo por exposición a agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica. ....	52
3.3.1. Base de estrategias participativas con cartografía social.....	52
3.3.2. Elaborar plan de prevención de riesgo en los trabajadores .....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	54
4.1. Generación de la línea base de los agroquímicos con un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).....	54
4.1.1. Áreas de producción de cultivos de papa .....	54
4.1.2. Inventario de sustancias químicas para la clasificación química de agroquímicos empleados en los cultivos de las cuatro veredas del corregimiento de Gabriel López.....	55
4.1.3. Estimación de agroquímicos más utilizados en la zona de estudio.....	57
4.1.4. Categorización toxicológica.....	58
4.1.5. Frases de riesgo (R) y seguridad (S) de las sustancias más utilizadas en la zona de estudio .....	60

4.2. Determinación de las zonas de mayor riesgo de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).....	66
4.2.1. Calificación, ponderación y categorización de variables de amenaza y vulnerabilidad.....	66
4.2.2. Integración de factores para la identificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo .....	73
4.3. Diseño de estrategias de intervenciones locales y prevención de riesgo por exposición a agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica.....	90
4.3.1. Base de estrategias participativas con cartografía social.....	90
4.3.2. Elaborar plan de prevención de riesgo en los trabajadores .....	99
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	107
5.1. Conclusiones .....	107
5.2. Recomendaciones .....	109
BIBLIOGRAFÍA .....	111

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Estudios realizados a nivel nacional e internacional .....	20
<b>Tabla 2.</b> Marco legal .....	31
<b>Tabla 3.</b> Información cartografía necesaria.....	35
<b>Tabla 4.</b> Calificación categórica de los rangos.....	39
<b>Tabla 5.</b> Determinación nivel de consecuencias .....	40
<b>Tabla 6.</b> Plantilla de capacitaciones.....	91
<b>Tabla 7.</b> Plantilla de registro de capacitación de trabajadores.....	92
<b>Tabla 8.</b> Temas sobre la capacitación .....	92
<b>Tabla 9.</b> Plantilla de registro del material utilizado.....	93
<b>Tabla 10.</b> Plantilla de registro .....	93
<b>Tabla 11.</b> Plantilla de evidencia del riesgo de las zonas de estudio. ....	94
<b>Tabla 12.</b> Indicadores de riesgo.....	95
<b>Tabla 13.</b> Percepción categórica de riesgo.....	98
<b>Tabla 14.</b> Síntesis de riesgo por agroquímicos en las veredas de estudio. ....	99
<b>Tabla 15.</b> Equipos de protección personal (EPP) .....	100



## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Veredas de estudio corregimiento de Gabriel López.....	33
<b>Figura 2.</b> Fase metodológica del sistema de información geográfica.....	41
<b>Figura 3.</b> Procesamiento del programa QGIS .....	41
<b>Figura 4.</b> Caracterización de amenaza.....	44
<b>Figura 5.</b> Caracterización de vulnerabilidad .....	48
<b>Figura 6.</b> Flujograma del mapa de riesgo.....	51
<b>Figura 7.</b> Área de producción de papa en el corregimiento de Gabriel López.....	54
<b>Figura 8.</b> Clasificación química de agroquímicos de cada vereda.....	56
<b>Figura 9.</b> Agroquímicos más utilizados.....	58
<b>Figura 10.</b> Categoría toxicológica.....	59
<b>Figura 11.</b> Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Agua Bonita.....	62
<b>Figura 12.</b> Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Chuscales.....	63
<b>Figura 13.</b> Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Chuscales.....	64
<b>Figura 14.</b> Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Tabaco.....	64
<b>Figura 15</b> Calificación categórica de toxicidad y duración .....	66
<b>Figura 16</b> Calificación categórica de cantidad y susceptibilidad.....	67
<b>Figura 17</b> Calificación categórica de frecuencia y sintomatología .....	68
<b>Figura 18.</b> Calificación categórica para obtener el mapa de vulnerabilidad total.....	68
<b>Figura 19.</b> Calificación categórica en toxicidad .....	70
<b>Figura 20.</b> Calificación categórica de amenaza total. ....	71
<b>Figura 21.</b> Calificación categórica de vulnerabilidad total.....	72
<b>Figura 22.</b> Calificación categórica de riesgo total .....	72
<b>Figura 23.</b> Zonas de responsabilidad en las veredas de estudio de Gabriel López. ....	73

<b>Figura 24.</b> Análisis de amenaza con la susceptibilidad de la comunidad .....	75
<b>Figura 25.</b> Susceptibilidad de la comunidad .....	76
<b>Figura 26.</b> Área de susceptibilidad de la comunidad .....	77
<b>Figura 27.</b> Análisis de amenaza total.....	79
<b>Figura 28.</b> Mapa de amenaza.....	80
<b>Figura 29.</b> Área de amenaza .....	81
<b>Figura 30.</b> Análisis de vulnerabilidad total .....	84
<b>Figura 31.</b> Vulnerabilidad total del corregimiento de Gabriel López .....	85
<b>Figura 32.</b> Área de vulnerabilidad.....	86
<b>Figura 33.</b> Análisis de riesgo por exposición a agroquímicos.....	87
<b>Figura 34.</b> Riesgo total del corregimiento de Gabriel López.....	88
<b>Figura 35.</b> Área de riesgo .....	89
<b>Figura 36.</b> Pictogramas de precaución .....	102
<b>Figura 37.</b> Infografía informativa mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.....	103
<b>Figura 38.</b> Infografía evaluación del riesgo por agroquímicos .....	104
<b>Figura 39.</b> Alternativas de prevención y protección del riesgo a agroquímicos .....	105

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Encuesta epidemiológica y de agroquímicos .....	117
<b>Anexo 2.</b> Inventario de agroquímicos del Corregimiento de Gabriel López.....	117
<b>Anexo 3.</b> Diagrama de flujo del proceso en SIG de la segunda fase .....	118
<b>Anexo 4.</b> Mapa de amenaza por toxicidad .....	119
<b>Anexo 5.</b> Mapa de amenaza por duración.....	119
<b>Anexo 6.</b> Mapa de amenaza por la cantidad de residuos agroquímicos .....	120
<b>Anexo 7.</b> Mapa de amenaza por frecuencia .....	120
<b>Anexo 8.</b> Mapa de amenaza por sintomatología .....	121
<b>Anexo 9.</b> Mapa de vulnerabilidad ecológica .....	121
<b>Anexo 10.</b> Generación del mapa de vulnerabilidad poblacional .....	122
<b>Anexo 11.</b> Mapa de vulnerabilidad ocupacional .....	122

## RESUMEN

Es conocido que el uso de agroquímicos es una problemática ambiental y de salud que se discute a nivel nacional e internacional, en el caso de este trabajo de grado del corregimiento de Gabriel López, municipio de Totoró en el Departamento del Cauca, se trabajó en 4 veredas que hacen parte de la zona de reserva campesina, donde el cultivo de papa es el principal proceso productivo de la región, para ello se hace necesario el uso de gran cantidad de agroquímicos afectando a la salud de la comunidad, el estudio tuvo como finalidad categorizar el nivel de riesgo por utilización de agroquímicos en el cultivo de papa mediante la aplicación de un sistema de información geográfica.

Se recopiló información a partir de un inventario de sustancias químicas construyendo una línea base de agroquímicos y se realizó un análisis estadístico descriptivo, además, se determinó las zonas de mayor riesgo con un sistema de información geográfica a partir de una cartografía temática de riesgo para lo cual se desarrolló el mapa de amenaza, mapa de vulnerabilidad y la elaboración del mapa de riesgo, para esto se calificó, ponderó y categorizó las variables para así interpolar la base datos con QGIS mediante interpolación IDW en formato Ráster, álgebra de mapas y reclasificación categórica obteniendo el mapa de riesgo.

Por último, se diseñó estrategias de prevención a partir de la cartografía obtenida, En la línea base de los agroquímicos se identificó que la mayoría son pequeños productores con un 39%, en la clasificación química los organoclorados con un 20% y carbamatos con un 30,5%. Para la categorización toxicológica se identificó mayor uso en productos ligeramente peligroso (III) y moderadamente peligroso (II) con frases de riesgo (R) representativa como R22 al ser nocivos por ingestión y seguridad (S) S37 con el uso de guantes y equipos protección personal. Por consiguiente, se determinó las zonas de mayor riesgo por agroquímicos a partir del sistema información geográfica se obtuvo un riesgo de categoría bajo (41,8%) y alto (40,3%) dentro de las 42 parcelas se definió los escenarios de riesgo y sus elementos vulnerables, en lo ecológico las fuentes hídricas (quebrada Chuscales, río Palace) y reservas naturales, como poblacional las mujeres en embarazo junto

a niños y por lo ocupacional los trabajadores por edad, duración, los equipos de protección personal.

Se diseñó estrategias de intervención y prevención de riesgo por agroquímicos con la elaboración de plantillas de registro de capacitaciones, asistencias, evidencia de riesgo, percepción categórica de riesgo y síntesis de riesgo, además en el plan de prevención se representó los equipos de protección personal, al igual que los pictogramas y finalmente se elaboró una infografía cartográfica de la zona de estudio de Gabriel López. Se podría concluir que el sistema de información geográfica es importante para categorizar e identificar el riesgo en zonas de cultivo de papa por exposición a agroquímicos.

***Palabras clave:*** Riesgo, Agroquímicos, SIG, Amenaza, Vulnerabilidad.

## ABSTRACT

It is known that the use of agrochemicals is an environmental and health problem that is discussed nationally and internationally, in the case of this degree work in the village of Gabriel Lopez, municipality of Totoró in the Department of Cauca, we worked in 4 villages that are part of the peasant reserve zone, The study had the purpose of categorizing the level of risk due to the use of agrochemicals in the potato crop through the application of a geographic information system.

Information was compiled from an inventory of chemical substances, building a baseline of agrochemicals and a descriptive statistical analysis was carried out, in addition, the areas of greatest risk were determined with a geographic information system based on thematic risk mapping for which a threat map was developed, The variables were qualified, weighted and categorized in order to interpolate the database with QGIS through IDW interpolation in raster format, map algebra and categorical reclassification to obtain the risk map.

Finally, prevention strategies were designed based on the mapping obtained. In the baseline of agrochemicals, it was identified that the majority are small producers with 39%, in the chemical classification organochlorines with 20% and carbamates with 30.5%. For the toxicological categorization, the greatest use was identified in slightly hazardous (III) and moderately hazardous (II) products with risk phrases (R) representative as R22 being harmful by ingestion and safety (S) S37 with the use of gloves and personal protective equipment. Consequently, the areas of greatest risk from agrochemicals were determined from the geographic information system, and a low (41.8%) and high (40.3%) risk category was obtained within the 42 plots, the risk scenarios and their vulnerable elements were defined, ecologically, water sources (Chuscales stream, Palace River) and natural reserves, as population, pregnant women, and children, and occupationally, workers by age, duration and personal protective equipment.

Intervention and risk prevention strategies for agrochemicals were designed with the development of templates for recording training, attendance, evidence of risk, categorical risk perception and risk synthesis, in addition to the prevention plan,

personal protective equipment was represented, as well as pictograms and finally a cartographic infographic of the Gabriel López study area was developed. It could be concluded that the geographic information system is important to categorize and identify the risk in potato growing areas due to exposure to agrochemicals.

***Key words:*** Risk, Agrochemicals, GIS, Threat, Vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

Una de las actividades de subsistencia para el ser humano es la agricultura, actividad que se mantiene presente, siendo así parte principal respecto al ámbito económico, para el desarrollo de la agricultura actual los países vienen trabajando con insumos agrícolas para una mejor productividad de los cultivos, sin tener en cuenta el riesgo en las fuentes hídricas y reservas naturales, la comunidad y los agricultores. Los productos utilizados en la práctica agrícola son los agroquímicos, esenciales para el cultivo de papa, pero también constituyen uno de los mayores problemas ambientales y salud pública debido al uso indiscriminado y sin control de dicho compuesto. Cabe mencionar, que el cultivo de papa está propenso a diversidad de plagas, malezas, patógenos, por tal razón, se debe hacer uso de productos químicos constantemente [1].

En Colombia una de las actividades más importante es el cultivo de la papa por ser un producto fundamental para la canasta familiar, la cual representa el 32% de la producción de los cultivos agrícolas, por este motivo la utilización prominente de agroquímicos es muy considerable en la zonas que cultivan papa, por esta razón la contaminación es alta debido a las grandes extensiones de cultivo de papa generando así efectos nocivos en la salud, siendo incluso letales por el alto grado de toxicidad [2]. La salud de la comunidad presenta consecuencias tóxicas y neurotóxicas ocasionadas por el uso indiscriminado de agroquímicos, teniendo en cuenta que en estas zonas de páramo poseen una gran producción de papa como son las veredas de Agua bonita, Chuscales, Tabaco y Calvache del corregimiento de Gabriel López [3].

De lo anterior, se realizó una categorización del nivel de riesgo a agroquímicos mediante un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca), del cual se creó un mapa de riesgo que determinó las zonas de mayor riesgo identificando el grado de toxicidad de estos agroquímicos, y así se evaluó el nivel de riesgo y la vulnerabilidad de los agricultores junto a las comunidades que están expuestas a residuos o almacenamiento de estos agroquímicos de forma directa o indirecta[4].



## CAPÍTULO I: PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

Los efectos perjudiciales a la salud por uso de plaguicidas se evidencia de manera inmediata y a largo plazo siendo letales por su alta toxicidad, además los efectos agudos y crónicos se generan por la exposición a plaguicidas durante periodos prolongados, siendo así que en Colombia en el protocolo de vigilancia y control de intoxicación por plaguicidas reporta el incremento de intoxicaciones en cuanto al uso intensivo y la ausencia de control por parte de las entidades para regular los valores permisibles en agroquímicos[3]. En el corregimiento Gabriel López, Municipio de Totoró (Cauca), la mayor actividad económica es la agricultura, donde predomina el cultivo de papa, el cual demanda gran cantidad de insumos agroquímicos y la exposición a estos insumos generan efectos tóxicos y neurotóxicos en la salud de los trabajadores y comuneros [5].

Teniendo en cuenta toda esta problemática, es importante generar un mapa riesgo que determine las zonas de mayor riesgo identificando el grado de toxicidad a partir del sistema de información geográfica (SIG), como es el manejo de QGIS de código libre y Google Earth Pro herramientas con las que se evaluará el nivel de riesgo y vulnerabilidad de los agricultores junto a la comunidad expuesta a estos agroquímicos de las 4 veredas (Agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco) del corregimiento Gabriel López. Además, es útil y funcional el uso de estas herramientas por su versatilidad y eficiencia al integrar información actualizada para procesos de investigación en exposición y vulnerabilidad del uso y manejo de agroquímicos, así como herramienta para instituciones y entidades en salud y ambiente [6].

## 1.2. Justificación

La comunidad se ve en riesgo al emplear estos agroquímicos por las diferentes vías de exposición, razón por la cual la organización panamericana de salud advierte que son perjudiciales por su toxicidad alta y efectos nocivos en la salud a corto y largo plazo. La falta de conocimiento en el manejo de agroquímicos genera intoxicaciones, alergias en la piel y muerte posible a un mal manejo de dosificación por el personal que está utilizando el producto debido a que gran parte de estos agroquímicos son muy tóxicos [4].

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, fue esencial hacer una categorización del nivel de riesgo a agroquímicos mediante un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca), con la finalidad de generar un mapa de riesgo que determine las zonas de mayor riesgo para así identificar el grado de toxicidad de estos agroquímicos con la ayuda de un sistema de información geográfico sobre la plataforma QGIS y Google Earth Pro, este proyecto evaluó el nivel de amenaza y vulnerabilidad para lograr el mapa de riesgo de los agricultores junto a las comunidades que están expuestas a residuos o almacenamiento de estos agroquímicos, junto al tiempo de exposición y la dosificación, al ser factores que influyen de manera directa o indirecta en los trabajadores y en la comunidad.

Por esta razón es pertinente que las personas que manipulan estas sustancias puedan consultar de forma geográfica el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sobre el uso de agroquímicos, para así diseñar estrategias de intervenciones locales y prevención del riesgo por exposición de agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica [7].

La ejecución del proyecto fue **factible**, ya que se cuenta con recursos para llevar a cabo la investigación, teniendo en cuenta que nuestra investigación fue de tipo observacional así mismo contamos con todos aquellos elementos materiales, humanos y de tiempo que nos permitió realizar los pasos fundamentales de la investigación; al mismo tiempo fue **viable**, por lo que la comunidad permitió recolectar la información necesaria. Finalmente se espera que la investigación

mejore en tomar las decisiones y medidas de prevención adecuadas frente a los riesgos por agroquímicos en la comunidad expuesta.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Categorizar el nivel de riesgo a agroquímicos mediante un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Generar línea base de los agroquímicos con un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).
- Determinar las zonas de mayor riesgo toxicológico a agroquímicos con cartografía temática en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).
- Diseñar estrategias de intervenciones locales y prevención de riesgo por exposición de agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado Del Arte

Con la temática de Categorización del nivel de riesgo a agroquímicos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) se consultó estudios nacionales e internacionales para plantear la metodología, análisis y discusión en este estudio Tabla 1

**Tabla 1**

*Estudios realizados a nivel nacional e internacional*

Tema o título	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusiones y recomendaciones	Ref.
Mapeo geográfico toxicológico de los plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz de la zona norte de la provincia de Los Ríos” (Quevedo Ecuador 2020-2021)	Valorar a través de un mapeo geográfico la toxicología de los plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz de la zona norte de la provincia de Los Ríos.	Valorar a través de un mapeo geográfico la toxicología de los plaguicidas.	Los principales agro insumos son fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas.	nuevas alternativas para cultivar maíz, con productos orgánicos y biológicos.	[8]
Conflicto ambiental de uso de suelo en la cuenca hidrográfica Tapacurá - PE	Desarrollar un diagnóstico geoambiental para la región de la cuenca del Tapacurá en áreas de posible ocurrencia de conflicto de uso de suelo.	Se exportaron las coberturas geográficas en un folder de formato Esri Shapefile.	se obtuvieron las características morfométricas de los compartimientos hidrológicos.	SWAT, permitió un mejor conocimiento del área y obtener información para el proceso de uso y ocupación de la cuenca del río Tapará.	[9]

<b>Tema o título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Métodos</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>Ref.</b>
Modelamiento geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito de Leimebamba – Amazona	Determinar el grado de vulnerabilidad en el aspecto físico y socioeconómico mediante análisis y modelamiento geoespacial en plataforma SIG.	base de datos geoespaciales del distrito; fueron valoradas en función de vulnerabilidad para ser integradas en submodelos.	baja vulnerabilidad 26.4% los CP zona norte, otros centros poblados con menor tamaño con 5.53% y la zona centro sur distrital con 0.14%	Se recomienda desarrollar estudios a detalle de las interacciones que conllevan a la valoración de alternativas de protección o control	[10]
Análisis de riesgo asociado a la exposición crónica a plaguicidas, con el uso de Sistemas Información Geográfica y percepción remota	Evaluar el riesgo de las poblaciones aledañas a zonas de cultivo a la exposición crónica de plaguicidas por vía aérea.	Se implementó un análisis multicriterio de variables para evaluar los componentes de riesgo.	11.8% de las manzanas Urbanas están “sin riesgo” y por lo tanto no hay amenaza.	los SIG, la percepción remota y el análisis multicriterio de variables son de gran utilidad para determinar las zonas urbanas expuestas a plaguicidas.	[11]
Estimación del riesgo ecológico por uso de agroquímicos en zona agrícola del corregimiento de Gabriel López (Totoró – Cauca-2021)	Estimar el riesgo ecológico por uso de agroquímicos en cultivos de papa ubicados en Gabriel López (Totoró - Cauca).	(cociente de riesgo, modelo, GUS, IRR y guía matricial ambiental),	el ecosistema más afectado según el modelo cociente de riesgo es el acuático con 77 %,	agricultores no tienen conocimiento en cuanto a los riesgos del uso excesivo de agroquímicos, se recomienda realizar capacitaciones.	[12]
Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca (Colombia – 2017).	Identificar efectos adversos en la salud y en el medio ambiente asociado con el manejo de plaguicidas	Se realizó un estudio descriptivo transversal con una muestra de 125 trabajadores.	El 74,4 % (n=93) de los trabajadores empleaban plaguicidas en su trabajo y el 49,6% (n=62) los usaban en el hogar.	El plaguicida más frecuentemente utilizado en el trabajo fue el Manzate de categoría toxicológica III.	[13]

<b>Tema o título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Métodos</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>Ref.</b>
Manual para la elaboración de mapas de riesgo (Buenos Aires -Argentina-2019)	Realizar una metodología para la elaboración de mapas de riesgo que contribuyan a la fase de prevención y mitigación de riesgos.	Elaborar mapas de riesgo uso software libre QGIS.	Mapa de amenazas más mapa de vulnerabilidad me genera el mapa de riesgo.	Se presentaron diversas metodologías para el análisis de determinadas amenazas.	[14]
Efecto de los agrotóxicos en la salud de los trabajadores de Mesitas del Colegio, Cundinamarca	Evaluar los efectos de los agrotóxicos en la salud de los floricultores.	encuestas de morbilidad a trabajadores, relacionando la exposición a agroquímicos.	de mayoría exposición a abamectina y carbamatos, síntoma más prevalente fue la cefalea seguida de los síntomas respiratorios	Existen métodos básicos de protección, la correcta implementación y el uso continuo permiten reducir el impacto nocivo en la salud de los trabajadores.	[15]
Reportes al centro Nacional de Toxicología de mujeres en edad fértil expuestas a plaguicidas	Caracterizar los informes al centro nacional de toxicología de mujeres en edad fértil expuestas a plaguicidas entre 2009 y 2013	estudio observacional en de 402 mujeres, se analizaron las variables edad, circunstancia, gravedad de la intoxicación y tipo de pesticida	mujeres en edad fértil representaron la mitad del total de expuestos, con edad promedio de 30.3 años. Los plaguicidas más involucrados son del grupo otros/varios	Las mujeres más afectadas fueron las del grupo de 12 a 24 años, con intoxicaciones intencionales suicidas de leve intensidad.	[16]
Zonificación de la exposición a plaguicidas en el estado de Chiapas utilizando sistemas de información geográfica (Chiapas 2021)	Elaborar la zonificación de la exposición a plaguicidas mediante revisión documental y aplicación de Sistemas de Información Geográfica.	Se usó el software ArcMap 10.3 de la plataforma ArcGIS.	Se logró identificar que las concentraciones más altas de algunos plaguicidas se reportaron en la región X Soconusco.	la información procesada en el SIG puede identificar en qué punto se encuentra la mayor aplicación de plaguicidas, tipo de plaguicida, puntos donde se presenta la mayor o menor exposición.	[17]

Tema o título	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusiones y recomendaciones	Ref.
Análisis comparativo de cuatro plugins de QGis para la creación de mapas web (2021)	Analizar cuatro plugins de QGis para la creación de mapas web	ventajas y desventajas de las herramientas ofrecidas en cada uno de los planes de suscripción.	GIS Cloud Publisher ofrece más herramientas de visualización que las demás	GIS Cloud Publisher ofrece más herramientas de visualización y edición.	[18]
"Intoxicaciones por plaguicidas en los fumigadores y medidas preventivas de enfermería en el puesto de salud virgen de las mercedes-supe-2021"	Determinar la relación entre las intoxicaciones por plaguicidas de los fumigadores y las medidas preventivas de enfermería	muestra de 79 fumigadores pertenecientes a 4 cuadrillas de trabajadores agrícolas.	36.7% prácticas adecuadas conocimiento alto, 20.3% practicas inadecuadas conocimiento regular. 6.3% presentan prácticas inadecuadas y un conocimiento bajo.	Realizar estudios en otras poblaciones vulnerables sobre intoxicaciones por plaguicidas en los fumigadores.	[6]
Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación por agroquímicos	Evaluar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por agroquímicos.	Desarrollamos Índice de vulnerabilidad Hídrica y Contaminación por agroquímicos (HAVACI).	3% presenta vulnerabilidad baja, 3,5 % vulnerabilidad media baja, 3,0% vulnerabilidad media-alta, 13,2% vulnerabilidad alta.	HVACI herramienta importante para dirigir los esfuerzos de gestión ambiental hacia áreas identificadas como altamente vulnerables a la contaminación por agroquímicos.	[5]
Estudio de la relación del uso de agroquímicos elaborados a base de carbamatos en cultivos de cebolla, con la salud de agricultores en el municipio de Aquitania Boyacá.	Identificar las afectaciones que produce la manipulación de agroquímicos elaborados a base de carbamatos hacia la salud de los agricultores de cultivos de cebolla.	Se identificaron los pesticidas más utilizados, con el método Rho de Spearman.	intoxicaciones de grado leve y moderado; afectando principalmente sistemas cardiovasculares y nervioso de los sujetos.	variables seleccionadas obtienen una alta correlación con las afectaciones de salud observadas en la muestra, ocasiona la aparición de síntomas y enfermedades en el ser humano.	[19]

Tema o título	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusiones y recomendaciones	Ref.
Evaluación in vitro y priorización toxicológica de mezclas de plaguicidas en concentraciones derivadas de exposición real en escenarios ocupacionales	Evaluó los perfiles toxicológicos de trece mezclas de pesticidas utilizadas para la protección de la vida.	Se integraron en la herramienta ToxPI obteniendo una clasificación de toxicidad de las mezclas.	Se obtuvo una clasificación de toxicidad de las mezclas, lo que permitió priorizar los efectos también entre mezclas de composición similar.	El enfoque demostró ser adecuado para la agrupación de perfiles toxicológicos con pruebas de acción común y con diferentes mezclas.	[20]
Guía para la prevención y mitigación de los impactos negativos causados en la salud humana y el medio ambiente por uso excesivo de agroquímicos. (Bogotá D.C. 2019).	Realizar una guía para la prevención y mitigación de los impactos negativos causados en la salud humana y el medio ambiente por uso excesivo de agroquímicos.	La metodología es descriptiva, cuantitativa, muestreo no probabilístico, se realizaron entrevistas a 486 fumigadores.	El agroquímico más utilizado por los agricultores es Daconil, el cual se clasifica en la categoría toxicológica 2 como moderadamente peligroso.	Realizar capacitaciones a los agricultores sobre el uso adecuado de agrotóxicos y las afectaciones a la salud.	[4]
“Análisis de riesgo de desastres y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito Alto de la Alianza, tacna”2021	Identificar los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad	procesar información mediante el software especializado en el manejo de datos mediante un SIG	El riesgo en la zona de estudio tiene un nivel alto y una vulnerabilidad que representa un nivel muy alto.	implementar estrategias que puedan plantear la reducción de la vulnerabilidad en el sector público y privado.	[21]
Operación del programa nacional de recolección de envases vacíos de agroquímicos y afines, en la región sureste del estado de Coahuila.	Implementar estrategias para un manejo integral de los envases vacíos de agroquímicos usados en la protección de cultivos en la Región Sureste de Coahuila.	Se visitaron 40 unidades de producción con 5 visitas de capacitación junto con la recolección de envases.	Se logró la recolección de 1.5 toneladas de envases vacíos de agroquímicos.	Desconocen las responsabilidades de manejo, disposición, se requiere de una campaña educativa intensa y continua daños a la salud y disposición segura de agroquímicos.	[22]



Tema o título	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusiones y recomendaciones	Ref.
Percepción del riesgo del uso de agroquímicos en los principales cultivos de hortalizas en la Campiña de Socabaya	Describir y analizar las percepciones de los agricultores de Socabaya por usar agroquímicos en el manejo de cultivos de pan representando peligros en la salud humana y ambiente.	se aplicaron técnicas cuantitativas y cualitativas del DRP.	Utilizan plaguicidas de etiqueta amarilla en un 31.03%.	Sabían el daño que producen los agroquímicos, pero lo siguen usando porque piensan que es la mejor alternativa para asegurar sus cosechas.	[11]
Changes in land use for investments in silvoarable agriculture projected by the space-time model CLUES-S	Establish a time horizon to examine the agroforestry changes that are expected in the most important land use units as rural landscape development of the municipality of Mouzaki.	Scenarios were introduced in the spatial module of the CLUES-S space-time.	In the year 2040, the extension of silvoarable systems is expected to increase significantly (57%) with respect to the reference year 2020.	With investments in the agricultural sector, it is promoting regional rural development, mainly in agroforestry systems.	[23]
Diseño de un manual de prevención de riesgos químicos en actividades de cultivo de papa en la finca Los Colorados ubicada en Pasca – Cundinamarca	Diseñar un manual de prevención de riesgo químicos que permita generar directrices para el correcto manejo de sustancias químicas en proceso de cultivos de papa en la finca los Colorados en el municipio de Pasca - Cundinamarca	se diseñaron dos instrumentos con enfoque cualitativo con listas de chequeo y entrevistas.	Se elaboraron dos (2) manuales, el primero con un enfoque informativo con alcance a la comunidad, el segundo manual se diseñó con un alcance específico para los agricultores y comunidad campesina.	Es importante comprender los componentes de las etiquetas, pictogramas y rotulado de los productos químicos, junto con el uso de las hojas de seguridad para cada producto.	[24]
Deterministic and probabilistic risk of strawberry consumption with pesticide residues	Strawberry samples along two years were analyzed via the multiresidue method	Was evaluated in two scenarios: a) consumption data from an online questionnaire or b) consumption data	The risk is low if a body weight of 60 kg is considered.	A.i. tested in the first scenario had the possibility of intake exceeding the aid. in the second scenario, only a.i. of procymidone exceeded the ADI.	[25]

Tema o título	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusiones y recomendaciones	Ref.
Diseño de un programa de prevención de riesgo químico relacionado con el uso de plaguicidas para una microempresa agrícola	Diseñar el programa de prevención de riesgo químico relacionado con el uso de plaguicidas	unidad de análisis de la microempresa, y como muestras poblacionales como objeto de estudio son de 7 trabajadores.	Mal empleo de EPP, No acostumbran a bañarse después de realizada la fumigación y no se lavan las manos adecuadamente antes de consumir alimentos.	Para las microempresas de este tipo se recomienda tomar el examen de colinesterasa cada 3 o 6 meses a los fumigadores, y adelantar otras investigaciones.	[26]

*Nota.* Estudios a nivel nacional e internacional realizados sobre Categorización del nivel de riesgo a agroquímicos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Para el desarrollo del trabajo de investigación titulado “Categorización del nivel de riesgo por agroquímicos mediante el sistema de información geográfica (SIG)” se destacó los referentes “Evaluación del manejo de los residuos peligrosos provenientes de la actividad agrícola de cultivo de papa en el corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)” [27] y la “Estimación del riesgo ecológico por uso de agroquímicos en zona agrícola del corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)” [12]. Los cuales fueron útiles para generar la línea base de los agroquímicos utilizados en la zona de estudio de interés.

Para determinar las zonas de mayor riesgo toxicológico a agroquímicos con cartografía temática se adaptó a estudios como el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal – Escala 1:100.000” [28]. Además, con el “Estudio de riesgos químicos inherentes al proceso de cultivo y cosecha de cebolla larga en la vereda Hato Viejo del municipio de Aquitania” [29]. Finalmente, para el diseño de estrategias de intervenciones locales y prevención del riesgo por agroquímicos se ajustó a “la percepción del riesgo en los procesos de urbanización del territorio” [30]. Así mismo la “Prevención de riesgos durante el uso de productos fitosanitarios” [28].

## **2.2. Marco Conceptual**

En la producción de la papa se presentan diferentes tipos de plagas, patógenos y malezas de tal manera el manejo de agroquímicos es importante para el desarrollo del cultivo mejorando en la productividad del cultivo de papa[13]; sin embargo la manipulación de estos insumos agrícolas generan una exposición a la salud de los trabajadores y un riesgo toxicológico debido a la exposición a agroquímicos que son sustancias peligrosas para la salud al estar en contacto con la vista, piel y sistema respiratorio, teniendo en cuenta que la cantidad o dosificación de la sustancia en contacto permite visualizar el nivel o grado de toxicidad. El empleo masivo de múltiples plaguicidas químicos afecta la salud de los trabajadores y comunidades rurales y por supuesto la de los consumidores, al aumentar y mejorar la productividad del cultivo se opta por el uso de estos químicos, dejando un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento [31].

La afectación por plaguicidas fundamentalmente está dada por la aplicación directa en los cultivos, inadecuado lavado de tanques, filtraciones en los depósitos de almacenamiento, derrames accidentales, el uso inapropiado por parte de los trabajadores, estos factores mencionados anteriormente provocan su distribución en la naturaleza y el resto de los plaguicidas se distribuyen en el ambiente generando contaminación para los sistemas bióticos y abióticos siendo un peligro de salud pública [12].

### **2.2.1. Mapa de amenazas**

El uso del mapa de amenaza brinda información más accesible para la comunidad expuesta y de esta manera suponer el tamaño junto a la frecuencia de eventos de amenaza de exposición a agroquímicos, para los niveles de riesgo toxicológico se delimitan las zonas de amenaza a partir de un mapa, además se definen los puntos susceptibles por la exposición a agroquímicos. Se simplifica el mapa para hacer énfasis de la severidad de la amenaza evidenciada, definiendo con puntos las zonas críticas a partir de una escala desde alto, medio y bajo, representando el

grado de amenaza con colores en cada zona de estudio y sea más entendible para la comunidad de las zonas de estudio [32].

Las intervenciones locales de forma colectiva priorizan situaciones de fácil identificación como indicadores de riesgo toxicológico a partir de la selección de información con la superposición de capas mediante el sistema de información geográfica (SIG).

### **Susceptibilidad**

Frente a la exposición a agroquímicos la susceptibilidad es un instrumento importante para el desarrollo de gestión de riesgo y el análisis de la vulnerabilidad, además para determinar la susceptibilidad de la comunidad frente a amenaza se valoran factores implicados con métodos cualitativos y de forma cuantitativa se estima la vulnerabilidad. Por ello según el espacio geográfico involucrado se considera que eventos se analizan dependiendo de la afectación sea mayor o menor frente a la exposición a agroquímicos [10].

#### **2.2.2. Mapa Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad como factor comprende las características de una comunidad y que al generarse una amenaza se verán susceptibles de sufrir un daño o pérdida grave. Además, para la situación de vulnerabilidad por exposición a agroquímicos se define a partir de la comunidad residente mediante la representación espacial del mapa de vulnerabilidad. Es decir, la vulnerabilidad está asociada por las comunidades que pueden ser afectadas respecto a la salud, respecto a la comunidad, y un factor social, así identificar que está expuesto en esta área de estudio y dar tal grado de vulnerabilidad y registrar que agroquímico no debería utilizar porque puede generar una vulnerabilidad alta [33]. El mapa de vulnerabilidad busca establecer una distribución geográfica para ser visible la amenaza que afecte a una comunidad en lo social, ecológico y físico [14].

### **2.2.3. Mapa de riesgo**

El riesgo se ocasiona según la población y los elementos vulnerables frente a una situación de exposición como la amenaza según la estrategia internacional de reducción de riesgos de desastres (EIRD). Además, una población vulnerable se ve afectada por la probabilidad de que genera la amenaza como una situación de riesgo [14]. La gestión del territorio en prevención de riesgo es primordial para fijar las zonas de alto riesgo en la salud, al categorizar el nivel de mayor a menor riesgo frente a los peligros toxicológicos de agroquímicos se ve necesario utilizar herramienta de análisis como es el mapa de riesgo.

El mapa de riesgo es un gráfico que pretende indicar la distribución espacial o geográfica de los perjuicios previstos de una o más amenazas, representa una amenaza primordial así mismo las condiciones de vulnerabilidad vinculada a esta [14].

### **2.2.4. Sistema de Información Geográfica**

Es importante en la planificación la efectividad en la actualización y aplicación del mapa de riesgo como el manejo del sistema de información geográfica (SIG) se logra procesar y almacenar datos espaciales para capturar e integrar capas, en este caso analizando la georreferenciación de puntos por la exposición a agroquímicos [16], además a medida que se actualiza e integra va generando nueva información al ser eficientes por su variabilidad de procesos [14].

### 2.3. Marco Normativo

A continuación, en la Tabla 2 se representa la normatividad relacionada con la categorización del nivel de riesgo toxicológico a partir de sistema de información geográfica (SIG) con el fin de dejar bases cartográficas para prevención de riesgo químico por la aplicación y exposición a agroquímicos en la zona rural del corregimiento de Gabriel López.

**Tabla 2**

*Marco legal*

Norma	Descripción	Expedición	Ref.
Resolución N° 8439 de 1993	Se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.	Ministerio Salud	de [34]
Decreto N° 1843 de 1991	Se reglamenta parcialmente los títulos III, V, VI, VII Y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.	Ministerio Salud	de [35]
Ley 55 de 1993	Se aprueba la seguridad en la Utilización de los productos químicos en el trabajo, “adoptados por 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990”.	Congreso Colombia	de [36]
Decreto N° 1443 de 2004	Se reglamenta la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.	Ministerio Ambiente, Vivienda Desarrollo Territorial	de [34] y
Ley 1196 de 2008	Se aprueba el convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.	Congreso República	de la [26]
Decreto 1111 de 2017	Definición de estándares mínimos para SG-SST, empleadores y contratantes	Ministerio Trabajo	del [26]
Resolución 1016 de 1989	Se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de Salud Ocupacional.	Ministerio trabajo y seguridad Social	de [26] y
Decreto 1076 de 2015	Compila las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector vivienda, ciudad y territorio.	Ministerio ambiente Desarrollo Sostenible	de [37] y
Decreto 3600 de 2007	Se reglamentan las disposiciones relativas al ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y	Ministerio Ambiente, Vivienda	de [38] y

Norma	Descripción	Expedición	Ref.
	edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.	Desarrollo Territorial.	
Resolución 0578 de 2004	Se hace un cambio en la clasificación toxicológica de un plaguicida y se prohíbe la importación, fabricación, formulación, comercialización y uso de una sustancia de tipo plaguicida.	Ministerio de la Protección Social	[39]

*Nota.* Marco legal de Categorización del nivel de riesgo a agroquímicos con un Sistema de Información Geográfica (SIG) en el corregimiento de Gabriel López.

Según la normatividad mencionada en la Tabla 2 fue importante el uso del Sistema de Información Geográfico en los estudios de categorización toxicológica como también la estimación de riesgos químicos por agroquímicos, de esta manera fue pertinente mencionar la normatividad más influenciada en este estudio como es la ley 09 de 1979 con los títulos reglamentados parcialmente (III,V,VI,VII,XI) por el decreto No 1843 de 1991 sobre uso y manejo de plaguicidas[28], además el Decreto N. ° 1443 de 2004 reglamenta la prevención y control respecto al daño ambiental por el uso de plaguicidas y residuos peligrosos originario de los mismos junto a la toma de otras determinaciones y de la misma manera el Decreto 3600 de 2007 del cual se reglamentan las disposiciones de la ley 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones [12].



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Fase 1. Generación de la línea base de agroquímicos con un Sistema de Información Geográfica en el corregimiento de Gabriel López

**Descripción del área de estudio:** el área de estudio del trabajo de investigación se encuentra ubicada en las cuatro veredas Chuscales, Tabaco, Calvache y Agua Bonita perteneciente al corregimiento de Gabriel López (Totoró-Cauca). Se encuentra sobre la cordillera central de los Andes entre las coordenadas geográficas ( $2^{\circ} 32' 15.40''$  N,  $76^{\circ} 17' 4.85''$  O y  $2^{\circ} 27' 19.50''$  N,  $76^{\circ} 18' 16.49''$  O) a una altura de 2000 a 3084 m, el territorio es reconocido por ser fértil, su mayor productividad agrícola está basada en el cultivo de papa, se propone un enfoque metodológico cuantitativo con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados de Categorizar el nivel de riesgo de agroquímicos mediante un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca) Figura 1

#### Figura 1

*Veredas de estudio corregimiento de Gabriel López*



*Nota.* Mapa de las Veredas de estudio corregimiento de Gabriel López (Totoró-Cauca), vista panorámica, Google Earth Pro, 2023.

### **3.1.1. Recopilación de información e inventario de sustancias químicas**

Mediante la revisión de fuentes bibliográficas se obtuvo información precisa de la zona de estudio para así conocer la cantidad de agroquímicos utilizados e identificar las sustancias manipuladas en cada actividad del proceso del cultivo de papa, de esta manera fue posible la elaboración de un inventario de sustancias químicas con la base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) [40]. Como también información de compuestos activos de agroquímicos, propiedades fisicoquímicas, dosificación, tiempo de aplicación a los cultivos, características de uso y manejo de agroquímicos en las cuatro veredas del corregimiento de Gabriel López [40].

### **3.1.2. Estimación de los agroquímicos más usados**

Se tuvo en cuenta datos previamente georreferenciados de las cuatro veredas del estudio realizado por el trabajo de investigación “evaluación del manejo de los residuos peligrosos provenientes de la actividad agrícola de cultivo de papa en el Corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca) ”, se ajustó la información de la lista de agroquímicos empleados durante la siembra, desarrollo y cosecha, además como zona de estudio se estimó las áreas de producción de cultivos de papa, finalmente se creó base de datos de la clasificación química con el software Microsoft Excel y Spss Statistics con el fin de asimilar los agroquímicos más utilizados en la actividad agrícola de las 4 veredas del corregimiento de Gabriel López[25].

### **3.1.3. Análisis estadístico descriptivo**

Para el análisis de los datos recopilados se manejó la estadística descriptiva, la cual trata del recuento, ordenación y clasificación de información como; a) categorización toxicológica; b) frases de riesgo y seguridad específicos, realizando gráficas a partir del programa Excel con gráficos como diagramas de barras o columnas y sectores circulares para la distribución de las 4 veredas [41].

### 3.2. Fase 2. Determinación de las zonas de mayor riesgo de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).

#### 3.2.1. Identificación y obtención de información cartográfica necesaria

En la identificación y obtención de información cartográfica se elaboró una tabla distribuida en etapas, información requerida, descripción y fuentes, con respecto a las etapas se ordenó en cuatro (4) etapas como la preparatoria, análisis en amenaza, vulnerabilidad y riesgo, de acuerdo con lo sugerido por el "IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal". Además, en la información requerida se mencionó la cartografía que contiene cada etapa, por otro lado, en la descripción se indicó la información georreferenciada que contiene junto con los procesos para obtener los mapas de estudio y finalmente en la fuente se mostró la información cartográfica y base de datos Tabla 3 [28].

**Tabla 3**

*Información cartografía necesaria*

<b>Etapas</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuentes</b>
PREPARATORIA (GENERACIÓN DE BASE CARTOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO)	Mapas base de veredas de Colombia	Límites administrativos a nivel veredal de Colombia, con sus respectivos requisitos de identificación.	Dane, Esri Colombia, UPRA [42].
	Georreferenciación de las parcelas de estudio	Coordenadas de las parcelas de estudio en las cuatro veredas de estudio (Chuscales, Agua bonita, Calvache, Tabaco).	Base datos de la encuesta epidemiológica de agroquímicos desarrollado en el semillero SIGAM Anexo 1.
ANÁLISIS DE AMENAZA	Mapa de Toxicidad	Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de información estadísticamente georreferenciada sobre la categoría toxicológica de agroquímicos según la base de	OCHA Colombia, DANE, Esri Colombia, UPRA Base de datos del semillero de investigación en Gestión

<b>Etapa</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuentes</b>
		datos del semillero de investigación en gestión ambiental.	Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.
	Mapa de Duración de exposición	Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de información estadísticamente georreferenciada sobre las horas de exposición durante la semana.	OCHA Colombia, DANE, Esri Colombia, UPRA [43]. Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia
	Mapa de Cantidad de residuos agroquímicos	Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de información estadísticamente georreferenciada sobre la cantidad de residuos agroquímicos generados	Esri Colombia, UPRA [43]. Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.
	Mapa de susceptibilidad de la comunidad	Mapa obtenido a partir de suma de las variables calificadas de los mapas de toxicidad, duración y cantidad de agroquímicos	Esri Colombia, UPRA [43]. Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.
	Mapa de frecuencia de exposición	Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de información estadísticamente georreferenciada sobre el número de veces de exposición con respecto a la duración de exposición en la semana	Esri Colombia, UPRA [42]. Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.
	Mapa de sintomatología	Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de información estadísticamente georreferenciada sobre el número de síntomas reportados.	Esri Colombia, UPRA [42]. Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.

<b>Etapa</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuentes</b>
	Mapa de Amenaza por agroquímicos	Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables calificadas de los mapas de susceptibilidad de la comunidad expuesta, frecuencia y sintomatología	Elaboración propia para la construcción del mapa de mapa de riesgo por agroquímicos
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	Mapa vulnerabilidad poblacional agroquímicos	de Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de la información estadística georreferenciada del número de personas tanto niños como mujeres y si los cultivos se encuentran cerca a la vía o vivienda	Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia
	Mapa vulnerabilidad ecológica agroquímicos	de Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de la información estadística georreferenciada del sitio de abastecimiento, formulación y preparación, si se encuentra en reservas naturales y fuentes hídricas	Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia
	Mapa vulnerabilidad ocupacional agroquímicos	de Mapa obtenido a partir de la reclasificación calificada de la información estadística georreferenciada de la edad, equipo de aplicación, duración y uso de equipos de protección personal (EPP).	Base de datos del semillero de investigación en Gestión Ambiental (SIGAM) Anexo 1. Elaboración propia.
	Mapa vulnerabilidad total a agroquímicos	de Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables calificadas de los mapas de vulnerabilidad poblacional, ecológica y ocupacional	Elaboración propia para la construcción del mapa de riesgo por agroquímicos
ANÁLISIS DE RIESGO	Mapa de riesgo por agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López	Mapa obtenido a partir del producto, calificado y categorizado de los mapas de amenaza y vulnerabilidad total.	Elaboración propia del organismo que este a cargo de la construcción del mapa de riesgos por agroquímicos.

*Nota.* información de las etapas de análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Elaboración propia

### 3.2.2. Calificación, ponderación y categorización de variables

Para la realización de nuestro trabajo de investigación fue necesario establecer variables de riesgo definidas, con lo cual se clasificó las variables de acuerdo con un grado de riesgo, es por ello por lo que se definió con un nivel específico de riesgo (Bajo, Moderado, Alto, Muy alto).

Para obtener nuestro resultado final fue necesario asignar ponderaciones, las cuales fueron adaptadas por trabajos de investigación, "IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal " los cuales dieron ponderaciones realizadas por expertos [28].

#### **Calificación de variables y factores**

Se realizó la clasificación y categorización mediante adaptación del "IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal "aplicando la fórmula de amplitud del rango para cada una de las variables, los valores se generaron con la siguiente Ecuación (1).

$$\text{Amplitud de rango} = \frac{\text{Max}-\text{Min}}{n} \quad (1)$$

*Donde:*

*Min: Valor mínimo*

*Max: Valor máximo*

*n: Número de clases*

La calificación categórica se asigna dependiendo de los rangos obtenidos para la caracterización de amenaza, vulnerabilidad y riesgo Tabla 4 [28].

**Tabla 4***Calificación categórica de los rangos*

Rango por variable	Categoría	Calificación
	Baja	1
	Moderada	2
	Alta	3
	Muy alta	4

*Nota:* calificación categórica por rangos para la caracterización de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Elaboración Propia

### **Ponderación de variables y factores**

Para obtener el mapa de toxicidad se ponderó teniendo en cuenta la “Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación” [43]. Se asignó ponderaciones a cada una de las categorías toxicológicas mencionadas a continuación; Altamente peligroso IB, Moderadamente peligroso II, Ligeramente peligroso III, Normalmente no ofrece peligro IV, considerando que las ponderaciones son asignadas según el valor de importancia donde se asigna mayor ponderación a la categoría toxicológica más peligrosa, además en cada insumo se verificó sus fichas de seguridad así fue posible establecer la categoría toxicológica de cada sustancia química y poder dar la clasificación para lograr asignar las ponderaciones según su peligrosidad toxicológica [28].

Otras de las ponderaciones asignadas son para susceptibilidad de la comunidad expuesta, frecuencia y sintomatología variables para la obtención del mapa de amenaza total, al igual que las ponderaciones de vulnerabilidad poblacional y vulnerabilidad ecológica y vulnerabilidad total como resultado, las variables mencionadas anteriormente se le asignaron las ponderaciones mediante adaptación del “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” [28].

Finalmente, para obtener el mapa de vulnerabilidad total se asignó la ponderación de vulnerabilidad ocupacional, Considerando que todas las variables no tienen la

misma importancia, se asignó un valor mayor a vulnerabilidad ocupacional porque los trabajadores son los que están más expuestos a los agroquímicos, esta ponderación fue asignada con la “GTC 45” Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. para definir el nivel de consecuencia se valora la actividad significativa en este caso la aplicación de agroquímicos siendo una consecuencia directa muy grave (MG), con resultados en términos de lesiones o enfermedades Tabla 5 [29].

**Tabla 5**

*Determinación nivel de consecuencias*

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

*Nota.* Determinación del nivel de consecuencia. Adaptado de la “GTC 45” Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional [29].

### 3.2.3 Etapa preparatoria

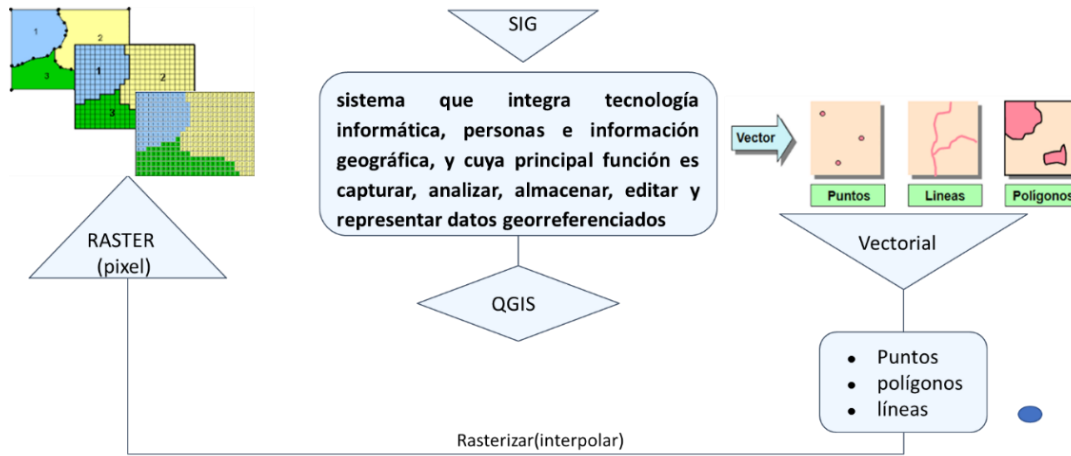
#### 3.2.3.1. Fase metodológica con un sistema de información geográfica (SIG)

En la representación del flujograma metodológico se trabajó con un sistema información geográfica del cual se integró información, en este caso la base datos de las variables de estudio con la encuesta epidemiológica e inventario de agroquímicos, de esta manera se analizó y almaceno en el software QGIS para representar geográficamente las parcelas de estudio de forma vectorial con puntos, luego se procesó con la interpolación (IDW) para obtener un ráster representado en píxeles con esto se asimiló nueva información Figura 2.



**Figura 2**

*Fase metodológica del sistema de información geográfica*



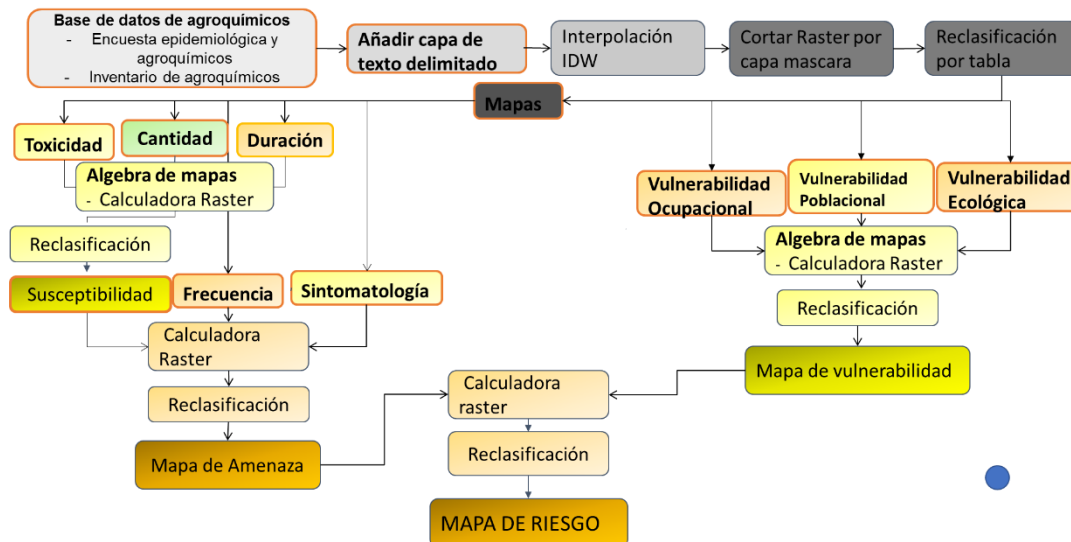
*Nota.* flujograma metodológico sobre el proceso del sistema de información geográfica. Elaboración propia

### 3.2.3.2. Procesamiento en QGIS

A continuación, en la Figura 3 se indica un flujograma metodológico del procesamiento con el programa QGIS.

**Figura 3**

*Procesamiento del programa QGIS*



*Nota.* Procesamiento de la elaboración de mapas para obtener mapa de riesgo, elaboración propia.

Según lo anterior, se trabajó con un base datos de los resultados de la encuesta epidemiológica Anexo 1 y el inventario de agroquímicos Anexo 2. De esta manera para la caracterización de amenaza se obtuvo valores para toxicidad, cantidad, duración, frecuencia y sintomatología, por otro lado, en la caracterización de la vulnerabilidad se consiguió valores de vulnerabilidad ocupacional, poblacional y ecológica, teniendo en cuenta que en algunas variables se realizó ponderaciones como en toxicidad, susceptibilidad, amenaza y vulnerabilidad, estas ponderaciones se adaptaron a “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” y algunos criterios específicos en riesgo por agroquímicos[28].

Posterior al procesamiento del programa QGIS se añadió capas de texto limitado, en razón que los datos provenían de tablas tabuladas resultado de la mencionada encuesta, luego se interpoló con la herramienta interpolación IDW, continuando con un corte ráster por capa de máscara ráster, posteriormente se realizó una reclasificación con la herramienta reclasificar por tabla para los mapas toxicidad, cantidad, duración y frecuencia como parte de la amenaza, también en la vulnerabilidad se procesó con los mapas de vulnerabilidad ocupacional, poblacional y ecológica [44].

En otra fase como es el álgebra de mapas con el proceso de calculadora ráster se realizó la operación con los mapas de toxicidad, cantidad y duración obteniendo el mapa de susceptibilidad, con este mapa más el mapa de sintomatología y de frecuencia junto con las ponderaciones se logró el mapa de amenaza, por otro lado, en la vulnerabilidad se realizó la operación álgebra de mapas con ponderación mediante el mapa de vulnerabilidad ocupacional, poblacional y ecológico, finalmente para obtener el mapa de vulnerabilidad total. El mismo proceso de operación y su respectiva reclasificación categórica entre el mapa de amenaza y vulnerabilidad total obteniendo finalmente el mapa de riesgo por agroquímicos en las veredas de estudio (Agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco) del corregimiento de Gabriel López [29].

### **3.2.4. Integración de factores para la identificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo**

En esta segunda fase de la cartografía temática de las zonas de mayor riesgo, de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos, se trabajó en cuatro etapas; una primera etapa, que consiste en la definición de las zonas de responsabilidad; segunda etapa: caracterización de la amenaza; tercera etapa: caracterización de vulnerabilidad y por último una cuarta etapa: mapa de riesgo [28]. En el Anexo 3 se indica el diagrama de flujo de la segunda fase “Cartografía temática de las zonas de mayor riesgo de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca)”.

#### **3.2.4.1. Primera etapa: Definición de la zona de responsabilidad**

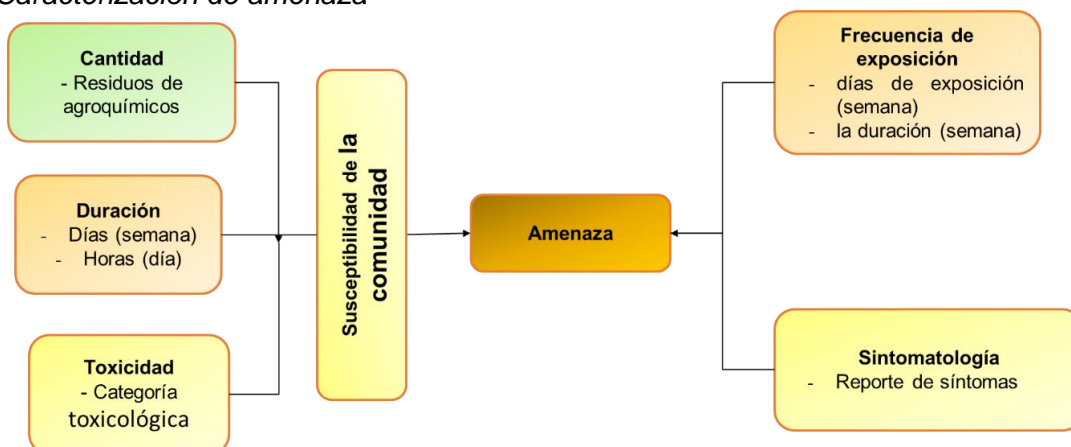
Para la definición de la zona de responsabilidad se tuvo en cuenta las coordenadas de los puntos de estudio para proyectar en el programa Google Earth pro, el cual maneja en formato KML y fue compatible con QGIS y así definiendo las parcelas de estudio como puntos de responsabilidad. Luego se utilizó la herramienta de navegador de geoservicios del IGAC con la capa predial se delimito los predios correspondientes a cada parcela georreferenciada, de acuerdo con el “Manual para la elaboración de mapas de riesgo” que establece como una de sus etapas la definición de responsabilidad [14].

#### **3.2.4.2. Segunda etapa: caracterización de la amenaza**

Para la caracterización de amenaza fue necesario elaborar mapas de sintomatología, frecuencia de exposición y susceptibilidad de exposición, con respecto a susceptibilidad se trabajó con mapa de cantidad de residuos de agroquímicos, duración de exposición y toxicidad. A continuación, se indica un flujograma metodológico de caracterización de la amenaza con las variables de estudio como lo muestra la Figura 4.

**Figura 4**

Caracterización de amenaza



*Nota.* Flujograma metodológico de caracterización de amenaza. Elaboración propia.

En esta etapa se realizó la operación álgebra de mapas con cantidad, duración y toxicidad para obtener la susceptibilidad de exposición, luego de haber obtenido susceptibilidad se operó junto a frecuencia de exposición y sintomatología para así obtener el mapa de amenaza según la metodología adaptada a “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” [28].

Para las ecuaciones de caracterización de amenaza como la ecuación (2), (4),(5), (6), se adaptó a “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” [28].

### **Toxicidad**

Para la generación del mapa de nivel de toxicidad por agroquímicos se tuvo en cuenta la cantidad de productos según su categoría toxicológica (altamente peligroso, moderadamente peligroso, ligeramente peligroso y no ofrece peligro) de esta manera se realizó una ponderación con la ecuación (2) de relación.

$$Toxicidad = (Ap * 0,4) + (Mp * 0,3) + (Lp * 0,2) + (Np * 0,1) \quad (2)$$

*Donde:*

*Ap: número de productos altamente peligrosos*

*Mp: número de productos moderadamente peligrosos*

*Lp: número de productos ligeramente peligrosos*

*Np: número de productos que No ofrece peligro*

Con respecto a la ponderación, se adaptó a “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” junto a las características de las frases de riesgo y seguridad según su categorización toxicológica [28].

### **Duración**

En la variable duración se tuvo en cuenta las horas por día y días de exposición a agroquímicos durante la semana con lo cual se formuló la ecuación (3).

$$Duración = (N^{\circ} \text{ días} ) * \frac{N^{\circ} \text{ de horas}}{\text{día}} \quad (3)$$

### **Cantidad**

Para la cantidad se tuvo en cuenta el número de residuos agroquímicos producidos por cada parcela, por lo cual se trabajó con la base de datos de la encuesta epidemiológica y agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca) Anexo 1.

### **Frecuencia**

Para el análisis de frecuencia de exposición a agroquímicos se tuvo en cuenta el número de veces que están expuestos con respecto a la duración de exposición durante la semana siendo así se planteó la ecuación (4):

$$f = \frac{n}{T} \quad (4)$$

*Fi: frecuencia de exposición a agroquímicos*

*n: número de días de exposición a agroquímicos*

*T: Duración de exposición a agroquímicos durante la semana*

Con esta ecuación se encontró los valores de frecuencia en cada parcela de estudio de las 4 veredas de estudio (Chuscales, Calvache, Agua bonita y Tabaco).

### **Sintomatología**

En el análisis y evaluación de la sintomatología se trabajó con el número de síntomas reportados según la base de datos de la “encuesta epidemiología y agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca)” Anexo 1, a partir de esto se contabilizó los números de síntomas en cada punto de estudio de Gabriel López, de acuerdo a lo anterior se ajustó al “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” [28].

### **Susceptibilidad**

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad de la comunidad se realizó una operación de álgebra de mapa utilizando el programa QGIS, con los mapas generados, toxicidad, duración y la cantidad de los residuos de agroquímicos, a continuación, se indica la ecuación (5) de relación para la operación del álgebra de mapas.

$$Susc = Cal(tox) + Cal(dc) + Cal(can) \quad (5)$$

Donde:

*Susc*: Susceptibilidad de la comunidad en exposición a agroquímicos

*Cal(tox)*: calificación del nivel de toxicidad por agroquímicos

*Cal(dc)*: calificación de la duración de exposición a agroquímicos

*Cal(can)*: calificación de la cantidad de residuos de agroquímicos

Con la anterior fórmula se obtuvo nuevos valores de susceptibilidad para así continuar con el proceso de reclasificar estos valores en el programa QGIS y obteniendo una nueva calificación definitiva [28].

## **Amenaza**

Finalmente, para la generación del mapa de amenaza por exposición a agroquímicos se realiza un álgebra de mapas con ponderación adaptada al “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” del cual se utilizó para la susceptibilidad de la comunidad expuesta, frecuencia y sintomatología, a continuación, se muestra la ecuación (6) de relación en amenaza:

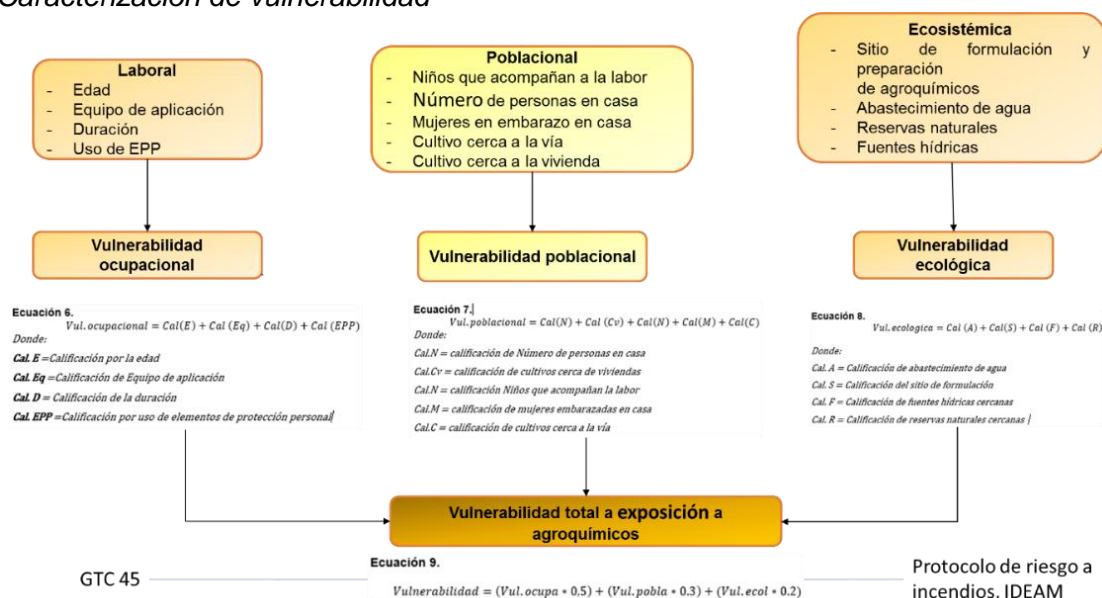
$$Amenaza = susceptibilidad * (0,5) + frecuencia * (0,3) + sintomatología * (0,2) \quad (6)$$

Una vez realizada la respectiva suma ponderada se obtuvo nuevos valores de amenaza, de los cuales se realiza una reclasificación con herramienta reclasificar tabla obteniendo una calificación categórica (Muy alta, Alta, Moderada y Baja) para las diferentes parcelas de estudio en las cuatro veredas (Chuscales, Agua bonita, Tabaco y Calvache) del corregimiento de Gabriel López [28].

### **3.2.4.3 Tercera etapa: Caracterización de la vulnerabilidad**

Para la evaluación de la vulnerabilidad por exposición a agroquímicos se trabajó con la vulnerabilidad ocupacional, poblacional y ecosistémica, cada una de ellas con sus respectivas variables como resultado de la base de datos de la encuesta epidemiológica y agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca) Anexo 1. A continuación, se indica un flujograma metodológico de caracterización de la vulnerabilidad con las variables de estudio como lo muestra la Figura 5.

**Figura 5**  
**Caracterización de vulnerabilidad**



*Nota.* Flujograma metodológico de caracterización de la vulnerabilidad. Elaboración Propia

Para la vulnerabilidad ocupacional, poblacional, ecológica y vulnerabilidad total de exposición junto con sus respectivas ecuaciones (7), (8), (9), (10) se adaptó al “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal”.

### Vulnerabilidad ocupacional

Se tomó en cuenta las actividades que realiza cada agricultor frente al manejo de los agroquímicos, con la variable edad, equipo de aplicación, duración (Hrs/semana) y uso de EPP, con los datos suministrados por cada trabajador se realizó una calificación a cada variable para poder calcular la vulnerabilidad ocupacional aplicando la siguiente ecuación (7).

$$Vul.ocupacional = Cal(E) + Cal(Eq) + Cal(D) + Cal(EPP) \quad (7)$$

Donde:

*Cal. E:* calificación por la edad

*Cal. Eq:* Calificación de Equipo de aplicación

*Cal. D:* Calificación de la duración



### *Cal. EPP: Calificación por uso de elementos de protección personal*

Aplicando esta fórmula fue posible encontrar la vulnerabilidad ocupacional, luego se aplicó la ecuación de amplitud del rango (ecuación 1), con toda esta información se logró establecer una calificación categoría [29].

### **Vulnerabilidad poblacional**

Continuando con la realización del mapa de vulnerabilidad poblacional se tomaron 5 variables importantes 1. Niños que acompañan la labor, 2. Número de personas en casa, 3. Mujeres en embarazo en casa, 4. Cultivos cerca a la vía, 5. Cultivo cerca de las viviendas. Con los datos recopilados de cada variable por cada parcela se procedió a plasmar esta información en una tabla Excel donde fue posible realizar la calificación a cada una de las respuestas suministradas por los dueños de las parcelas, empleando la ecuación (8) [28].

$$Vul. poblacional = Cal(N) + Cal(Cv) + Cal(N) + Cal(M) + Cal(C) \quad (8)$$

Donde:

Cal.N = calificación de Número de personas en casa

Cal.Cv = calificación de cultivos cerca de viviendas

Cal.N = calificación Niños que acompañan la labor

Cal.M = calificación de mujeres embarazadas en casa

Cal.C = calificación de cultivos cerca a la vía

### **Vulnerabilidad ecológica**

Con la base de datos se realizó una tabla en Excel la cual se distribuyó variables como sitio de formulación y preparación de agroquímicos, el abastecimiento de agua para la preparación y mezcla de agroquímicos, además si las parcelas se encontraban cerca a fuentes hídricas y finalmente si las parcelas se encontraban cerca de reservas naturales. Por consiguiente, se calificó las diferentes respuestas en cada variable para así aplicar la siguiente ecuación (9) [28].

$$Vul. ecológica = Cal(A) + Cal(S) + Cal(F) + Cal(R) \quad (9)$$

Donde:

Cal. A = Calificación de abastecimiento de agua

Cal. S = Calificación del sitio de formulación

Cal. F = Calificación de fuentes hídricas cercanas

Cal. R = Calificación de reservas naturales cercanas

De esta manera se obtuvo un valor de vulnerabilidad ecológica, luego se elaboró una tabla de calificación categórica de la vulnerabilidad ecológica y de la misma manera con estadística descriptiva se diseñó una gráfica de barras donde se categoriza cada valor encontrado con la ponderación y finalmente se agregó esta información a la tabla de atributos en el programa QGIS para así espacializar con interpolación IDW en formato ráster categorizando cada una de las parcelas de estudio [28].

### **Vulnerabilidad total por exposición a agroquímicos**

Finalmente, para la generación del mapa de vulnerabilidad total por exposición a agroquímicos se tuvo en cuenta los mapas resultantes de vulnerabilidad laboral, poblacional y ecosistémica, con el proceso de álgebra de mapas se genera una suma ponderada así obteniendo nuestra vulnerabilidad total por exposición agroquímicos, las ponderaciones asignadas a cada vulnerabilidad fueron adaptadas del "IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal" [28]. y la "GTC 45" Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional [29].

$$Vulnerabilidad = (Vul. ocupa * 0,5) + (Vul. pobla * 0.3) + (Vul. ecol * 0.2) \quad (10)$$

A partir de la suma ponderada se obtuvo valores de vulnerabilidad para cada parcela, con esto se realizó una tabla de clasificación a partir de rangos que se categorizaron (Baja, moderada, alta y muy alta) y cada uno con su calificación, luego se elaboró un gráfico en Excel donde indique la categoría de vulnerabilidad con su color representativo para cada categoría y finalmente se agregó información en

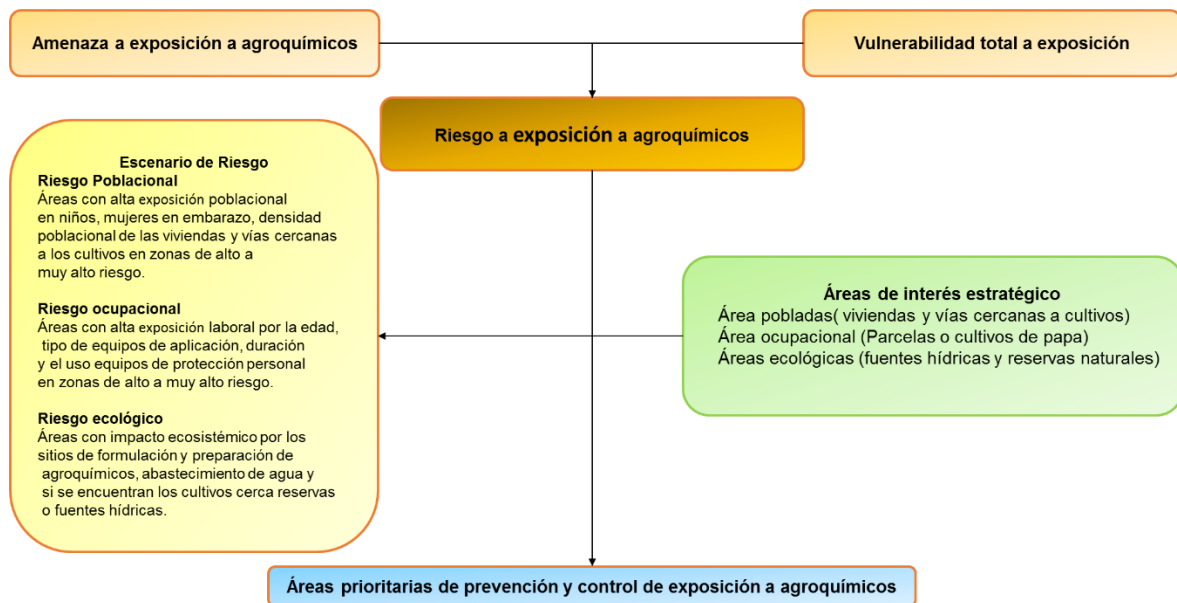
QGIS del cual se espacializó con la interpolación IDW en formato ráster y sus categorías para cada una de las parcelas de estudio en las cuatro veredas (Chuscales, Agua bonita, Tabaco y Calvache) del corregimiento de Gabriel López[28].

### 3.2.4.4. Cuarta etapa: Mapa de Riesgo

Se elaboró flujograma metodológico de mapa riesgo al obtener la amenaza y vulnerabilidad a partir de una combinación de los niveles de vulnerabilidad con el área de interés u ocurrencia como es el área poblacional, ocupacional y ecológica donde se genera la amenaza, para obtener este mapa de riesgo se realizó un proceso de álgebra de mapa con el programa QGIS, luego de obtener nuevos valores de riesgo se realiza una reclasificación categórica en las cuatro veredas de estudio de Gabriel López Figura 6 [28].

**Figura 6**

*Flujograma del mapa de riesgo*



*Nota.* Flujograma metodológico del mapa de riesgo por exposición a agroquímicos. Elaboración propia.

### **3.3. Fase 3. Diseño de estrategias de intervenciones locales y prevención de riesgo por exposición a agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica.**

#### **3.3.1. Base de estrategias participativas con cartografía social**

Para la base de estrategias participativas con cartografía social se elaboró una plantilla de registro de capacitaciones en temas como las rutas de exposición, la cantidad/duración, síntomas, riesgo y prevención como registro del plan de prevención de riesgo por agroquímicos [45]. Teniendo en cuenta que el conocimiento es fundamental para realizar actividades de cualquier tipo, es por esta razón que antes de realizar procesos con productos tóxicos como son los agroquímicos lo primordial que se debe hacer frente a estos insumos es el control apropiado con capacitaciones, medidas de prevención y seguridad, los riesgos a los que se está expuesto en cada uno de los procesos y que elementos de protección personal son adecuados para cada proceso a partir de esto, se elaboró un registro de capacitaciones que indique tema de la capacitación, duración, día, mes y año en que fue dada [46].

Al haber identificado las zonas de mayor riesgo se desarrolló una tabla de indicadores de gestión para la implementación de la guía de riesgo, en esta tabla se incluyó indicadores, variables, descripción, recomendaciones y componentes del riesgo como amenaza junto a la vulnerabilidad en las veredas de estudio [47]. Con lo anterior se realizó una plantilla que permita corroborar y actualizar la información con nuevos datos, la cual abarcó datos personales como el nombre del participante, vereda a la cual pertenece, ruta de exposición, cantidad/duración, síntomas y riesgo. Este diseño de plantilla se debe trabajar grupal en el cual se socializa junto con el mapa de riesgo.

También se diseñó matriz de percepción categórica de riesgo por agroquímicos, la cual contiene el tipo de amenaza, los elementos vulnerables que se presentarían según las percepciones de la comunidad participante, y de esta manera definir la categoría muy alto, alto, moderado y bajo [30]. Finalmente, se elaboró una plantilla de síntesis de riesgo del cual contiene escenario de riesgo, elementos de riesgo y

la categoría de riesgo por agroquímicos, del cual se planteó para relacionarla con el mapa de riesgo por agroquímicos [48].

### **3.3.2. Elaborar plan de prevención de riesgo en los trabajadores**

Para elaborar el plan de prevención de riesgo en los trabajadores se añadió una tabla de los equipos de protección personal (EPP), de los cuales fueron 9 y en cada uno su descripción de protección y prevención frente a los agroquímicos [49]. También se incorporó un esquema de pictogramas de precaución, el cual se indica el almacenamiento, procedimiento, protección personal y advertencia para una mejor ilustración de estos símbolos que se encuentra en las etiquetas de cada uno de los agroquímicos [50].

Para elaborar los planes de prevención del riesgo en trabajadores se diseñó una infografía cartográfica, realizando una evaluación del riesgo la cual nos permitió identificar la gravedad de los riesgos y asimismo la posibilidad de que se produzcan, de forma que se decida si es necesario realizar medidas preventivas. Por lo anterior, la evaluación del riesgo en trabajadores por exposición a productos químicos se realizó en función de toxicidad, equipo de aplicación, duración, y protección, de igual manera frente a cada riesgo se plasmó unas alternativas de prevención y protección durante el uso de agroquímicos en el cultivo de papa [51].

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

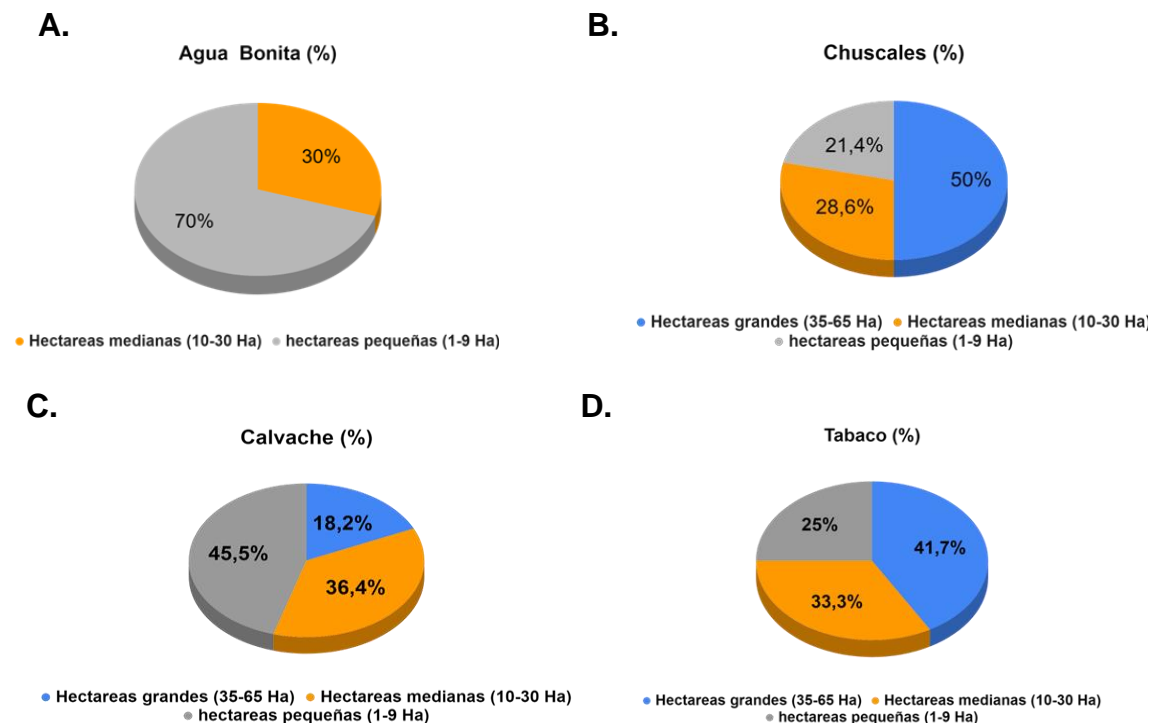
### 4.1. Generación de la línea base de los agroquímicos con un sistema de información geográfica en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).

#### 4.1.1. Áreas de producción de cultivos de papa

Se categorizaron las parcelas según el número y el tamaño de las hectáreas de la siguiente manera: como pequeños productores (1-9 Ha), medianos entre (10-30 Ha) y grandes productores mayores a treinta y uno hectáreas (>31 Ha). El cual se encontró como grandes productores el 29,8 %, medianos productores con un 31,9 % y pequeños productores con 38,3%. Teniendo en cuenta que en las parcelas del cultivo de papa se encontró que en Chuscales el 50% y el 41,7% para Tabaco son grandes productores (>31 Ha) Figura 7B-D), además para Agua bonita con un 70% y Calvache con 45,5% son pequeños productores al tener cultivos de uno (1) a nueve (9) hectáreas (Ha) Figura 7.

**Figura 7**

*Área de producción de papa en el corregimiento de Gabriel López*



*Nota.* Porcentaje por áreas de producción de las veredas Chuscales, Agua Bonita, Tabaco, Calvache. Elaboración Propia

La extensión de las coberturas de cultivo de cada vereda depende de las condiciones económicas de los trabajadores también la condiciones de acceso a estas parcelas, gran parte de los agricultores la producción de papa es con el objetivo de comercializar, por otro lado, la siembra de cultivo en este caso de papa ayuda a fertilizar los suelos, sin embargo, no hay una medida de la cantidad de insumos de aplicación, según Suarez – Parra “la actividad agropecuaria en los departamentos de Boyacá y Santander son de gran magnitud, del cual el IDEAM reporta que en Colombia los pastos alcanza hasta 108.667 Ha y cultivos transitorios con 8.264 Ha que están dentro del 13% de los páramos impactados por la agricultura” [52]. También la extensión de cultivos ha llevado a impactar los páramos, extinguiendo especies endémicas del territorio y alterando los ecosistemas del corregimiento de Gabriel López.

#### **4.1.2. Inventario de sustancias químicas para la clasificación química de agroquímicos empleados en los cultivos de las cuatro veredas del corregimiento de Gabriel López.**

Para la clasificación química se realizó un levantamiento de un inventario de sustancias químicas Anexo 2 vereda en los cultivos de papa, además, se evidenció la exposición a estos insumos teniendo en cuenta los plaguicidas utilizados por los agricultores, en la salud se encontró un riesgo alto por no utilizar en la preparación y aplicación los equipos de protección personal [39].

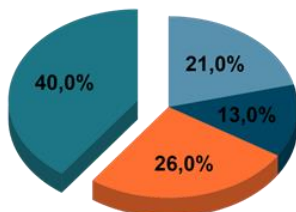
Como se muestran en la Figura 8, las veredas Calvache y Chuscales, se representó los compuestos químicos con valores de 40% y 39%, estos valores se mencionan a aditivos, pegantes y abonos que están dentro de la clasificación otros. Por consiguiente, está el carbamato como compuesto activo con un valor de 26% y 27% Figura 8. En las veredas de Tabaco y Agua Bonita el carbamato evidencia un alto porcentaje con valores de 27% y 42%, también los organofosforados con 10% en Agua bonita y un 30% en Tabaco. Por otro lado, se presenta a los organoclorados con un 23% en Tabaco y un 31 % en Agua bonita con una toxicidad aguda Figura 8 [27].

## Figura 8

Clasificación química de agroquímicos de cada vereda

A.

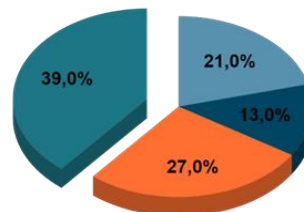
Clasificación Química de Calvache



● Organofosforados ● Organoclorados ● Carbamatos ● Otros

B.

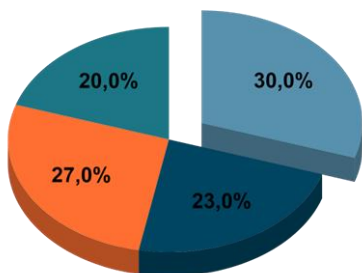
Clasificación química de Chuscales



● Organofosforados ● Organoclorados ● Carbamatos ● Otros

C.

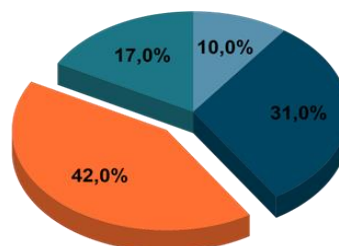
Clasificación Química de Tabaco



● Organofosforados ● Organoclorados ● Carbamatos ● Otros

D.

Clasificación Química de Agua Bonita



● Organofosforados ● Organoclorados ● Carbamatos ● Otros

Nota. Clasificación de agroquímicos según el grupo químico encontrados en las 4 veredas. Elaboración propia.

En la Figura 8 se ilustra el comportamiento de los grupos químicos característico en las cuatro veredas, por ejemplo en Agua Bonita predominó los carbamatos con un 42%, Calvache con 26%, Chuscales con un 27%, estos insecticidas son de mediana a baja toxicidad y son biodegradables, además la alta toxicidad y su contenido orgánico son las principales características de los carbamatos, afectando al ser humano en diferentes sistemas, tales como el reproductivo, el endocrino, el neurológico y el respiratorio [15].



En los organofosforados se obtuvo valores de 30% para Tabaco y 21% Chuscales, Calvache y 10% para Agua Bonita, los organoclorados son del grupo persistente o no biodegradable, se acumulan en zonas grasas en los hombres son neurotóxicos. A medida que pasa por la cadena trófica aumenta su toxicidad debido a la bioacumulación con una toxicidad aguda, causando intoxicaciones a la salud humana estos organofosforados tienen mucha demanda al ser eficientes en el control de plagas y además por su costo son económicos [10].

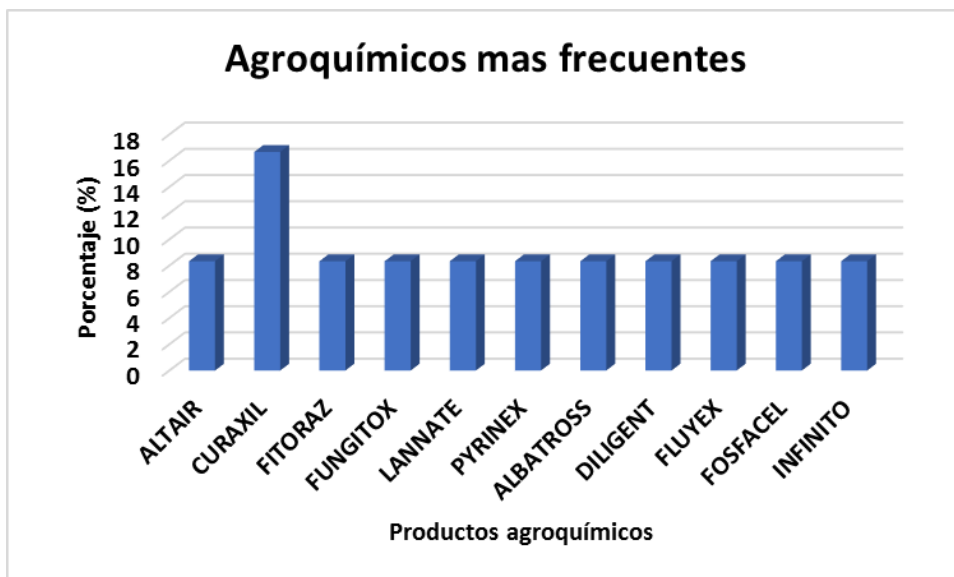
Por último, se encuentra la familia de organoclorados con un valor de 31% Agua Bonita, 23% Tabaco, 13% para Calvache y Chuscales. Los organofosforados son resistentes a la enzima colinesterasa y estimulación permanente con su alta toxicidad, su forma de ingreso al organismo es vía respiratoria, tienen efectos a largo plazo en las personas expuestas en periodos largos, produciendo neurotoxicidad retardada y parálisis extremidades [2].

#### **4.1.3. Estimación de agroquímicos más utilizados en la zona de estudio**

Se organizó el "Inventario de agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca)" Anexo 2 junto con la base de datos Pesticide Properties Database (PPDB), la cual nos permitió recopilar información necesaria para identificar las propiedades de los agroquímicos [19]. El inventario realizado para cada vereda por el grupo de investigación SIGAM se identificó diferentes sustancias de residuos peligrosos que genero cada vereda en la producción de papa, de las cuales las sustancias más representativas son de tipo fungicidas e insecticidas y con una categorización toxicológica moderada y ligeramente peligrosos del total de productos como es el Curaxil uno de los más frecuentes en la preparación y aplicación de agroquímicos como lo muestra en la Figura 9.

**Figura 9**

*Agroquímicos más utilizados*



*Nota.* Agroquímicos más utilizados por cada vereda de estudio. Elaboración propia.

#### **4.1.4. Categorización toxicológica**

Para la categorización toxicológica de cada sustancia química se estableció una clasificación para cada vereda. Los agroquímicos utilizados con mayor frecuencia en la vereda **Chuscales** son los de categoría (II) moderadamente peligrosos y (III) ligeramente peligroso, esta categorización se encuentra dentro de un rango aceptable. En **Agua Bonita** predomina el uso de agroquímicos de categoría (III) ligeramente peligroso y (IV) normalmente no ofrece peligro, estos generan efectos negativos debido a la mezcla de ellos, pero no genera mayor peligro si se utilizan adecuadamente. Para **Tabaco y Calvache** sobresale la categoría (II) y (III) según la ficha de seguridad son moderados con un manejo medido y correcto de estas sustancias.

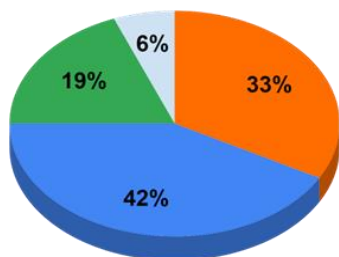
Con toda esta información se determinó que las categorías toxicológicas de mayor uso son las de ligeramente peligroso (III) y moderadamente peligroso (II) las cuales tienen un mayor porcentaje Figura 10.

**Figura 10**

*Categoría toxicológica*

**A.**

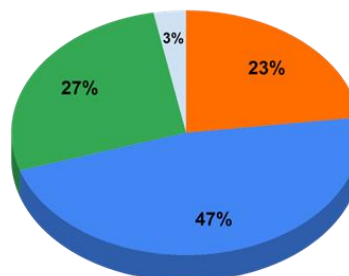
Categoría toxicológica Chuscales



● Moderadamente peligrosos II ● Ligeramente peligroso III  
● Normalmente no ofrece peligro IV ● Altamente peligroso IB

**B.**

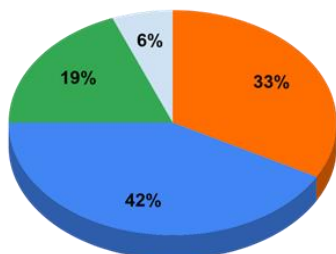
Categoría toxicologica Agua bonita



● Moderadamente peligrosos II ● Ligeramente peligroso III  
● Normalmente no ofrece peligro IV ● Altamente peligroso IB

**C.**

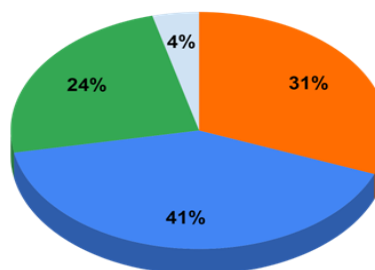
Categoría toxicologica Tabaco



● Moderadamente peligroso II ● Ligeramente peligroso III  
● Normalmente no ofrece peligro IV ● Altamente peligrosos IB

**D.**

Categoría toxicologica Calvache



● Moderadamente peligroso II ● Ligeramente peligroso III  
● Normalmente no ofrece peligro IV ● Altamente peligroso IB

*Nota.* Categoría toxicológica de residuos peligrosos por vereda. Elaboración propia.

Los cultivos se vuelven sensibles por la presencia de plagas y enfermedades, teniendo en cuenta que en las 4 veredas (Chuscales, Agua bonita, Tabaco, Calvache) presentan diferentes tipos de papa como las más representativas Capiro, Suprema y Superior, por ello influye en la categorización toxicológica al evidenciar estadísticamente diferencias significativas para cada zona de estudio, de esta manera se observó que los agroquímicos más utilizados son ligeramente peligrosos según lo establecido por el Ministerio de Salud de Colombia [19].

En cuanto a la categorización toxicológica se presenta diferentes tipos de agroquímicos, en esta ocasión la exposición se reflejó en la categoría Moderadamente (II) y ligeramente peligroso (III) que son de tipo insecticidas y fungicidas por su alta toxicidad aguda y sus efectos crónicos en la salud de la comunidad, los agroquímicos más representativos en la categorización moderadamente peligrosos se encuentran; Awake 500-ec, Azimut, Axioma, Albatross 200 Sc, por otro lado, ligeramente peligroso (III) están; Cropzin 500 sc, Aguila wp, Abafed, Hammer 247; del cual sin depender de la persistencia y su nivel de toxicidad se ha señalado su potencial tóxico para la mayoría de los ingredientes activos[8].

Dicho esto, la manipulación en la mezcla y las vías de exposición en la aplicación como son la piel y la vía respiratoria a sustancias como son los organoclorados, carbamatos y organofosforados pertenecientes a la categoría altamente peligrosos (IB) que reflejaron un mínimo porcentaje en las veredas de estudio [15]. En este sentido, el resultado del uso de agroquímicos deteriora la salud a corto y largo plazo por una mala manipulación de emplear 2 o más sustancias no compatibles, las categorías más representativas muestran con un rango aceptable según lo establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS) [27].

#### **4.1.5. Frases de riesgo (R) y seguridad (S) de las sustancias más utilizadas en la zona de estudio**

Según el trabajo de investigación “Evaluación del manejo de los residuos peligrosos provenientes de la actividad agrícola de cultivo de papa en el corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)” desarrollado dentro del semillero SIGAM, el no uso de equipos de protección personal (EPP) a estas sustancias manipuladas son nocivas y tóxicas por lo cual se tiene en cuenta algunos consejos de moderación frente a las sustancias peligrosas en cada vereda de estudio. Según la “Evaluación del manejo de los residuos peligrosos provenientes de la actividad agrícola de cultivo de papa en el corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)” [27], se tuvo en cuenta convenciones de las frases de riesgo y seguridad para las sustancias peligrosas como lo muestra a continuación:

## **Convenciones de las frases de riesgo**

- R20: nocivo por inhalación
- R22: Nocivo por ingestión
- R25: Tóxico por ingestión
- R43: Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel

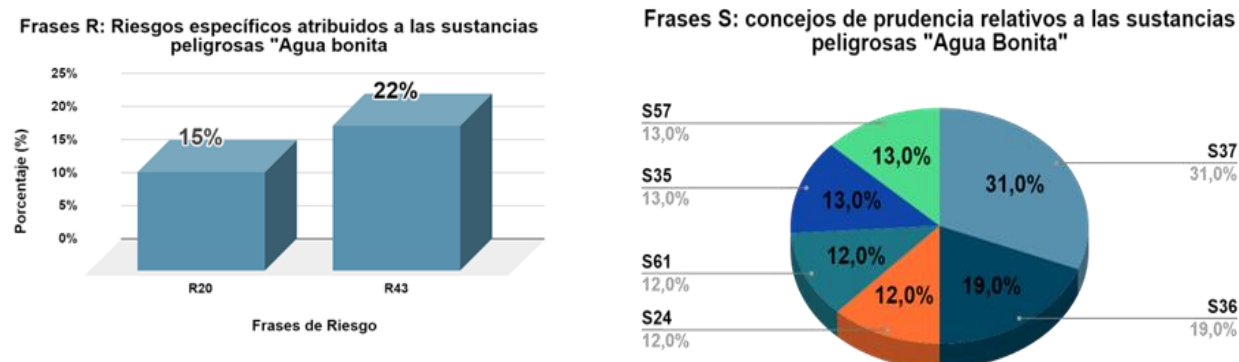
## **Convenciones de las frases S: consejos de prudencia relativos a las sustancias.**

- S2: manténgase fuera del alcance de los niños
- S13: manténgase lejos de los alimentos y bebidas y piensos
- S20: no comer ni beber durante su utilización
- S24: evítese el contacto con la piel
- S25: evítese el contacto con los ojos
- S35: eliminarse los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles
- S36: utilice indumentaria protectora adecuada
- S37: utilice guantes adecuadas
- S57: utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente
- S60: elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos
- S61: evítese su liberación al medio ambiente. Solicite instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

En la Figura 11 de las frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en las cuatro (4) veredas de estudio como Agua Bonita, Chuscales, Calvache, Tabaco perteneciente al corregimiento de Gabriel López.

**Figura 11**

*Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Agua Bonita*



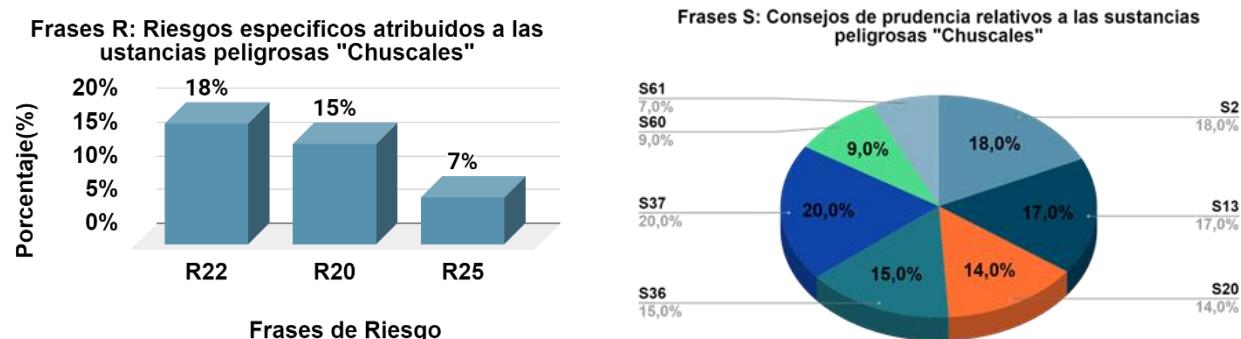
*Nota.* Frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en Agua bonita. Elaboración propia.

En Agua Bonita existe el uso de sustancias tóxicas como de frase R43 con un 22% que son las que ocasionan la irritación de la piel y R20 con un 15% al ser nocivas por inhalación e ingestión, además se presentó con un 13% la frase S35 la cual recomienda que se realice una correcta eliminación de los residuos generados del producto con las debidas precauciones. De igual forma la frase S37 presentó un 31% que deben utilizar guantes adecuadamente, también el 12% para la frase S24 que recomienda evitar contacto con la piel y finalmente con un 13% la frase S57 la cual indica que para evitar contaminación al medio ambiente y posibles efectos a la comunidad expuesta se debe utilizar un envase de seguridad adecuado.

A continuación, en la Figura 12 representa las frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en Chuscales.

**Figura 12**

*Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Chuscales.*



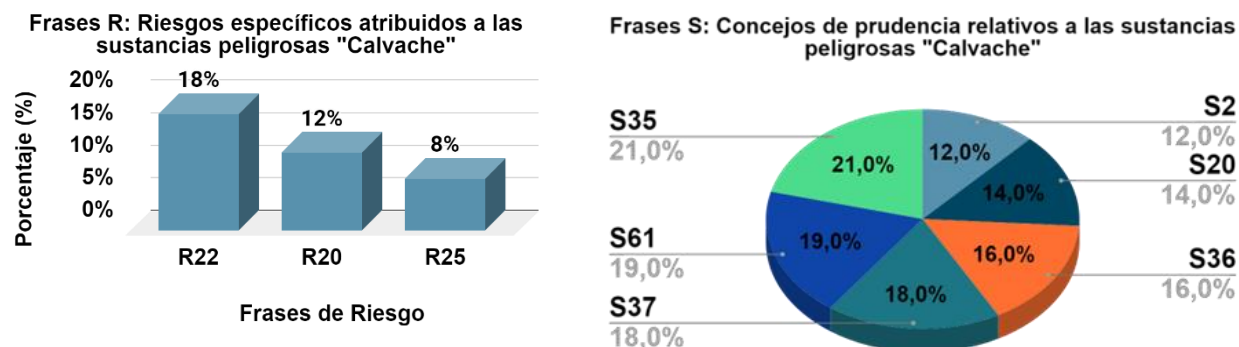
*Nota.* Frase de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en Chuscales. Elaboración Propia

En Chuscales las sustancias tóxicas y nocivas por inhalación e ingestión (Xn) presentan frases de riesgo R20/R22 con un porcentaje de 15% Y 18%, también se obtuvieron insumos con características de riesgos tóxicos por ingestión de frase R25 con un valor del 8 %. En las frases de seguridad la vereda Chuscales presentan un porcentaje de 18% de la frase S2 que especifica que la sustancia tóxica debe estar fuera del alcance de niños, las misma veredas con un 17% presentan la frase S13 el cual indica que se debe mantener lejos de alimentos y bebidas, también la frase S20 sugiere que no se debe comer y beber la cual representa un 14%, además la frase S36 con un 15% indica el uso adecuado de los equipos de protección personal, igualmente con 20% de la frase S37 recomienda el uso de guantes adecuados y finalmente un 7% para la frase S61 el cual debe evitar la liberación al medio ambiente.

La Figura 13 representa las frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en la vereda Calvache del Corregimiento de Gabriel López.

**Figura 13**

*Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Calvache.*



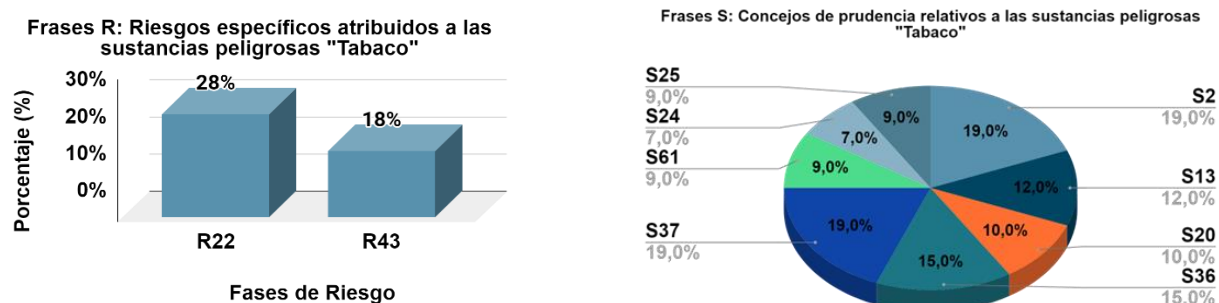
*Nota.* Frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en Calvache. Elaboración propia.

En Calvache se encontró el uso excesivo de productos de frase R22 con un 18% que al ingerir estas sustancias son nocivas para el organismo, también presentó un 8% de R25 al ser tóxicos por ingestión y un 12% de R20 siendo nocivos por inhalación [27]. Además, en las frases de seguridad (S) se encontró el 18% para la frase S37 y un 21% para la frase S35, la cual se recomienda tener las precauciones a la hora de eliminar los residuos del producto.

En la vereda Tabaco se representó las frases de riesgo (R) y seguridad (S) de las sustancias peligrosas presentadas como lo muestra la Figura 14.

**Figura 14**

*Frases de riesgo (R) y seguridad (S) Tabaco*



*Nota.* Frases de riesgo (R) y seguridad (S) de sustancias peligrosas en Tabaco. Elaboración propia.



En Tabaco presentó un porcentaje de 19% de la frase S2 que especifica que la sustancia tóxica debe estar fuera del alcance de niños, la misma vereda con un 12% presentó la frase S13 el cual indica los alimentos y bebidas no deben estar cerca a estos insumos, además con un 10% representa la frase S20 que sugiere que no se debe comer y beber, hay que agregar que la frase S36 con un 15% indica el uso adecuado de los equipos de protección personal junto con la frase S37 con 19 % recomienda el uso de guantes adecuados, así mismo con un 9 % presenta S61 y S25 que considera evitar la liberación al medio ambiente y evitar contacto con los ojos y un 7 % con la frase S24 que recomienda evitar contacto con la piel, Por otro lado, se encontraron agroquímicos con frases de riesgo como R22 con 27 % y R43 con 19 % que son sustancias nocivas por ingestión y posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

Las afectaciones que pueden generar los agroquímicos a la salud humana son altas al estar en exposición, las vías de exposición como la digestiva y dérmica ocasionan los problemas digestivos a causa de no lavarse las manos luego de la aplicación de los insumos, también hay que agregar que al no utilizar los equipos de protección personal los agroquímicos de frase R22 se vuelven nocivos que es la frase de riesgo más identificado en los insumos [12].

La mala disposición de los residuos de agroquímicos como las sustancias representadas con S35 presentan un nivel alto de toxicidad del cual se debe realizar un plan de sustitución o eliminación de este tipo de sustancias, también para el uso de indumentaria adecuada se representan con las frases S37 y S36 un gran porcentaje no cuenta con los elementos de protección necesarios, siendo así que se identificó la falta de información de las frases de seguridad de las sustancias manipuladas o a exposición por parte de la comunidad frente a la peligrosidad, toxicidad y los daños de estas sustancias hacia el ecosistema y la salud humana [27].

## 4.2. Determinación de las zonas de mayor riesgo de acuerdo con la categoría toxicológica de agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).

### 4.2.1. Calificación, ponderación y categorización de variables de amenaza y vulnerabilidad

Para la identificación de la Calificación, ponderación y categorización de variables de amenaza y vulnerabilidad para la zona de estudio se tuvieron en cuenta los siguientes pasos.

#### Calificación de variables y factores de amenaza y vulnerabilidad

Mediante la aplicación de la fórmula de amplitud de rango (ecuación 1) se obtuvieron los rangos para cada una de las variables y así poder asignar la respectiva calificación categoría (Baja, moderada, Alta, Muy alta). Con el decreto 1843 de 1991 se definió las cuatro clases del cual maneja cuatro categorías para agroquímicos.

A continuación, en las Figura 15, Figura 16 y Figura 17 se ilustra las tablas de calificación categórica y los porcentajes obtenidos para toxicidad (A), duración (B), cantidad (C), susceptibilidad (D), frecuencia (E), sintomatología (F).

**Figura 15**

*Calificación categórica de toxicidad y duración*

**A.**

1. Calificación categórica de Toxicidad

Toxicidad	Categoría	Calificación
0,20 – 0,65	Baja	1
0,65 - 1,10	Moderada	2
1,10 - 1,55	Alta	3
1,55 – 2,00	Muy alta	4



**B.**

2. Calificación categórica de Duración

Duración	Categoría	Calificación
1 - 8	Baja	1
8 - 14	Moderada	2
14 - 21	Alta	3
21 - 28	Muy Alta	4



*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes para el mapa de amenaza total. Elaboración propia

De lo anterior se puede apreciar que la categoría moderada es amplia en toxicidad Figura 15 con el 40,5% y duración Figura 15 con el 52,4% a causa de que los agroquímicos usados frecuentemente son III ligeramente peligrosos y II moderadamente peligrosos con una exposición alta durante la semana.

**Figura 16**

*Calificación categórica de cantidad y susceptibilidad*

**C.**

3. Calificación categórica de Cantidad

Cantidad	Categoría	Calificación
21 - 166	Baja	1
166 - 311	Moderada	2
311 - 456	Alta	3
456 - 601	Muy alta	4



**D.**

4. Calificación categórica de Susceptibilidad

Susceptibilidad	Categoría	Calificación
3 - 5	Baja	1
5 - 7	Moderada	2
7 - 9	Alta	3
9 - 11	Muy Alta	4



*Nota.* Tablas de calificación categórica y porcentajes para obtener el mapa de amenaza total. Elaboración propia.

Para cantidad de residuos de agroquímicos Figura 16 se obtuvo una categoría baja con un porcentaje de 78,6%, la cantidad de estos residuos en gran parte de la zona de estudio es baja por lo que son pequeños y medianos productores. En la susceptibilidad Figura 16 presentó una amenaza baja con el 66,7 % y moderada 14,3 % teniendo en cuenta que los productos más frecuentes en los cultivos ocasionan afectaciones moderadas en la salud de la comunidad en las cuatro veredas de estudio (Agua Bonita, Chuscales, Calvache, Tabaco) del corregimiento de Gabriel López.

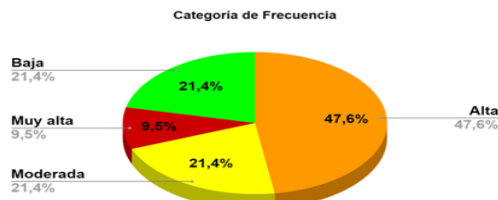
**Figura 17**

*Calificación categórica de frecuencia y sintomatología*

**E.**

5. Calificación categórica de frecuencia

Frecuencia	Categoría	Calificación
0,083 - 0,146	Baja	1
0,146 - 0,208	Moderada	2
0,208 - 0,271	Alta	3
0,271 - 0,333	Muy alta	4



**F.**

6. Calificación categórica sintomatología

N° de síntomas	Categoría	Calificación
1,00 - 2,25	Baja	1
2,25 - 3,5	Moderada	2
3,5 - 4,75	Alta	3
4,75 - 6,00	Muy Alta	4



*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes para obtener el mapa de amenaza total. Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados fue posible identificar que la variable frecuencia Figura 17 arrojó una categoría alta con un porcentaje apreciable del 47,6% se debe a que la frecuencia de exposición es ardua, por otro lado, en la categoría de sintomatología Figura 17 se visualizó una categoría baja (40,5%) y moderada (23,8%) al presentar de uno (1) a tres (3) síntomas según lo manifestado por los trabajadores.

Para el caso de vulnerabilidad se calificó categóricamente porcentual las variables de vulnerabilidad ecológica, Ocupacional poblacional como lo muestra la Figura 18.

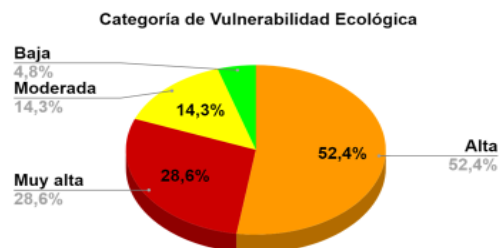
**Figura 18**

*Calificación categórica para obtener el mapa de vulnerabilidad total.*

**A.**

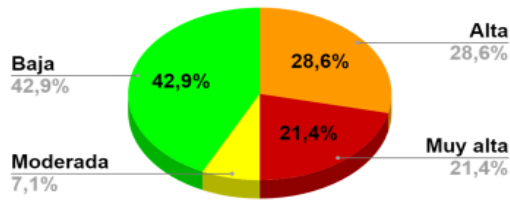
1. Calificación categórica de Vulnerabilidad Ecológica

V. Ecológica	Categoría	Calificación
0,7 - 1,1	Baja	1
1,1 - 1,5	Moderada	2
1,5 - 1,8	Alta	3
1,8 - 2,2	Muy alta	4



**B.**

**Categoría de Vulnerabilidad Ocupacional**



**2. Calificación categórica de Vulnerabilidad Ocupacional**

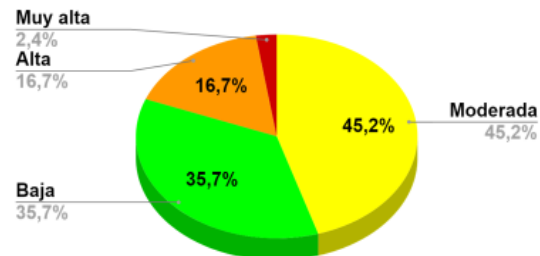
V. Ocupacional	Categoría	Calificación
51,6 – 53,8	Baja	1
53,8 – 56,0	Moderada	2
56,0 – 58,2	Alta	3
58,2 – 60,4	Muy alta	4

**C.**

**3. Calificación categórica de Vulnerabilidad Poblacional**

V. Poblacional	Categoría	Calificación
1,55 – 3,42	Baja	1
3,42 – 5,29	Moderada	2
5,29 – 7,16	Alta	3
7,16 – 9,03	Muy alta	4

**Categoría de Vulnerabilidad Poblacional**



*Nota.* Tablas de Calificación categórica de las variables de estudio para obtener el mapa de vulnerabilidad total; A. ecológica, B. Ocupacional, C. Poblacional. Elaboración propia.

Los resultados arrojados a partir de la calificación categórica dieron a conocer que la mayor vulnerabilidad en la zona de estudio es la ecológica Figura 18 con una categoría alta del 52,4% y muy alta con el 28,6% a diferencia de la vulnerabilidad ocupacional Figura 18 la cual el 42,9% es categoría baja, 28,6% alta y muy alta el 21,4%, en cuanto a vulnerabilidad poblacional Figura 18 la categoría predominante es moderada con un porcentaje de 45,2% y baja con el 35,7%.

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad ecológica con mayor influencia de categoría alta y muy alta se relacionó con el estudio de “Modelamiento geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito de Leimebamba – Amazona” el cual las reservas naturales hubo mayor presencia de cultivos ocasionando una vulnerabilidad media con un tamaño de 7308 Ha, en la zona central y noroeste la presencia amplia con una extensión de 12999 Ha de regiones arborizadas y arbustiva se simbolizo una vulnerabilidad baja, la agricultura origina a largo plazo menor protección a reservas y fuentes hídricas siendo susceptible a erosión como en las zonas altas cubiertas por pajonales con un alto grado de 16592 ha con mayor ocurrencia en la coberturas vegetales[10].

## Ponderación de variables y factores de toxicidad, amenaza y vulnerabilidades totales

Estas ponderaciones se tomaron y se ajustaron mediante el “IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios por cobertura vegetal” para el desarrollo de la cartografía en toxicidad, amenaza y vulnerabilidad

### Toxicidad

Para toxicidad Figura 19 se revisó las hojas de seguridad de cada agroquímico para identificar la categoría toxicológica de cada sustancia química y asignar las ponderaciones según su peligrosidad toxicológica. Teniendo en cuenta las ponderaciones son asignadas según el grado de toxicidad dando un valor de importancia a la categoría que presente mayor afectación al ser humano, asignando las ponderaciones así (0,4) para categoría Altamente peligroso IB, (0,3) Moderadamente peligroso II, (0,2) Ligeramente peligroso III, (0,1) Normalmente no ofrece peligro IV, a continuación, se indica los valores calificados de la suma ponderada de toxicidad que se encontró con la ecuación (2).

**Figura 19**

*Calificación categórica en toxicidad*

Calificación categórica de Toxicidad		
Toxicidad	Categoría	Calificación
0,20 – 0,65	Baja	1
0,65 - 1,10	Moderada	2
1,10 - 1,55	Alta	3
1,55 – 2,00	Muy alta	4



*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes de la suma ponderada en toxicidad. Elaboración propia

### Amenaza total

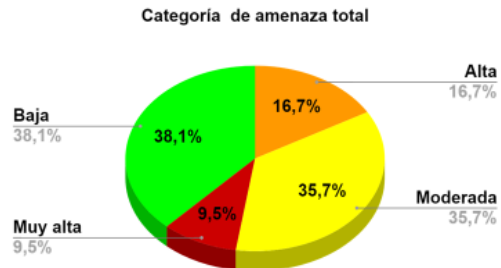
Para obtener la amenaza total se asignó las ponderaciones así, (0,5 %) susceptibilidad de la comunidad expuesta, (0,3 %) frecuencia, (0,2 %) sintomatología, luego con la suma ponderada de la susceptibilidad de la comunidad, frecuencia y sintomatología (ecuación 6), se encontró una amenaza baja con el 38,1

%, moderada 35,7 %, alta 16,7 % y muy alta 9,5 % como se muestra a continuación en la Figura 20.

**Figura 20**

*Calificación categórica de amenaza total.*

Calificación categórica de amenaza total		
Amenaza Total	Categoría	Calificación
1,00 – 1,60	Baja	1
1,60 – 2,20	Moderada	2
2,20 – 2,80	Alta	3
2,80 – 3,40	Muy alta	4



*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes de la suma ponderada de amenaza total. Elaboración propia

### Vulnerabilidad total

Para la vulnerabilidad total se asignó el (0,25 %) vulnerabilidad poblacional, (0,15 %) vulnerabilidad ecológica y vulnerabilidad ocupacional se estipuló el (0,6 %) una ponderación alta teniendo en cuenta que los agricultores están expuestos directamente a estas sustancias químicas, además, al no utilizar los equipos de protección personal, tiende a generar afectaciones a la salud, lo anterior se relaciona con el estudio “Intoxicaciones por plaguicidas en los fumigadores y medidas preventivas de enfermería en el puesto de salud virgen de las mercedes-supe-2021” donde los trabajadores tienen conocimiento de los equipos de protección personal adecuados para la manipulación y aplicación del producto químico aun así el 44,3% de los fumigadores no hacen uso del equipo de protección personal [6]. Luego se realizó una suma ponderada de vulnerabilidad ecológica, poblacional y ocupacional con una ecuación de relación de vulnerabilidad total (ver ecuación 10), de lo cual se encontró en categoría baja (47,6%), alta (21,4%), muy alta (16,7%) y moderada (14,3%) como se muestra en la Figura 21.

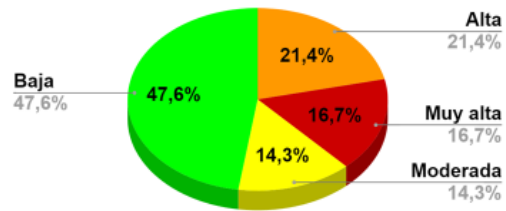
**Figura 21**

*Calificación categórica de vulnerabilidad total*

Calificación categórica de Vulnerabilidad Total

Vulnerabilidad Total	Categoría	Calificación
1,30 – 1,98	Baja	1
1,98 – 2,65	Moderada	2
2,65 – 3,33	Alta	3
3,33 – 4,00	Muy alta	4

Categoría de vulnerabilidad Total



*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes de la suma ponderada de vulnerabilidad total. Elaboración propia.

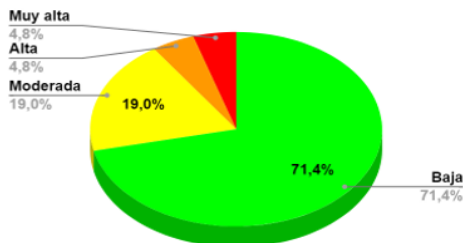
**Riesgo total**

la zona de estudio presento un riesgo bajo con un porcentaje del 71,4%, moderado 19,0%, alto y muy alto el 4,8%, predomina la categoría baja esto se debe a que la variable toxicidad fue baja, la mayoría de las zonas de estudio utilizan productos químicos ligeramente peligrosos (III) y moderadamente peligrosos (II), otra de las variables es cantidad el 78,6% fue bajo se encontró parcelas de 1 a 9 hectáreas los cuales son pequeños productores con el 38,3% esto conlleva a generar menor cantidad de residuos de los agroquímicos, generando así un riesgo bajo como muestra la Figura 22.

**Figura 22**

*Calificación categórica de riesgo total*

Categoría de Riesgo



Riesgo	Categoría	Calificación
1 – 4,75	Baja	1
4,75 - 8,50	Moderada	2
8,50 - 12,25	Alta	3
12,25 – 16	Muy alta	4

*Nota.* Tabla de calificación categórica y porcentajes del riesgo total



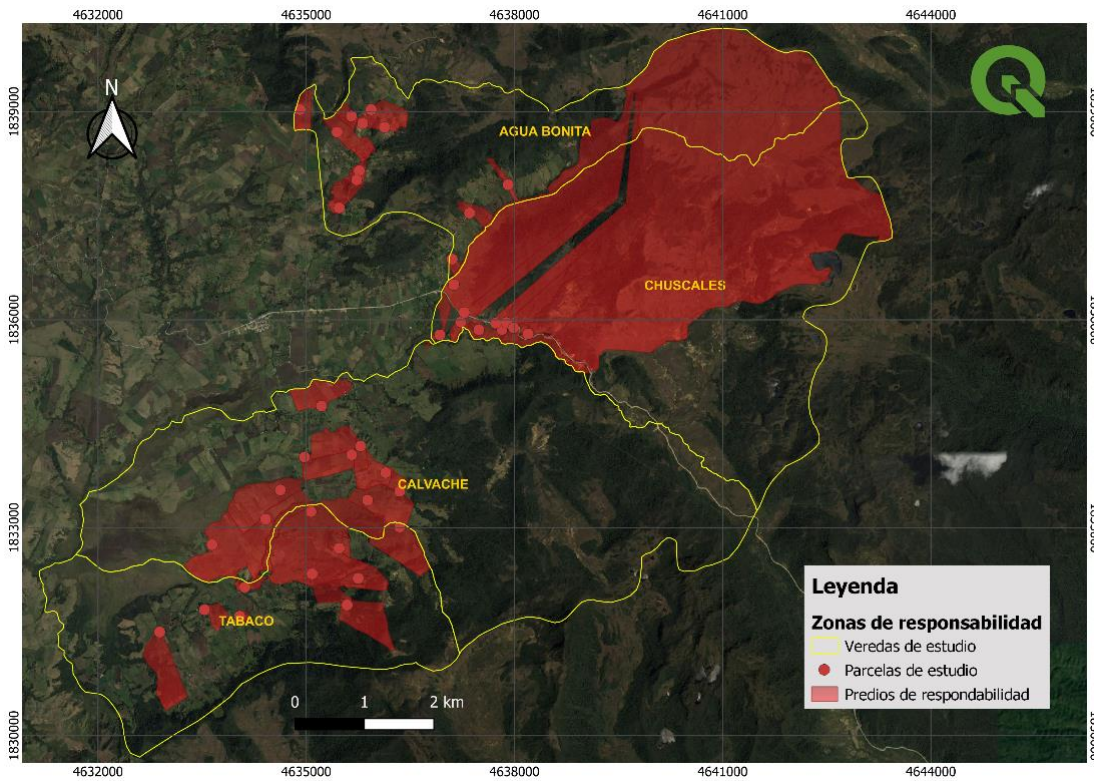
## 4.2.2. Integración de factores para la identificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo

### 4.2.3.1 Primera etapa: definición de la zona de responsabilidad

En la Figura 23 se representa la cartografía temática de las zonas de responsabilidad mostrando las 42 parcelas con puntos de color rojo, además se incluyó los predios de responsabilidad en forma de polígonos color rojo teniendo en cuenta que los predios se espacializarán en diferentes extensiones en las veredas delimitadas como Agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco.

**Figura 23**

*Zonas de responsabilidad en las veredas de estudio de Gabriel López.*



*Nota.* Mapa de las zonas de responsabilidad Chuscales, Agua Bonita, Calvache y Tabaco.

Elaboración propia

#### **4.2.3.2. Segunda etapa: Caracterización de la amenaza**

##### **4.2.3.2.1 Análisis de amenaza relacionada con la susceptibilidad de la comunidad expuesta**

Para la Segunda etapa de caracterización de la amenaza en las cuatro veredas, se planteó tres variables de amenaza para llegar a obtener el mapa de susceptibilidad de la comunidad expuesta, las cuales fueron toxicidad, duración y cantidad.

##### **Toxicidad**

Con respecto a la toxicidad, se obtuvo mayor calificación de amenaza moderada con el 40,5 % y baja el 45,2 %, esto se debe a que los agroquímicos más utilizados por los trabajadores son de categoría toxicológica III ligeramente peligrosos con un 44,1 %, y 32,2 % II moderadamente peligroso, se observó que la vereda presenta una calificación de toxicidad muy alta es Chuscales por lo que en los agricultores reportaron utilizar agroquímicos en mayor cantidad de categoría ligeramente peligroso y moderadamente peligroso Anexo 4.

##### **Duración**

Como resultado en cuanto a la duración se obtuvo una calificación de amenaza alta con un 23,8 % y moderada el 52,4 %. Dado que los trabajadores tienen días de semana de exposición con horas prolongadas en este proceso, encontrando que hay trabajadores que laboran 6 días y 5 horas en el día generando así una duración de 30 horas en la semana como se representa en el “mapa de amenaza por duración” Anexo 5.

##### **Cantidad**

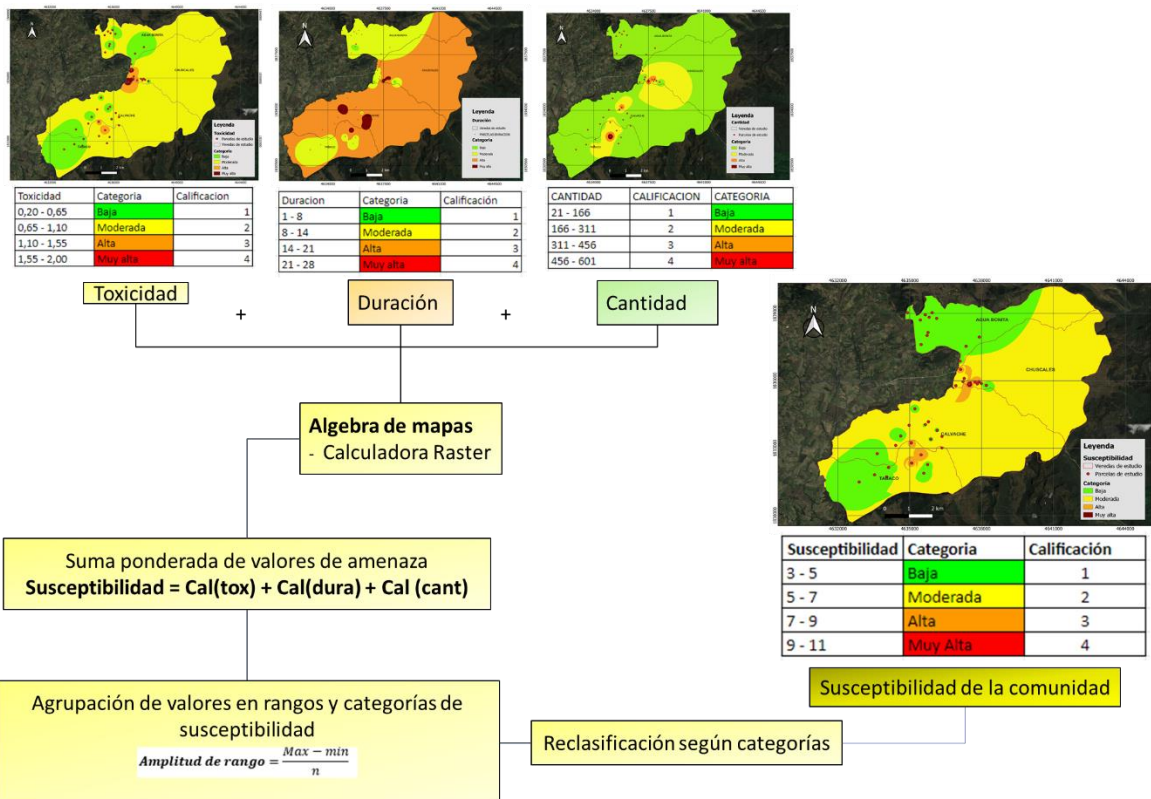
En el caso de cantidad se obtuvo una amenaza baja con el 78,6 % y muy alta 11,9 %. en la generación de residuos su fuente principal es luego de la formulación y preparación de agroquímicos debido a que deben realizar el proceso frecuentemente dependiendo del clima y las plagas resultantes. La cantidad de residuos depende del área de la parcela y la cantidad de siembras de papa en el año, estos envases no cuentan con un sitio adecuado para su manejo siendo

acumulados en estopas y dejados en los cultivos, el cual se representó cartográficamente en el “mapa de amenaza por cantidad de residuos de agroquímicos” Anexo 6.

Con las tres variables resultantes se realiza el proceso de álgebra de mapas el cual nos permitió realizar la suma ponderada de valores de amenaza, se agrupó los valores en rangos y finalmente se realiza la reclasificación, así adquiriendo el mapa de susceptibilidad de la comunidad del corregimiento de Gabriel López como se muestra en la Figura 24.

**Figura 24**

*Análisis de amenaza con la susceptibilidad de la comunidad*



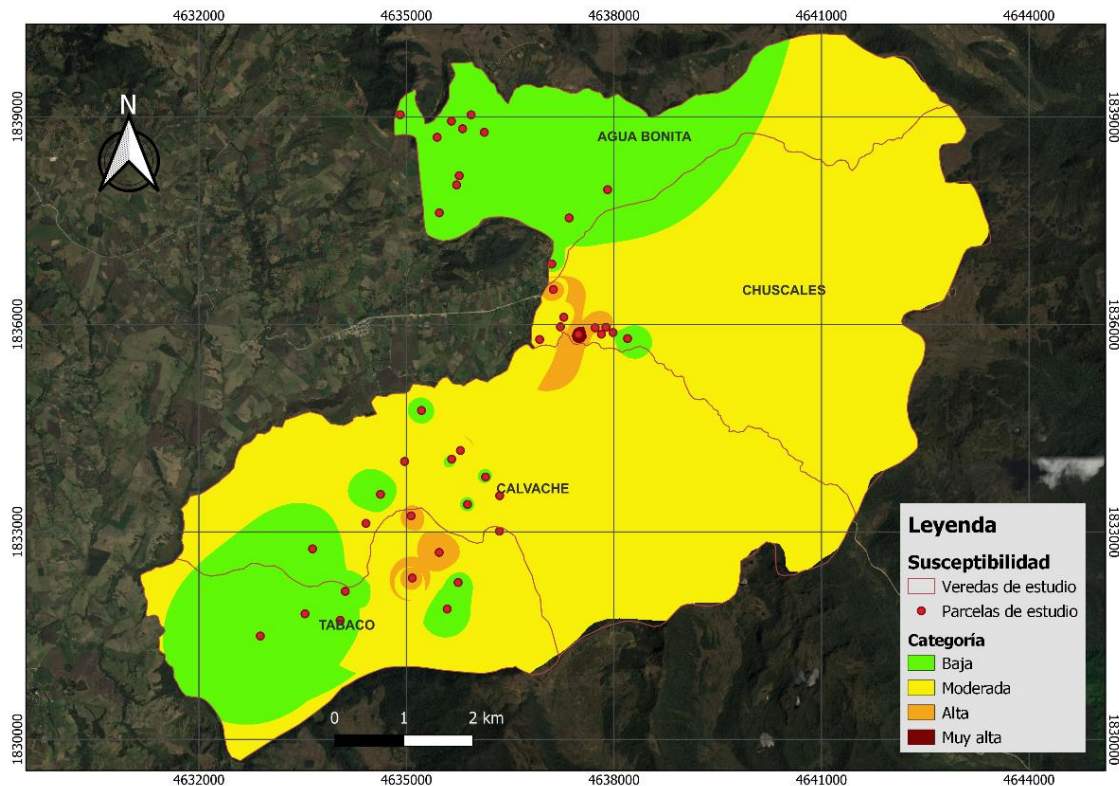
*Nota.* Representación gráfica para el análisis de amenaza relacionada con la susceptibilidad de la comunidad de Gabriel López. Elaboración propia.

## Susceptibilidad

Según la interpolación geográfica en la Figura 25 representó el 71,7% con categoría moderada en la susceptibilidad de la comunidad frente a los factores de amenaza como; toxicidad, cantidad de residuos generados y la duración de exposición a agroquímicos, del cual se evidenció una relación directa frente los efectos neurotóxicos siendo involucrados los trabajadores, niños y mujeres a estas situaciones de peligro. Como lo menciona el estudio "Análisis de riesgo asociado a la exposición crónica a plaguicidas, con el uso de Sistemas de Información Geográfica y percepción remota" el cual menciona que los agroquímicos liberados en el proceso de la fumigación son complejos para identificar y cuantificar la exposición de la población así mismo la relación con sus efectos crónicos [53].

**Figura 25**

*Susceptibilidad de la comunidad*

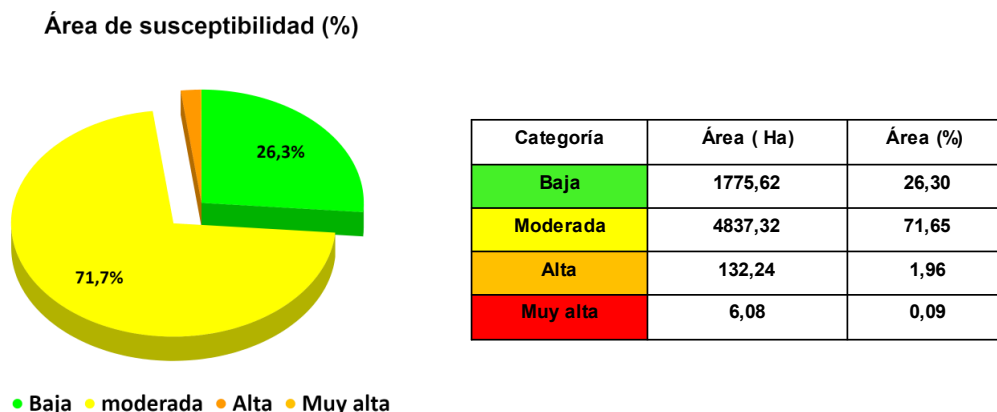


*Nota.* Mapa de susceptibilidad de la comunidad del corregimiento de Gabriel López. Elaboración propia

En la Figura 26 se representó el área de susceptibilidad de la comunidad expuesta a agroquímicos, también se agregó una tabla distribuida en categorías (baja, moderada, alta, muy alta), con su respectiva área en hectáreas (Ha) y porcentajes (%) como lo muestra a continuación:

**Figura 26**

*Área de susceptibilidad de la comunidad*



*Nota.* Categoría de susceptibilidad de la comunidad por área en hectáreas (Ha) y porcentaje (%). Elaboración propia

En las veredas de estudio se presentó productos de categoría moderada, el tiempo de exposición analizado a corto plazo durante una semana y la generación de residuos siendo moderada al ser pequeños y medianos productores, se obtuvo una susceptibilidad de la comunidad con una categoría moderada de una extensión de 4837 hectáreas (Ha) según lo representado geográficamente. Es importante como respuesta y control frente a estas situaciones emergencia el factor socioeconómico fortalezca las zonas con susceptibilidad moderada en la comunidad de Gabriel López [10].

#### **4.2.3.2.2. Análisis de amenaza total por exposición a agroquímicos**

Otra parte de la segunda etapa caracterización de la amenaza, es el análisis de amenaza total por exposición a agroquímicos, la cual se tiene en cuenta tres variables fundamentales, susceptibilidad, frecuencia y sintomatología.

##### **Frecuencia**

Se puede observar que el mapa de frecuencia Anexo 7 marca la diferencia en cuanto a la amenaza, presentando una categoría alta con un 47,6%, moderada y baja el 21,4 % y muy alta el 9,5 % de un color naranja en su mayoría en las veredas Agua Bonita y Chuscales, esto se debe a que la exposición a los agroquímicos es alta por lo que presentó una duración de hasta 30 horas semanales de exposición y hasta 6 días de exposición en la semana, a diferencia de la vereda Tabaco con una amenaza baja debido a que esta vereda evidenció una exposición de 1 a 4 días semanales y 12 horas en la semana.

##### **Sintomatología**

Para el análisis y evaluación de sintomatología por exposición a agroquímicos en la zona de estudio se tuvo en cuenta la cantidad de síntomas presentados por cada trabajador a partir de las encuestas recolectadas en Agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco. Se encontró el 40,5 % de categoría baja, moderada 23,8 %, alta 14,3 % y 21,4 % muy alta.

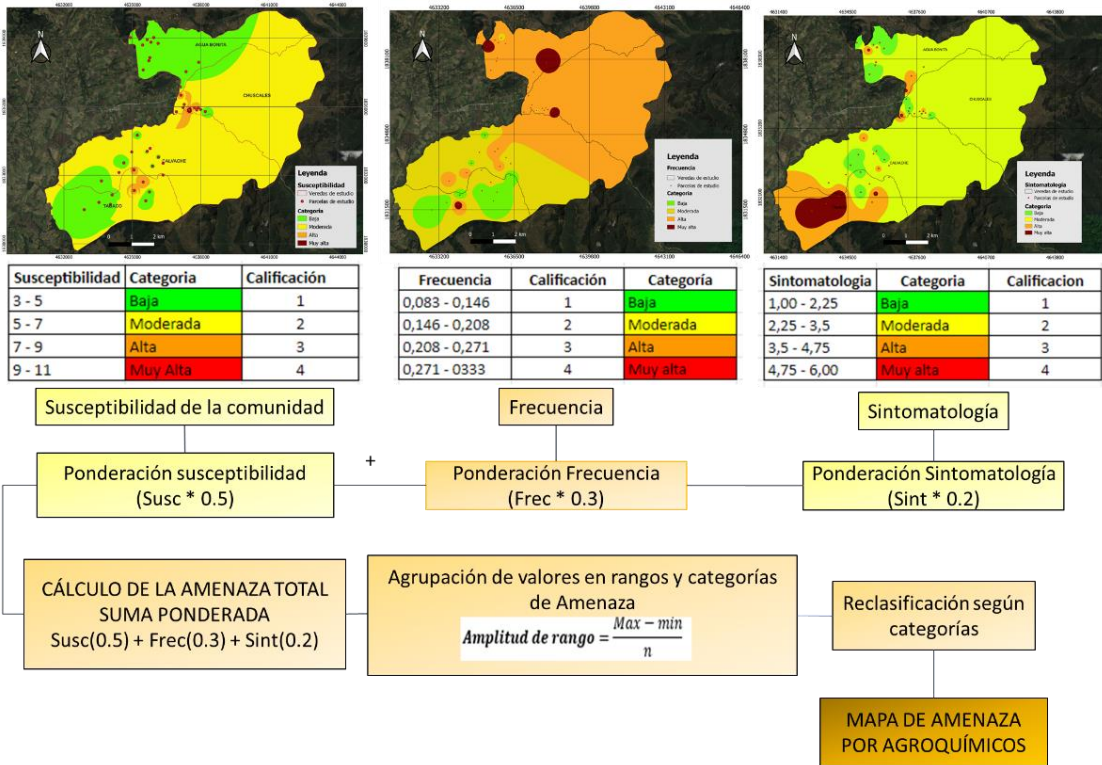
Las veredas Agua Bonita, Chuscales y Calvache presento una amenaza baja moderada y en algunas parcelas con categoría alta teniendo de uno (1) a tres (3) síntomas, en la vereda Tabaco se encontró una categoría alta y muy alta con cuatro (4) y seis (6) síntomas diferente en una persona Anexo 8.

Los síntomas más reportados fueron dolor de cabeza con un 25,6% y problemas digestivos con 23,3%, estos síntomas se han manifestado a largo plazo al estar expuestos diariamente tanto en preparación como aplicación del producto junto con el no uso de los elementos de protección personal (EPP), además se observó el consumo de alimentos en el área de trabajo.

En la Figura 27 se presentan las tablas de calificación definidas y los resultados de los mapas de susceptibilidad, frecuencia, sintomatología aplicando álgebra de mapas el cual nos permitió realizar la suma ponderada de valores de amenaza, se agrupó los valores en rangos y finalmente se realiza la reclasificación, adquiriendo el mapa de amenaza total.

**Figura 27**

*Análisis de amenaza total*



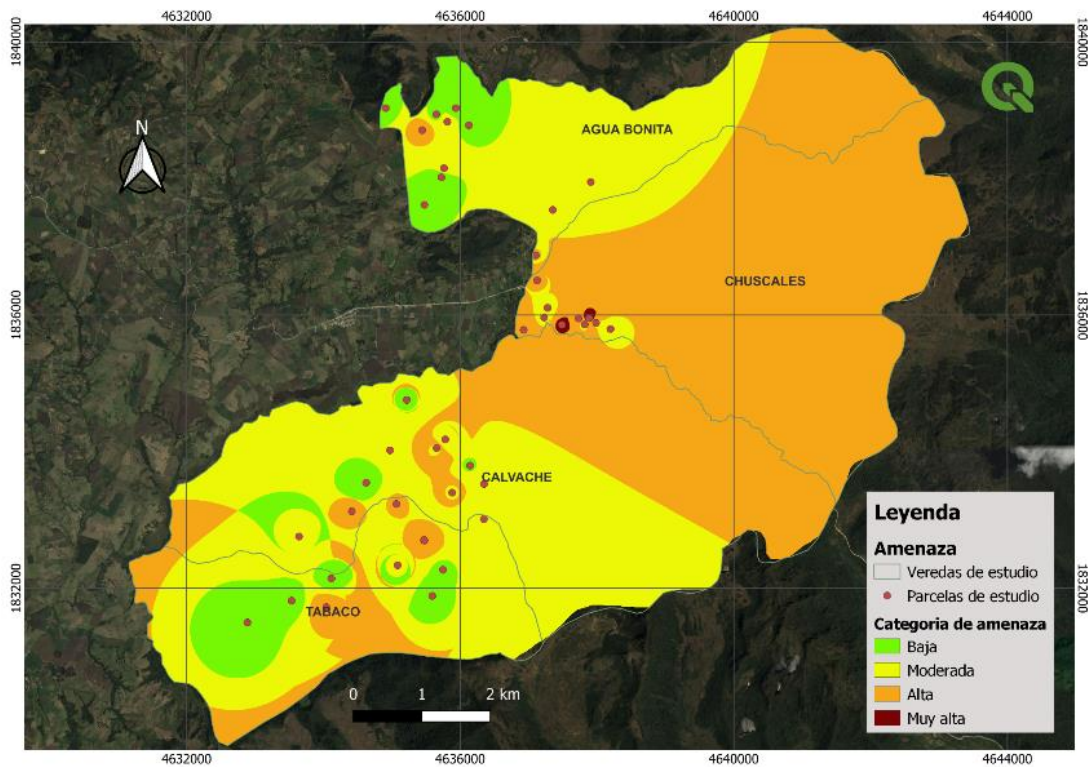
*Nota.* Representación gráfica del procesamiento de para el análisis de amenaza por exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca). Elaboración propia.

#### 4.2.3.2.3. Mapa de amenaza total por agroquímicos

Se observó que el mapa de amenaza total de las 4 veredas de estudio del corregimiento de Gabriel López (Totoró, cauca), arrojo una extensión de categoría alta (Color naranja) y moderada (Color amarillo) en las 42 parcelas de estudio como se evidencia en la Figura 28.

**Figura 28**

*Mapa de amenaza*



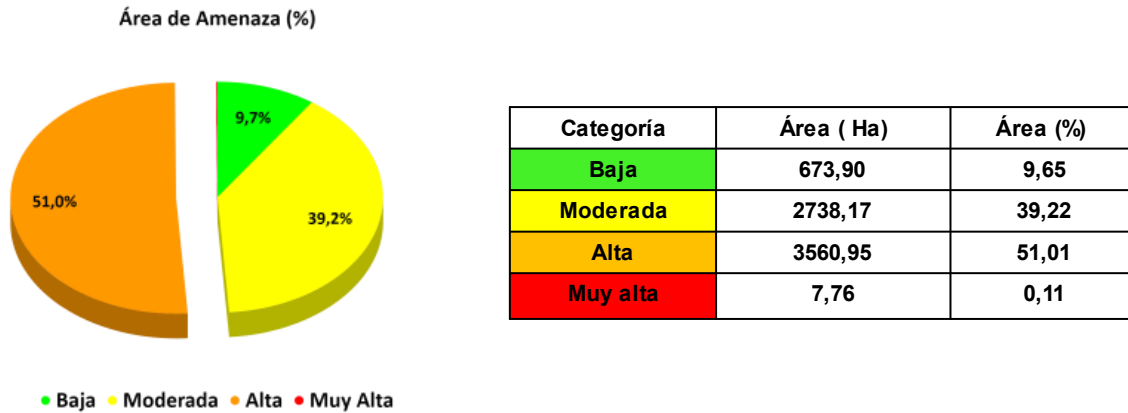
*Nota.* Mapa de amenaza total de exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López. Elaboración propia

En el corregimiento de Gabriel López se obtuvo una amenaza alta con el 51% de 3561 Ha de área categorizada y moderada con el 39,2% que representó 2738 Ha como lo muestra en la Figura 29, del cual uno de los factores que se asimila es la frecuencia por lo que la exposición es frecuente en un intervalo de 4 a 8 veces de exposición provocando que la comunidad sea susceptible, además en toxicidad según los agroquímicos que manejan son altamente peligrosos (II) y moderadamente peligrosos (III).



**Figura 29**

Área de amenaza



*Nota.* Categoría de amenaza por área en hectáreas (Ha) y porcentaje (%). Elaboración propia.

Por otro lado el no uso de equipos de protección personal ocasione que se presente algunos síntomas, es así que a largo plazo la amenaza alta y moderada sería crítica para las cuatro veredas de estudio de Gabriel López, lo cual es semejante a los resultados reportados en el trabajo de grado “Estudio de la relación del uso de agroquímicos elaborados a base de carbamatos en cultivos de cebolla, con la salud de agricultores en el municipio de Aquitania Boyacá”, del año 2020, en este estudio se presentó una frecuencia alta en la aplicación de agroquímicos, también una duración de tiempos extensos en la fumigación son propensos adquirir alteraciones en la salud por estas sustancias tóxicas. Por esta razón es vital el uso del equipo de protección personal en el proceso de manipulación de los productos químicos para evitar posibles complicaciones en la salud de la comunidad expuesta [19].

#### 4.2.3.3. Tercera etapa: Caracterización de vulnerabilidad

##### 4.2.3.3.1. Análisis de vulnerabilidad total a exposición a agroquímicos

Para la tercera etapa de caracterización de vulnerabilidad en las cuatro veredas, se estimó tres vulnerabilidades, las cuales fueron vulnerabilidad ecológica, vulnerabilidad ocupacional y vulnerabilidad poblacional.

## **Vulnerabilidad Ecológica**

Se obtuvo el “mapa de vulnerabilidad ecológica” Anexo 9 del cual las variables de estudio como el sitio de formulación y preparación de agroquímicos, abastecimiento del agua y si las parcelas de estudio se encuentran cerca a fuentes hídricas o a reservas naturales con la calificación categórica se obtuvo un valor mínimo de 6.0 y un máximo 9.0, además se distribuyó en cuatro rangos y así calificar en las cuatro (4) categorías (Baja, Moderada, Alta y Muy alta), de esta manera, reclasificar con valores de calificación al realizar la interpolación IDW.

Con la reclasificación se logra evidenciar que en las cuatro veredas la vulnerabilidad ecológica representa una categoría Alta, con excepción de la vereda Tabaco que se distribuye en categoría alta y muy alta, con lo cual se ven susceptibles como fuentes hídricas y nacimientos de agua que forman parte de abastecimiento para la preparación como formulación de agroquímicos, esto causa y altera la composición de recurso y la vida acuática que lo componen, por otro lado, las reservas se ven propensas a los impactos ecosistémicos tanto por la aplicación como por extensión excesiva de la agricultura como lo indica el estudio “Estimación del riesgo ecológico por uso de agroquímicos en zona agrícola del corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)” presentando impacto en el ecosistema acuático se debe al uso de varias sustancias tóxicas en especial los carbamatos por su baja solubilidad en el agua, asimismo afectando las especies de la zona[12].

## **Vulnerabilidad Poblacional**

En el “mapa de vulnerabilidad poblacional” Anexo 10 se obtuvo la categoría moderada, baja teniendo en cuenta que en el acompañamiento a la labor hay una presencia no muy frecuente de niños y mujeres, también el número de personas en las viviendas sería una exposición indirecta a estos insumos como en comparación a los trabajadores, por otro lado, algunos cultivos se encontraron cerca de vías y viviendas de las cuales son secundarias y viviendas rurales, sin embargo, se debe controlar porque a largo plazo se verán mayores afectaciones.

## **Vulnerabilidad ocupacional**

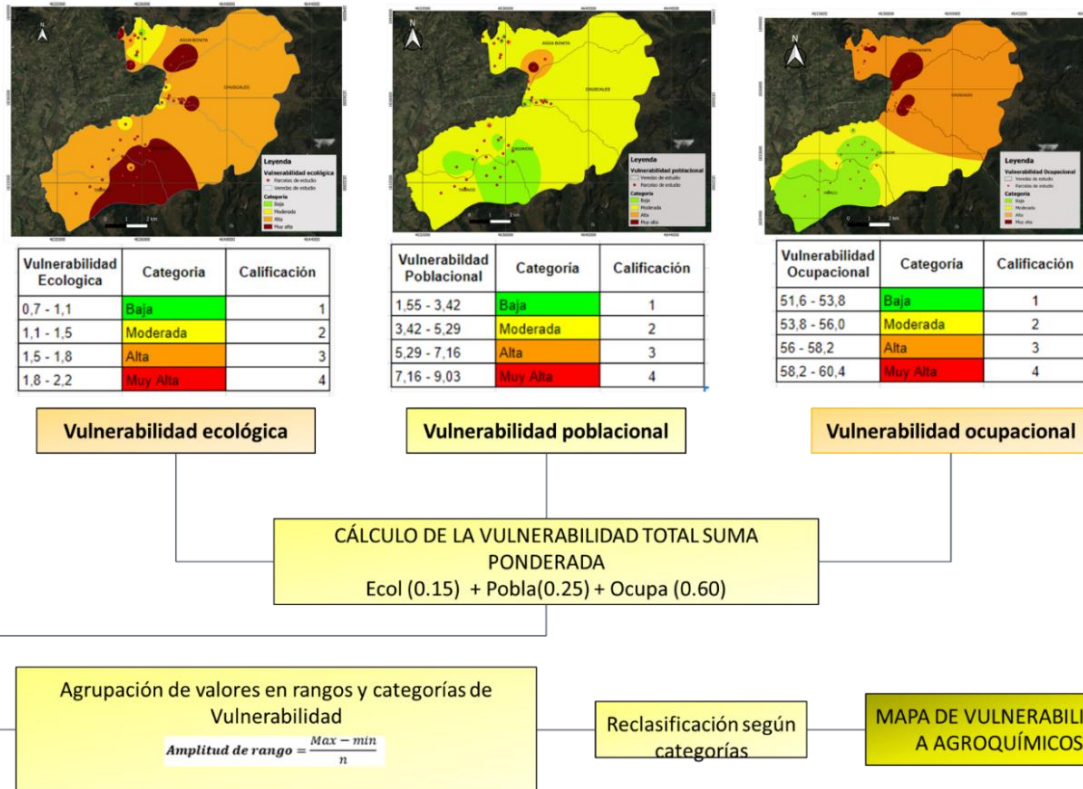
Se espacializó para obtener el “mapa de vulnerabilidad ocupacional” Anexo 11 y se evidenció una categoría alta en las zonas de Agua bonita y Chuscales teniendo en cuenta que en esta zona se reportaron trabajadores mayores de 50 años en adelante, además no utilizan los equipos de protección personal, dentro de los equipos de aplicación utilizan como bombas de espalda, estas ocasionan derrames y con estos equipos deben utilizar más agroquímicos en comparación a estacionaria que reduce aplicación de agroquímicos.

En contraste, se evidenció que parte de las veredas Tabaco y Calvache se presenta baja y moderada teniendo en cuenta que estas zonas los factores son la edad y el uso de equipos de aplicación como la estacionaria, que les permite menos dosificación de agroquímicos, menos tiempo de exposición a agroquímicos y evita posibles derrames, se debe tener en cuenta que las zonas de categoría alta deben presentar un control rápido con el fin de evitar impactos crónicos para salud de los trabajadores que están más frecuentes de forma directa.

Luego de obtener los tres mapas de vulnerabilidad se realizó un cálculo de la vulnerabilidad total con suma ponderada del mapa de vulnerabilidad ecológica, poblacional y ocupacional obteniendo como resultado la vulnerabilidad total como lo muestra la Figura 30.

**Figura 30**

*Análisis de vulnerabilidad total*



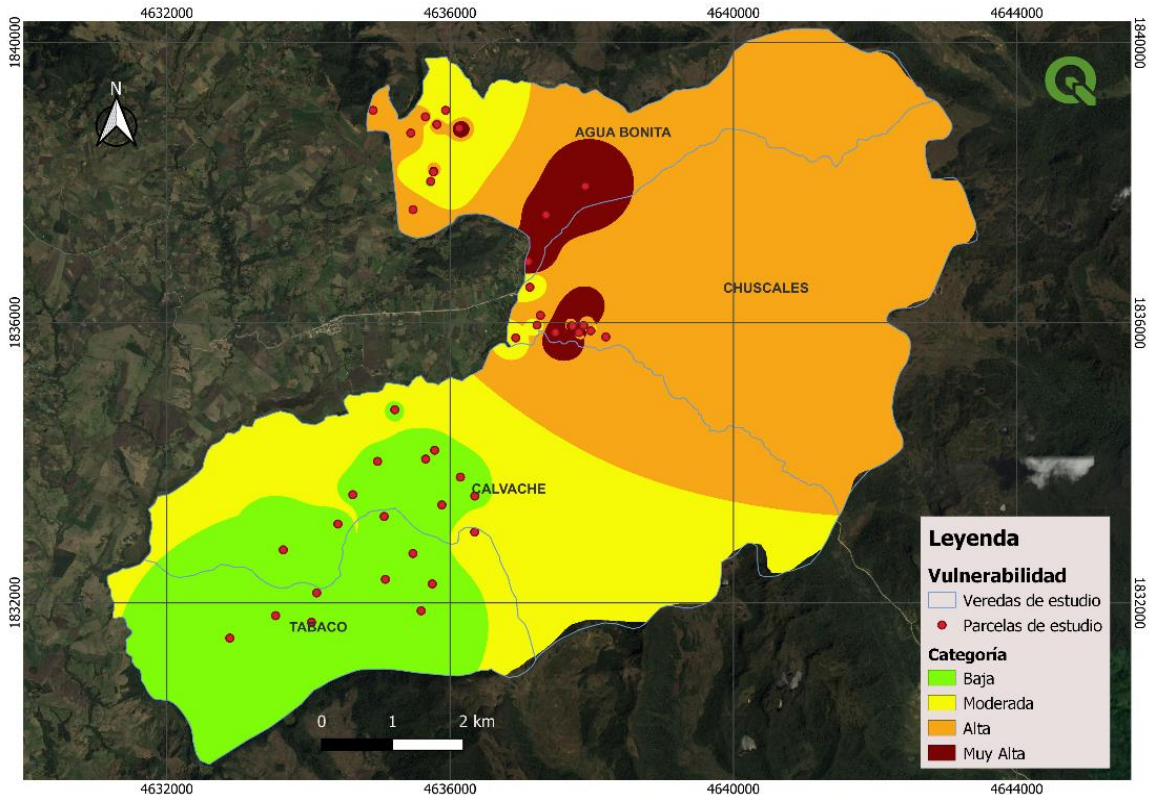
*Nota.* Representación gráfica del procesamiento de para el análisis de vulnerabilidad por exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca). Elaboración propia.

#### 4.2.3.3.2. Mapa de vulnerabilidad total por agroquímicos

A continuación, se representa el mapa de vulnerabilidad total por agroquímicos de las veredas de estudio (Agua Bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco) como lo indica en la Figura 31.

**Figura 31**

*Vulnerabilidad total del corregimiento de Gabriel López*

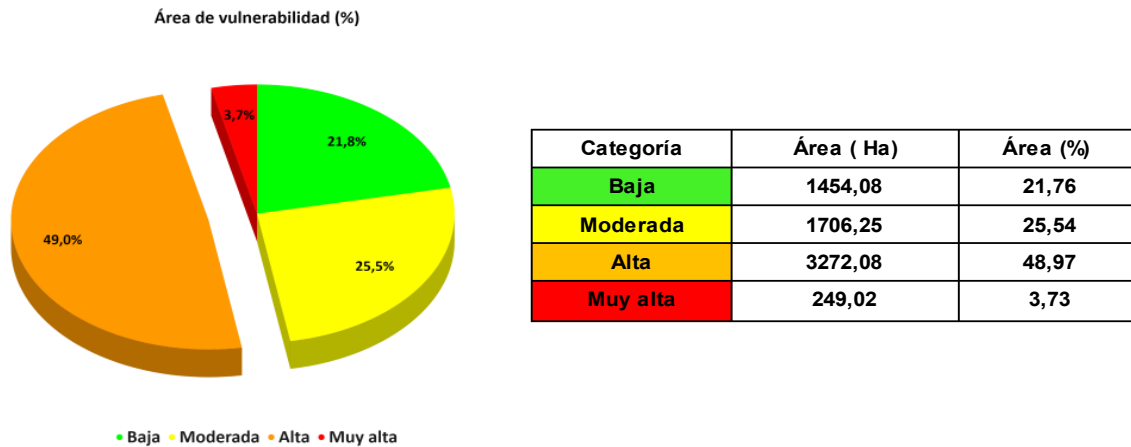


*Nota.* Mapa de vulnerabilidad total a exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca). Elaboración propia.

A continuación, se representó el área en hectáreas (Ha) y porcentaje (%) de vulnerabilidad en las cuatro (4) categorías baja, moderada, alta y muy alta como se muestra en la Figura 32.

**Figura 32**

*Área de vulnerabilidad*



*Nota.* Categoría de vulnerabilidad por área en hectáreas (Ha) y porcentaje (%). Elaboración propia.

De la anterior representación cartográfica se obtuvo una vulnerabilidad alta con un área de 3272 Ha (49%) y moderada con 1706 Ha (25,5%), estas categorías se reflejaron en las veredas de Chuscales, Agua bonita y Calvache, con relación a lo anterior se evidenció el no uso de equipos de protección personal y personas mayores de 50 años siendo más vulnerables a las diferentes sintomatologías. De esta manera fue importante evidenciar similitud con los resultados del “Estudio de la relación del uso de agroquímicos elaborados a base de carbamatos en cultivos de cebolla, con la salud de agricultores en el municipio de Aquitania Boyacá” el cual indica que entre mayor edad tenga la persona expuesta a productos químicos, mayor va a ser el riesgo de sufrir afectaciones de salud o efectos secundarios por el uso de pesticidas, considerando esta variable como una vulnerabilidad alta [19].

Hay que agregar que se evidencia impactos al realizar la preparación de agroquímicos cerca a fuentes hídricas como la quebrada Chuscales y el río Palacé que son abastecimiento para la comunidad, también la agricultura extensiva ha venido alterando reservas naturales. Teniendo en cuenta que a largo plazo las zonas

de estudio se verán más vulnerables al no controlar y aplicar las medidas correctivas frente a los agroquímicos.

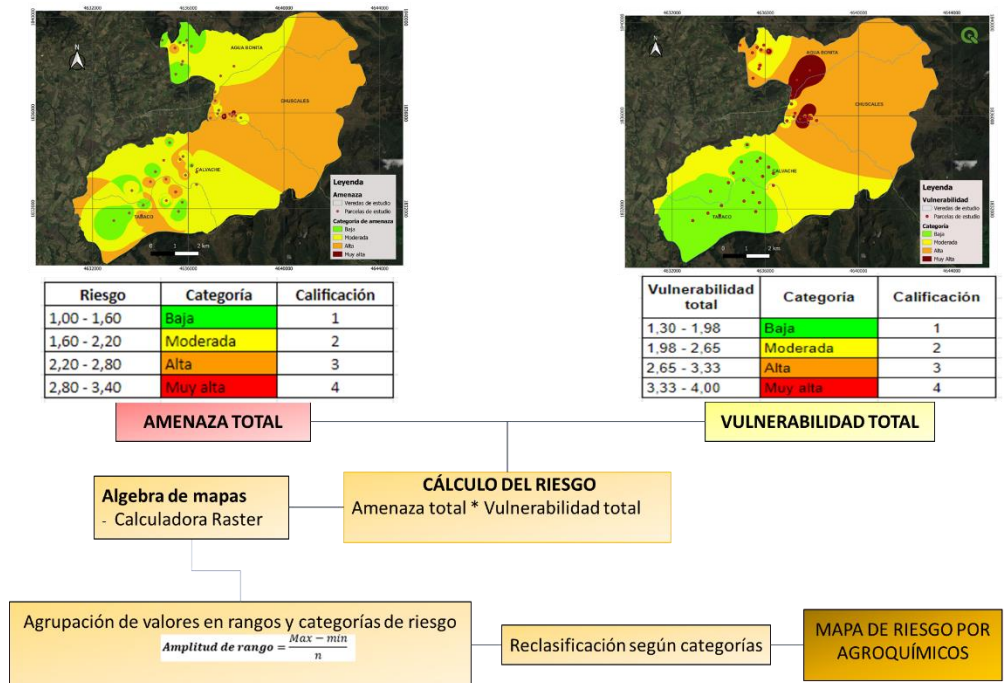
#### 4.2.3.4. Cuarta etapa: Mapa de riesgo

##### 4.2.3.4.1. Análisis de riesgo por exposición a agroquímicos

En la Figura 33, se muestra los mapas de amenaza y vulnerabilidad los cuales se obtuvieron en la interpolación, además se anexó las tablas de clasificación definidas en cuatro categorías, para así realizar el proceso álgebra de mapas y obtener el mapa de riesgo.

**Figura 33**

*Análisis de riesgo por exposición a agroquímicos*



*Nota.* Representación gráfica del procesamiento de para el análisis de riesgo por exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca). Elaboración propia.

De los mapas obtenidos de amenaza y vulnerabilidad se presentó una categoría alta moderada al evidenciando una mayor frecuencia de exposición durante la aplicación en la semana, de lo cual generó una vulnerabilidad en lo ocupacional que se ven afectados los trabajadores al ser mayores de los 50 años y utilizan equipos como

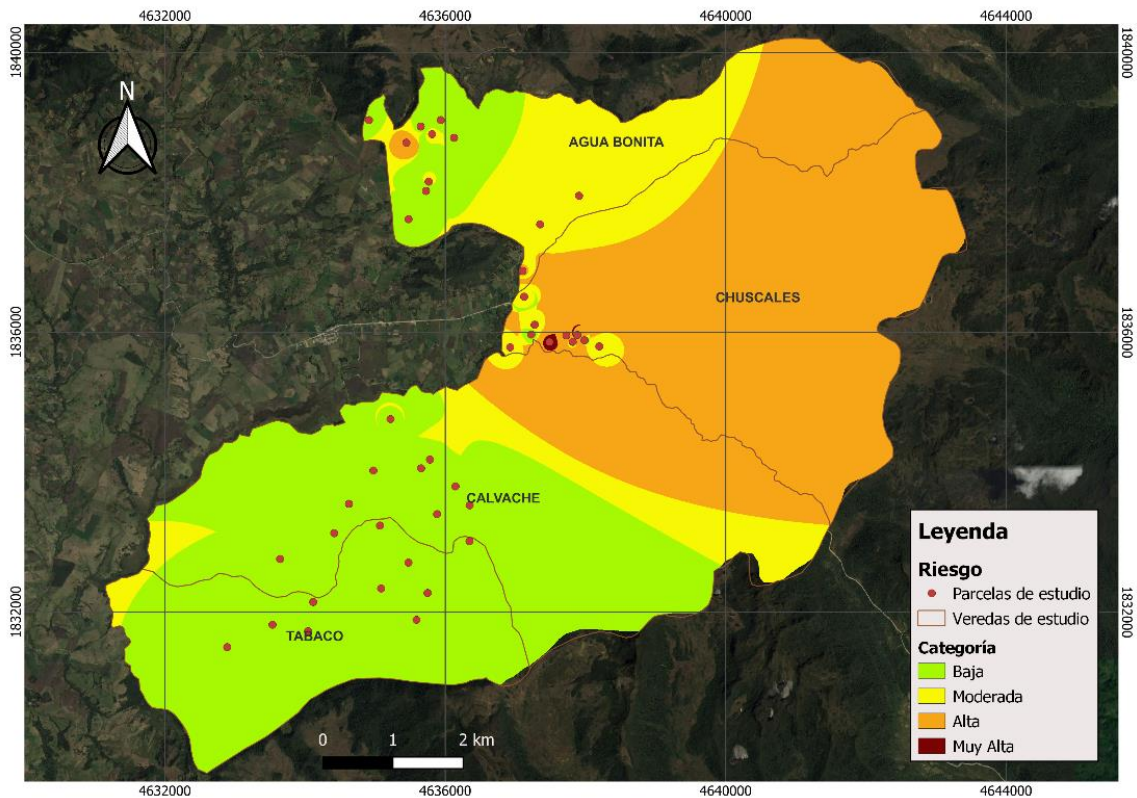
bombas de espalda como también el no uso de equipos de protección personal para reducir riesgo a estos agroquímicos.

#### 4.2.3.4.2. Mapa de riesgo por agroquímicos

Para el mapa de riesgo por agroquímicos se realiza el proceso de álgebra de mapas entre amenaza y vulnerabilidad total el cual nos permitió realizar la suma ponderada de valores, se agrupó los valores en rangos y finalmente se realiza la reclasificación, así adquiriendo el mapa de riesgo de la comunidad del corregimiento de Gabriel López como muestra la Figura 34.

**Figura 34**

*Riesgo total del corregimiento de Gabriel López.*



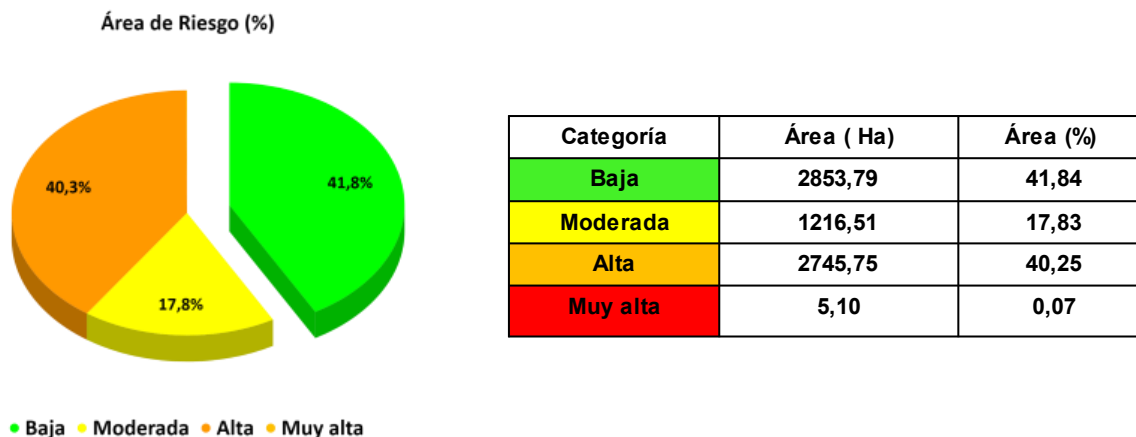
*Nota.* Mapa de riesgo total de exposición a agroquímicos del corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca). Elaboración propia.



En la Figura 34 y Figura 35 se encontró que el riesgo en área predomina la categoría baja con una extensión de 2853,79 hectáreas (Ha) con un porcentaje de 41,8%, seguidamente la categoría alta con 2745,75 hectáreas (Ha) con un porcentaje de 40,3% como lo muestra a continuación:

**Figura 35**

Área de riesgo



*Nota.* Categoría de riesgo por área en hectáreas (Ha) y porcentaje (%). Elaboración propia.

En cuanto al riesgo predomina la categoría baja con una extensión de 2853,79 hectáreas (Ha) con un porcentaje de 41,8%, seguidamente la categoría alta con 2745,75 hectáreas (ha) con un porcentaje de 40,3%. La categoría baja sobresale teniendo en cuenta factores como aplicación de productos de categoría toxicológica moderada y ligeramente peligrosos, por otro lado se presenta menor afectación a la población teniendo en cuenta que los niños y las mujeres embarazadas no acompañan la labor, pero se observó cultivos cerca de viviendas y cerca de las vías incluso cerca de una escuela generando una afectación a terceros, en la parte ecosistémica se representó impactos con respecto a fuentes hídricas que son las fuentes de abastecimiento para la aplicación de agroquímicos. Se presenta que gran parte de la comunidad son trabajadores jóvenes, además la duración a la exposición durante la semana es moderada en algunas zonas, así mismo de las 42 parcelas no se encontró ningún trabajador con los equipos de protección personal (EPP).

En el proceso de integración de las variables de amenaza y vulnerabilidad mencionadas anteriormente se obtuvo un riesgo bajo, logrando evidenciar una similitud con los resultados de estudio “Análisis de riesgo asociado a la exposición crónica a plaguicidas, con uso de Sistemas de Información Geográfica y percepción remota” el cual reportó que predomina la categoría riesgo bajo con el 70% de las manzanas esto se debe a que no se encontró población aledaña, por lo tanto no se presentó amenaza y vulnerabilidad en la zona de estudio, así mismo el 9% de la población fueron niños y mujeres en edad reproductiva [53].

Chuscales representó una categoría de riesgo alto y muy alto, teniendo en cuenta que en el mapa de amenaza y vulnerabilidad presentan factores como mayor uso de agroquímicos, personas mayores las cuales llegan a ser vulnerable, una duración de hasta 30 horas de exposición semanales sin uso del equipo de protección personal generando un riesgo alto.

### **4.3. Diseño de estrategias de intervenciones locales y prevención de riesgo por exposición a agroquímicos basada en la información del sistema de información geográfica.**

#### **4.3.1. Base de estrategias participativas con cartografía social**

Se sugirió aplicar medidas de prevención con capacitaciones como medida de control en la gestión de riesgo, el cual se encontró cartográficamente un riesgo alto moderado entre Agua bonita y Chuscales, además un riesgo bajo para Tabaco y Calvache como las veredas de estudio frente a la amenaza por agroquímicos en la comunidad.

#### **Registro de capacitaciones**

La plantilla de capacitaciones se diseñó con el fin manejar un registro de capacitaciones del riesgo por agroquímicos, estas actividades se recomiendan trabajar con el sistema de información geográfica (SIG) como es el mapa de riesgo elaborado para cada vereda, además visualizar e identificar los tipos de amenaza y los elementos vulnerables con la comunidad.

A continuación, se indica la plantilla de las sesiones de capacitación y actividades de prevención y riesgo por agroquímicos Tabla 6.

**Tabla 6**

*Plantilla de capacitaciones*

Título de la sesión		
Actividad No. #		Fecha:
Objetivo de aprendizaje		
Competencia		
Conocimientos previos		
Indicadores		
Descripción de la actividad		

*Nota.* Formato de capacitaciones en prevención y riesgo por agroquímicos. Elaboración propia

### **Registro de asistencia**

Para fortalecer la capacidad de adoptar buenas prácticas en el buen manejo de los agroquímicos generados en el cultivo de papa, se realizó como primera instancia la visita de algunas veredas del corregimiento de Gabriel López, con el propósito de conocer las problemáticas tanto de salud ocupacional, poblacional y así mismo afectaciones al entorno natural por causa del uso inadecuado de los productos químicos, falta de protección personal, y desconocimiento de la afectación que se genera a otros individuos por no tener las medidas de prevención. Con el fin de fortalecer nuevos conocimientos frente a los riesgos presentes en cada proceso, se diseñó un registro de capacitación para los trabajadores que realizan labores con pesticidas en el cultivo de papa, con el fin de disminuir los riesgos presentados.

El individuo que manipula y realiza tareas con productos tóxicos como lo son los agroquímicos, debe contar con capacitaciones acordes a los procedimientos de trabajo, medidas de precaución del riesgo, seguridad y salud durante el uso del

producto, se debe tener en cuenta los procedimientos tanto de emergencia como los riesgos que se está expuesto. A continuación, en la Tabla 7 de la plantilla de registro de capacitación cuenta con los temas que el capacitador va a tratar con el propósito de que el trabajador se familiarice con cada uno de ellos, logrando que este relacione los temas ahí plasmados a su vida cotidiana y pueda tener una participación más activa en la capacitación.

**Tabla 7**

*Plantilla de registro de capacitación de trabajadores*

Registro de capacitación para los trabajadores que realizan labores con pesticidas en el cultivo de papa en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).							
Nombre del capacitador:			Cargo o profesión:				
Lugar de ejecución:			Fecha:				
<b>Desde:</b>	hrs	<b>Hasta:</b>	hrs	<b>Duración:</b>	hrs	<b>N°</b>	<b>Asistentes:</b>
Objetivo de la capacitación:							

*Nota.* Formato de registro de capacitación de los trabajadores del corregimiento de Gabriel López. Elaboración propia.

Se sugiere los siguientes temas de capacitación para la preparación, formulación, aplicación y disposición de agroquímicos como lo muestra a continuación en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Temas sobre la capacitación*

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los riesgos por agroquímicos presentes en la comunidad de la zona de estudio</li> <li>• Rutas de ingreso al organismo por agroquímicos</li> <li>• Los síntomas presentados por exposición</li> <li>• Uso de los equipos de protección personal para evitar contacto directo con residuos de productos químicos</li> <li>• Los procedimientos de descontaminación de rutina</li> <li>• Lavar ropa de trabajo por separado</li> <li>• Revisión de hojas de seguridad.</li> </ul> |
|---|

- Precauciones del manejo de agroquímicos dentro del hogar
- Riesgos en niños y mujeres en embarazo por exposición directa o indirecta a agroquímicos
- Los cuidados de niños y comunidad a la hora de aplicación de agroquímicos
- Manejo adecuado de las prendas de trabajo antes de ingresar al hogar
- Medidas de cuidado al estar en contacto con niños o miembros de la familia luego de la aplicación de agroquímicos.

*Nota.* Temas de capacitación para la formación de los trabajadores. Elaboración propia

Para las temáticas de capacitación se sugiere utilizar diferentes materiales de capacitación como videos, información de seguridad y prevención del riesgo durante el uso de agroquímicos, guía sobre seguridad y salud en el uso de productos de agroquímicos. Por ello es importante manejar las siguientes plantillas como “plantilla de registro del material utilizado” Tabla 9 y “plantilla de registro de los participantes” Tabla 10.

**Tabla 9**

*Plantilla de registro del material utilizado*

Título	Fuente

*Nota.* Formato de registro del material utilizado en las diferentes capacitaciones. Elaboración propia.

**Tabla 10**

*Plantilla de registro*

N°	Nombre del participante	No de identificación	Cargo	Firma
1				
2				
3				

*Nota.* Registro de los participantes. Elaboración propia

## Evidencia de riesgo

Se diseñaron estrategias participativas de prevención a partir de la cartografía temática de estudio, con esto se elaboró una plantilla de evidencia de riesgo como se muestra a continuación en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Plantilla de evidencia del riesgo de las zonas de estudio.*

<b>Nombre</b>	<b>Vereda</b>	<b>Ruta de exposición</b>	<b>Cantidad /duración</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Riesgo</b>

*Nota.* Formato de evidencia del riesgo de las veredas de estudio (agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco) del corregimiento de Gabriel López. Elaboración propia.

La anterior plantilla se elaboró con el fin de corroborar y actualizar información con nuevos datos relacionando con la cartografía del mapa de riesgo, las variables que contiene esta plantilla deben socializar frente a la comunidad de una manera didáctica con el mapa de riesgo corroborando los datos georreferenciados y de la misma manera aumentando puntos o parcelas de estudio. Además, se realizó una tabla de indicadores de gestión para la implementación de la guía de riesgo por agroquímicos Tabla 12, de la cual se definió siete (7) indicadores (Toxicidad, cantidad, duración, sintomatología, frecuencia) que están dentro del componente Amenaza total y once (11) indicadores para el componente de vulnerabilidad total como lo muestra a continuación:

**Tabla 12.**

Indicadores de riesgo

Indicador	Variable	Descripción	Recomendación	Componentes
<b>Toxicidad</b>	Categoría toxicológica	Numero de agroquímicos según su categoría toxicológica	Utilizar menos productos de categoría altamente peligrosos (I)	Susceptibilidad
<b>Cantidad</b>	Cantidad de residuos de agroquímicos	Cantidad de residuos (Kg)	Aplicar recomendaciones de dosificación y un buen manejo de residuos	
<b>Duración</b>	Tiempo de exposición	Días y horas de exposición en la semana	Aumentar personal de trabajo para reducir la duración de exposición	
<b>Frecuencia</b>	Número de veces de exposición	Número de veces que está expuesto durante la semana	Aumentar personal de trabajo y uso EPP	
<b>Sintomatología</b>	Síntomas presentados	Numero de síntomas reportados	Aplicar las recomendaciones de las fichas de seguridad y riesgo de los agroquímicos de alta toxicidad	
<b>Edad</b>	Número de años de los trabajadores		Tener precauciones y medidas frente la población mayor a 50 años	Vulnerabilidad ocupacional
<b>Equipo de aplicación</b>	Estacionaria o bomba de espalda	El uso de equipos para la aplicación de agroquímicos	Realizar mantenimiento de equipos para evitar fugas, mejorar el rendimiento de aplicación reduciendo tiempo de exposición	

AMENAZA TOTAL

RIESGO

VULNERABILIDAD TOTAL

<b>Duración</b>	El tiempo que lleva en exposición	Años que lleva expuesto a los agroquímicos	Aplicar recomendaciones de prevención	Vulnerabilidad poblacional
<b>EPP</b>	Equipos de protección personal	el uso y numero de equipos de protección personal	Utilizar equipos de protección personal	
<b>Población</b>	Niños, mujeres en embarazo y adulto mayor	Porcentaje poblacional (niños, mujeres en embarazo y adulto mayor)	Tener precauciones y disminuir el tiempo de exposición a agroquímicos	
<b>Viviendas</b>	Número de viviendas cerca a los cultivos y la distancia	Cantidad de viviendas y la distancia en metros a la parcela de estudio	Tratar de cultivar papa a cierta distancia de viviendas o aplicar agroquímicos en el menor tiempo posible	
<b>Vías</b>	Vías cercanas al cultivo y la distancia	Distancia de las vías a las parcelas de estudio	Evitar sembrar cerca de vías especialmente las más transitadas a un acierta distancia y disminuir el tiempo de aplicación	
<b>Formulación y preparación</b>	Lugar o sitio de preparación de agroquímicos	Parcelas o fuentes hídricas	Realizarla preparación en las parcelas para evitar derrames en fuentes hídricas	Vulnerabilidad ecológica
<b>Abastecimiento</b>	abastecimiento de agua	fuentes hídricas, arroyos u otros	Conservar las fuentes y arroyos, diseñar un sistema de captación para el abastecimiento	



<b>Fuentes hídricas</b>	Si la parcela se encuentra cerca a fuentes hídricas	Distancia de las fuentes hídricas	Tenerlas precauciones de derrames a fuentes hídricas
<b>Reservas naturales</b>	Si la parcela se encuentra cerca de reservas naturales	Distancia de las reservas naturales	Concientizar de la importancia de las reservas naturales frente a la agricultura extensiva

*Nota. Indicadores para la gestión e implementación de la guía de riesgos por agroquímicos. Elaboración propia*

Hay que tener en cuenta que cada indicador contiene una variable de estudio, descripción y recomendaciones parciales que se incluirán en la guía de riesgo por agroquímicos en las veredas de estudio (Agua bonita, Chuscales, Calvache y Tabaco) del corregimiento de Gabriel López.

### **Percepción categórica de riesgo**

A continuación, se elaboró una plantilla de percepción categórica de riesgo según lo adaptado de la “Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos” [48], como lo muestra en la Tabla 13. De la cual se definió integrando los diferentes tipos de amenaza como la cantidad, toxicidad, duración, frecuencia y sintomatología, de esta manera se identificará los elementos vulnerables que se presentan con el apoyo del mapa de riesgo y las capacitaciones que se orienten se definirá a percepción categórica Muy alto, alto, moderado y bajo.

**Tabla 13**

*Percepción categórica de riesgo*

Tipo de Amenaza	Elementos vulnerables	Percepción categórica de riesgo			
		Muy alto	Alto	Moderado	Bajo

*Nota.* Plantilla de Percepción categórica de riesgo por agroquímicos. Elaboración propia

## Síntesis de riesgo

Se elaboró la Tabla 14 de síntesis de riesgo por agroquímicos en las zonas de estudio del cual se acopló al documento de “vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos” [48].

**Tabla 14**

*Síntesis de riesgo por agroquímicos en las veredas de estudio.*

Escenario de riesgo	Elementos en riesgo	Categoría de riesgo por agroquímicos			
		Muy alta	Alta	Moderada	Baja

*Nota.* Tabla síntesis de riesgo para identificar escenarios y elementos de riesgo por agroquímicos. Elaboración propia

Con esta tabla de síntesis de riesgo se diseñó con el fin de identificar el escenario de riesgo que consiste si es ocupacional, poblacional o ecológico, también los elementos que estarían dentro de ese escenario de riesgo identificado y finalmente con la cartografía del mapa de riesgo definir en que categoría de riesgo se encuentra la parcela georreferenciada.

### 4.3.2. Elaborar plan de prevención de riesgo en los trabajadores




#### Equipos de protección personal (EPP)

Por parte de coordinadores y entidades ambientales no difunden información de los planes y medidas ambientales de seguridad y salud en los agricultores, de esta manera se reduce los riesgos con un manejo adecuado de residuos como también conservar el orden y la limpieza general de zonas de mezcla o manipulación de los agroquímicos como medidas preventivas de seguridad. Además, para mantener un lugar de trabajo seguro y saludable depende de la exposición a agroquímicos ya sea por olores, emisiones y manipulación de los productos, por lo cual los trabajadores de las parcelas son los responsables de minimizar la exposición teniendo en cuenta

las fichas de seguridad, de este modo se debe utilizar los equipos de protección personal (EPP) como se muestra a continuación en la Tabla 15 [49].

**Tabla 15**





*Equipos de protección personal (EPP)*

<b>Equipos de protección personal</b>	<b>Protección</b>	<b>Figura</b>
Gorro	Previene salpicaduras en la preparación y formulación de agroquímicos	
Máscara respiratoria	Protege boca, nariz y ojos del trabajador por inhalación o ingestión del agroquímico	
Gafas de seguridad	Protege la vista durante la aplicación de agroquímicos	

Fuente. casafe

Fuente. casafe

Fuente. casafe

Equipos de protección personal	Protección	Figura
Guantes	Disminuye riesgo por vía dérmica y cutánea a la hora de consumir alimentos	 <p data-bbox="1040 516 1279 548">Fuente. Apsaper</p>
Calzado de seguridad	Prevenir contacto con agentes patógenos por el manejo de residuos peligrosos	 <p data-bbox="1065 852 1252 884">Fuente. Prolaboral</p>
Overol de manga larga	Prevenir contacto con agentes patógenos por el manejo de residuos peligrosos	 <p data-bbox="1073 1167 1235 1199">Fuente. casafe</p>
Delantal Plástico Tipo Industrial	para evitar el contacto con agentes patógenos por el manejo de residuos peligrosos	 <p data-bbox="1089 1503 1227 1535">Fuente. Safety</p>

*Nota.* Equipos de protección personal adecuados para la manipulación de los agroquímicos [49].

## Pictogramas de precaución

Se ilustró con pictogramas como complemento de información en prevención de riesgo por agroquímicos, a continuación, en la Figura 36 se muestra los pictogramas de precaución frente a los agroquímicos.

**Figura 36**

*Pictogramas de precaución*



*Nota.* Pictogramas de precaución para almacenamiento, procedimiento, protección personal y advertencia [50].

De lo anterior se presenta los pictogramas distribuidos en almacenamiento lo cual deben estar los agroquímicos en una zona segura donde no se expongan los niños, en el procedimiento se evidencia dos tipos de manipulación de una que es líquido y otra es sólido (polvo), en esta área se debe tener precauciones frente derrames y agroquímico en polvo tratar de mezclar lo más rápido posible en el tanque de preparación. Por otro lado, en protección personal son los equipos de protección personal como guantes, botas, protector facial, tapabocas, uso de ropa protectora y delantal y finalmente en advertencia como lavarse después de estar en exposición,

también la aplicación de estos insumos es nociva para animales y tener precauciones frente a lagos, ríos, estanques y arroyos.

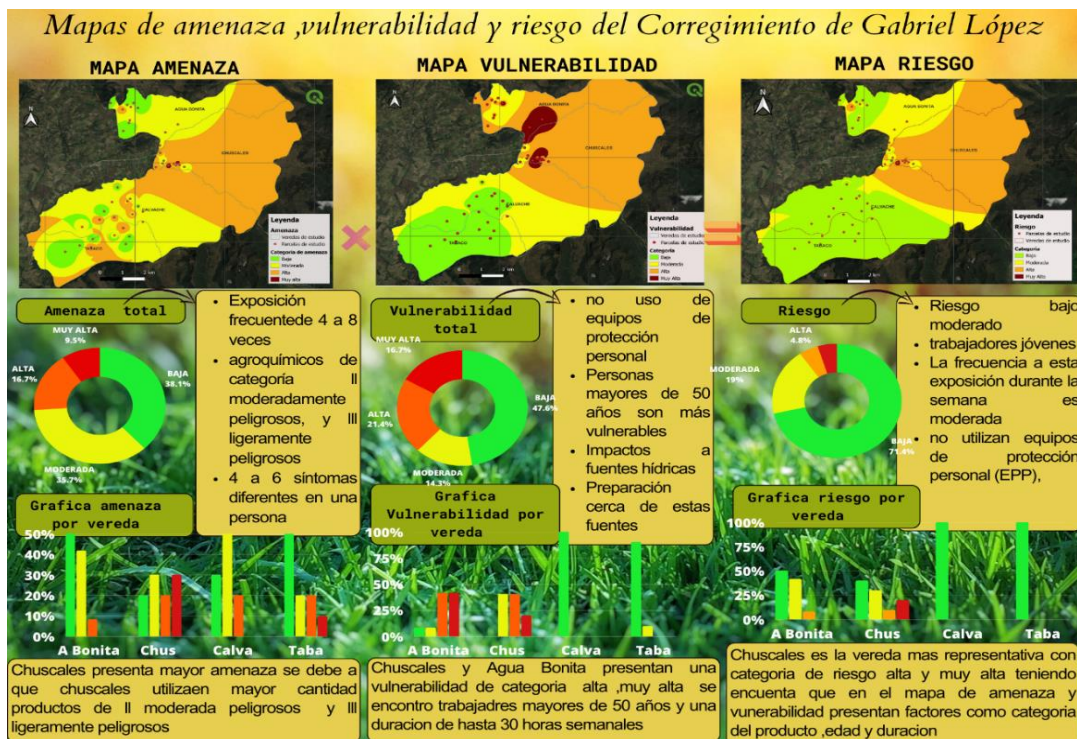
## Infografías informativas de evaluación y prevención del riesgo a agroquímicos

### Infografía informativa de mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Se diseñó infografía informativa de mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, además de los mapas contiene gráficos de las categorías (Muy alta, alta, moderada y baja) junto con una descripción específica para cada mapa como lo representa en la Figura 37.

**Figura 37.**

*Infografía informativa mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo*



En cuanto a la amenaza se logró identificar una exposición frecuente, agroquímicos de categoría (II) moderadamente peligrosos y (III) ligeramente peligrosos con 4 a 6 síntomas diferentes en una persona, además se encontró vulnerables a las personas mayores de 50 años, también el no uso de equipo de protección personal,

junto con los impactos a las fuentes hídricas, razón por el cual se obtuvo un riesgo bajo moderado. De las veredas de estudio Chuscales fue la vereda más representativa con categoría de riesgo alta y muy alta teniendo en cuenta que en el mapa de amenaza y vulnerabilidad se presentan factores como categoría del producto, edad y duración.

### Infografía de evaluación del riesgo por agroquímicos

En la infografía de evaluación del riesgo por agroquímicos (Figura 38), el cual contiene los escenarios de riesgo como el poblacional, ocupacional y ecológico. También se incluyó las variables de control y prevención al riesgo por agroquímicos como es la toxicidad, equipo de aplicación, duración y protección como lo muestra a continuación:

**Figura 38.**

*Infografía evaluación del riesgo por agroquímicos*



Mediante la evaluación del riesgo fue posible evidenciar la seriedad del peligro de la comunidad y los impactos en lo ecológico a partir del mapa de riesgo obtenido, también se indicó el riesgo por exposición laboral de productos químicos utilizados en el proceso del cultivo de papa, que dependió de la toxicidad del producto y



exposición, igualmente el equipo de aplicación, duración y uso de equipos de protección personal.

## Infografía de alternativas de prevención y protección del riesgo a agroquímicos

En la Figura 39 se representó la infografía alternativas prevención y protección del riesgo durante el uso de los agroquímicos, en este sentido se añadió sugerencias como la clasificación de peligrosidad, leer etiquetas, dosificación, dirección del viento, temperatura, altura de aplicación, limpieza de los equipos de aplicación, ampliar personal de trabajo, disminuir el tiempo de exposición y el uso de equipos de protección personal como lo muestra a continuación:

**Figura 39.**

*Alternativas de prevención y protección del riesgo a agroquímicos*



Se debe tener en cuenta que en cuanto a la evaluación de toxicidad del producto es de suma importancia leer la información básica de las etiquetas que advierten del peligro de intoxicaciones y su clasificación de peligrosidad, se tuvo en cuenta en la

infografía la toxicidad porque se observó desconocimiento de los trabajadores sobre las etiquetas y la peligrosidad de cada categoría. En cuanto al equipo de aplicación el riesgo es muy alto, la razón es porque los equipos de aplicación manuales provocan mayor exposición por lo que el trabajador avanza en el mismo sentido de la aplicación del agroquímico y en cambio los equipos de aplicación mecanizados que son transportados y su aplicación va en sentido contrario al trabajador [6].

Tomando en cuenta esta información es posible realizar la prevención del riesgo con buenas prácticas laborales, como la dirección del viento, altura de la aplicación, la temperatura, el tipo de equipo de aplicación como también el mantenimiento y lavado del equipo es importante para prevenir fugas y alteraciones en la preparación de agroquímicos para respectiva aplicación, también hay que agregar una disposición adecuada de los residuos agrícolas reduce riesgos en la comunidad expuesta [51].

Por otro lado, tenemos la duración que se referenció a las horas de exposición en la semana la medida de prevención adecuada para esta variable es minimizar el número de horas de exposición en la semana. Finalmente es importante tener en cuenta la protección del trabajador, por lo que los 42 trabajadores encuestados no cuentan con equipos de protección personal (EPP) para el uso y aplicación de estos productos, unas de las medidas de prevención es el uso de estos elementos de protección dependiendo de la categoría toxicológica de cada producto para así disminuir las posibles consecuencias que ocasiona estos productos estando en contacto directo con los insumos [51].

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- ❖ Se categorizó el nivel de riesgo de agroquímicos obteniendo un riesgo bajo (41,8%), moderado (17,8%), alto (40,3%) y muy alto (0,1%), del cual el riesgo bajo representó un área aproximada de 2853 Ha y alto con 2745 Ha. Dentro las veredas más significativas fue la vereda Chuscales y Agua Bonita, lo anterior se obtuvo con álgebra de mapas entre amenaza y vulnerabilidad, así logrando visualizar las áreas de mayor riesgo en cuanto a uso de agroquímicos.
- ❖ De acuerdo con el inventario de sustancias química se identificó que la clasificación química más representativos fueron los carbamatos y organoclorados, considerados ligeramente peligrosos (III) con un 43% y moderadamente peligrosos (II) con un 30%, siendo identificados de etiqueta azul y amarilla. Una de las características de estas dos categorías es su alta toxicidad a largo plazo, además al ser nocivos por ingestión se ha venido presentados problemas digestivos como uno de los efectos revelados, además la sensibilidad en contacto con la piel lo cual debe utilizar indumentaria protectora.
- ❖ Con la cartografía temática se determinó las categorías de riesgo; bajo (Tabaco, Calvache ), moderado ( Agua Bonita) y alto ( Chuscales ), además con el manejo del QGIS se relacionó la interpolación con la base de datos calificada y ponderada definiendo los escenario de riesgos con sus respectivos elementos vulnerables al riesgo como es lo poblacional (mujeres en embarazo, niños) con categoría moderada con un porcentaje del 45,2%, en lo ecológico (fuentes hídricas, reservas naturales) el 52,4% de categoría alta y ocupacional (trabajadores) de categoría baja con el 42,9%. Así logrando conseguir el mapa total de vulnerabilidad arrojando porcentajes de extensión de área con categorías baja (21,8%), moderada (25,5%), alta (49%) y muy alta

(3,7%), esto se debe a que se encontró trabajadores que tienen más de 50 años esto hace que sea más propenso adquirir muchos más síntomas que personas menores.

Haciendo referencia a las variables para obtener el mapa de susceptibilidad de amenaza se encontró que la toxicidad obtuvo una amenaza moderada (40,5%) y baja (45,2%), con respecto a la categoría toxicológica se encontró el 44,1% de ligeramente peligrosos (III) y 32,2% moderadamente peligrosos (II). Con respecto a la cantidad de residuos de agroquímicos el 78,6% fue de categoría baja al ser pequeños y medianos productores. La susceptibilidad presento amenaza baja (66,7%) y moderada (14,3%).

En cuanto a la frecuencia arrojó una categoría alta (47,6%) al presentar una exposición frecuente de 30 horas semanales, por otro lado, la sintomatología se obtuvo el 23,8% de categoría moderada y 21,4% muy alta. Así se obtuvo el mapa de amenaza categorizado en baja (9,7%), moderada (39,2%), alta (51%) y muy alta (0,1%).

- ❖ Se diseñó estrategias de registro en capacitaciones enfocadas a amenaza, vulnerabilidad, riesgo y prevención a partir del mapa de riesgo elaborado sean didácticas y eficientes en la comprensión del riesgo por parte de la comunidad, también estos espacios permitan corroborar o aumentar datos georreferenciados, con las plantillas diseñadas en la evidencia, percepción y síntesis de riesgo se logra concluir un plan de prevención colectivo y accesible como fortalecer la capacidad de adoptar buenas prácticas en el buen manejo de agroquímicos utilizados en el cultivo de papa, además los pictogramas e infografía cartografía siendo complemento en el control de estrategias de intervención local a largo plazo como la evaluación del riesgo al trabajador en cuanto a toxicidad, equipo, aplicación, duración y protección, logrando así plasmar las alternativas de seguridad y prevención por agroquímicos en el corregimiento de Gabriel López (Totoró, Cauca).

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los agricultores realizar rotación cultivos que son los policultivos para que disminuya la propagación de plagas y de esta manera reducir el uso de agroquímicos tóxicos, además se debe seguir actualizando el inventario de residuos peligrosos y encuesta epidemiológica junto a capacitaciones relacionadas con las dosis adecuadas, un adecuado manejo de producto químico y las afectaciones a la salud también revisar la fichas seguridad y riesgo que contiene cada agroquímico.

Se debe actualizar la información georreferenciada con respecto al riesgo por agroquímicos, al aumentar información es necesario una mejor distribución en los puntos que se georreferencia para una mejor fiabilidad en estos estudios, también es importante la relación de entidades de salud pública con el mapa de riesgo a agroquímicos para el control de emergencia toxicológica.

Es conveniente articular el riesgo por agroquímicos en el plan de gestión del riesgo trabajando en un control preventivo frente a riesgo a largo plazo con respecto a las zonas de estudio y como complemento se podría incluir variables como la dirección del viento y escorrentía para fuentes hídricas superficiales con indicadores para cada variable en próximas investigaciones de sistema de información geográfica.

Se debe realizar el plan de capacitaciones con respecto a la amenaza, vulnerabilidad y riesgo frente a agroquímicos basados en los resultados del sistema de información geográfica, la comunidad debe tener presente un línea de emergencia frente a una intoxicación grave o posibles derrames a fuentes hídricas que beneficien a acueductos veredales para tomarla medidas necesarias frente a esta emergencia, además se recomienda articular una guía de prevención del riesgo por agroquímicos con el diseño de estrategias de riesgo y prevención y así clasificar y distribuir pictogramas según la categoría de riesgo (Muy alto, Alto, Moderado, Bajo) para que la comunidad se familiarice y seguir con las recomendaciones de prevención orientadas en infografía cartográfica.

En cuanto a la elaboración del plan de prevención del riesgo es necesario tener en cuenta que elementos de protección personal son adecuados para cada procedimiento evitando que los agroquímicos entren en contacto con su cuerpo, y posibles enfermedades a corto o largo plazo en la seguridad y prevención del riesgo al que se encuentra expuesto, de igual manera es importante que tenga presente los pictogramas de precaución el cual nos indica los cuidados que se debe tener en cuanto almacenamiento, procedimiento, protección personal y advertencias.

El corregimiento de Gabriel López no cuenta con puntos de recolección de los residuos de productos químicos, del cual es necesario implementar puntos de acopio y recolección de residuos peligrosos para evitar riesgo ocupacional, poblacional y ecosistémico por agroquímicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Alvaro Huayhuacuri y M. G. Cárdenas Alarcón, «Uso de agroquímicos en la producción de papa y su impacto en el suelo, en el Perú: Revisión Sistemática», Repos. Inst. - UCV, 2020, Accedido: 22 de febrero de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61365>
- [2] S. Herrera Cherres, «Riesgo por exposición ocupacional indirecta a plaguicidas en la salud del trabajador en los centros de expendio de agroquímicos en la ciudad de Chimbote, Santa, Áncash, 2019», Repos. Inst. - UNS, 2020, Accedido: 21 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3524>
- [3] A. Diaz Escobar, E. Goñi Boza, y M. F. Masis Soto, Análisis en el tiempo de la transmisibilidad de la luz visible y ultravioleta en dos materiales de lentes fotocromáticos, vol. 19, n.º 1. 2021, pp. 31-38. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol19/iss1/4>
- [4] G. C. Rodríguez Arias y C. A. Daza Moreno, «Guía para la prevención y mitigación de los impactos negativos causados en salud humana y el medio ambiente por uso excesivo de agroquímicos. Un aporte para el autocuidado de los trabajadores campesinos del municipio de Nuevo Colón Vereda Llano Grande», 2019, Accedido: 2 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2327>
- [5] R. B. Soares, S. M. O. Silva, F. de A. de S. Filho, T. M. de C. Studart, y R. L. Frola, «Groundwater vulnerability to agrochemical contamination», Braz. J. Environ. Sci. RBCIAMB, vol. 55, n.º 4, Art. n.º 4, oct. 2020, doi: 10.5327/Z2176-947820200531.
- [6] J. Núñez Borja, «Intoxicaciones por plaguicidas en los fumigadores y medidas preventivas de enfermería en el puesto de salud Virgen de las Mercedes-Supe-2021», Univ. Nac. José Faustino Sánchez Carrión, mar. 2021, Accedido: 24 de septiembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4562>
- [7] Pablo Paño Yáñez, Romina Rébola y Mariano Suárez Elías, Procesos y metodologías participativas reflexiones y experiencias para la transformación social. Uruguay: CLACSO – UDELAR, 2019. Accedido: 29 de junio de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctvtwx3sz>
- [8] K. P. Corro Cedeño, «Mapeo geográfico toxicológico de los plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz de la zona norte de la provincia de Los Ríos», 2020, Accedido: 26 de noviembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6193>
- [9] S. E. Braga et al., «Conflicto ambiental de uso do solo na bacia hidrográfica do Tapacurá-PE», Res. Soc. Dev., vol. 10, n.º 2, Art. n.º 2, feb. 2021, doi: 10.33448/rsd-v10i2.12833.

- [10] R. Flores Márquez, «Modelamiento geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito de Leimebamba - Amazona», Univ. Nac. Agrar. Molina, 2016, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2240>
- [11] P. M. Salazar Leon, «Percepción del riesgo del uso de agroquímicos en los principales cultivos de hortalizas en la Campiña de Socabaya 2015», 2018, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8384>
- [12] C. I. Ayala Chingud y N. A. Orozco Certuche, «Estimación del riesgo ecológico por uso de agroquímicos en zona agrícola del corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)», Thesis, Uniautonoma del Cauca. Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2021. Accedido: 5 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uniautonoma.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/619>
- [13] S. M. Díaz, F. Sánchez, M. Varona, V. Eljach, y M. N. Muñoz G, «Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca», Rev. Univ. Ind. Santander Salud, vol. 49, n.º 1, pp. 85-92, mar. 2017, doi: 10.18273/revsal.v49n1-2017008.
- [14] Emilio Renda, «Manual para la elaboración de Mapas de Riesgo», Argentina.gob.ar, 18 de octubre de 2019. <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/institucional/mapas-de-riesgo/manual-elaboracion> (accedido 22 de febrero de 2022).
- [15] D. C. Callejas Rodríguez, M. C. Vertel Hernández, y J. A. Zorro Pérez, «Efecto de los agrotóxicos en la salud de los trabajadores de Mesitas del Colegio, Cundinamarca», 2020, Accedido: 21 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2916>
- [16] L. M. P. Abdala, S. P. Rodríguez, y A. G. Bacallao, «Reportes al Centro Nacional de Toxicología de mujeres en edad fértil expuestas a plaguicidas», Rev. Cuba. Med. Mil., vol. 46, n.º 1, ene. 2017, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1/36>
- [17] J. J. Pérez Trujillo, «Zonificación de la exposición a plaguicidas en el estado de Chiapas utilizando sistemas de información geográfica», nov. 2021, Accedido: 5 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4194>
- [18] L. Duarte, C. Queirós, y A. C. Teodoro, «Análisis comparativo de cuatro plugins de QGis para la creación de mapas web», Granja Rev. Cienc. Vida, vol. 34, n.º 2, pp. 8-26, 2021.
- [19] G. E. Vargas Salas y A. S. Daza Pedraza, «Estudio de la relación del uso de agroquímicos elaborados a base de carbamatos en cultivos de cebolla, con la salud de agricultores en el municipio de Aquitania Boyacá», dic. 2020, Accedido:



12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31358>

- [20] S. Tait, G. Lori, R. Tassinari, C. La Rocca, y F. Maranghi, «In Vitro Assessment and Toxicological Prioritization of Pesticide Mixtures at Concentrations Derived from Real Exposure in Occupational Scenarios», *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, vol. 19, n.º 9, Art. n.º 9, ene. 2022, doi: 10.3390/ijerph19095202.
- [21] D. J. Obando Flores, «Análisis de riesgo de desastres y vulnerabilidad por cambio climático en el distrito Alto de la Alianza, Tacna», *Univ. Priv. Tacna*, ene. 2021, Accedido: 3 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1827>
- [22] H. Marcos y V. Manuel, «Operación del programa nacional de recolección de envases vacíos de agroquímicos y afines, en la región sureste del estado de Coahuila», jul. 2020, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/47011>
- [23] S. Nasiakou, M. Vrahnakis, D. Chouvardas, G. Mamanis, y V. Kleftoyanni, «Land Use Changes for Investments in Silvoarable Agriculture Projected by the CLUE-S Spatio-Temporal Model», *Land*, vol. 11, n.º 5, Art. n.º 5, May 2022, doi: 10.3390/land11050598.
- [24] C. D. Funeme Chaparro, S. M. Forero García, y J. D. Uribe Torres, «Diseño de un manual de prevención de riesgos químicos en actividades de cultivo de papa en la finca Los Colorados ubicada en Pasca - Cundinamarca», 2021, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2403>
- [25] F. Berlitz, S. de O. Elias, G. P. Fraga, y R. J. Bender, «Deterministic and probabilistic risk of strawberry consumption with pesticide residues», *Ciênc. Rural*, vol. 53, p. e20210744, ago. 2022, doi: 10.1590/0103-8478cr20210744.
- [26] J. C. Largo Hurtado, «Diseño de un programa de prevención de riesgo químico relacionado con el uso de plaguicidas para una microempresa agrícola.», Accedido: 2 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/323208998>
- [27] L. A. Gallego Muñoz y D. S. Portilla Higon, «Evaluación del manejo de los residuos peligrosos provenientes de la actividad agrícola de cultivo de papa en el corregimiento de Gabriel López (Totoró - Cauca)», Thesis, Uniautonoma del Cauca. Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2020. Accedido: 5 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uniautonoma.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/334>
- [28] IDEAM e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Eds., Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000. Bogotá, D.C: Ideam, 2011.

- [29] A. F. Pico Laverde y J. Romero Barrera, «Estudio de riesgos químicos inherentes al proceso de cultivo y cosecha de cebolla larga en la vereda Hato Viejo del municipio de Aquitania», 2016, Accedido: 21 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1905>
- [30] J. A. Vélez y M. A. Vallejo, «La percepción del riesgo en los procesos de urbanización del territorio», *Entorno Geográfico*, n.º 1, Art. n.º 1, 2002, doi: 10.25100/eg.v0i1.7577.
- [31] «Clasificación de los Productos Químicos Peligrosos Según la Norma NFPA 704», CORGASA, 8 de noviembre de 2019. <https://www.corgasa.pe/norma-nfpa-704/> (accedido 2 de mayo de 2022).
- [32] H. Villegas, «Visualización en tres dimensiones, los mapas de amenaza volcánica educan al ciudadano común», *Boletín Geol.*, vol. 24, pp. 73-88, ene. 2002.
- [33] M. Ramasco-Gutiérrez, J. Heras-Mosteiro, S. Garabato-González, E. Aránguez-Ruiz, y R. Aguirre Martín-Gil, «Implementación del mapa de la vulnerabilidad en salud en la Comunidad de Madrid», *Gac. Sanit.*, vol. 31, n.º 5, pp. 432-435, sep. 2017, doi: 10.1016/j.gaceta.2016.07.026.
- [34] ARL SURA, «ARL SURA - Riesgos Laborales - ARL - Decreto 1443 de 2004». <https://arlsura.com/index.php/decretos/104-decreto-1443-de-2004> (accedido 5 de junio de 2022).
- [35] «Decreto 1843 de 1991 Ministerio de Salud - Colombia». [https://www.redjurista.com/Documents/decreto\\_1843\\_de\\_1991\\_ministerio\\_de\\_salud.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1843_de_1991_ministerio_de_salud.aspx#/) (accedido 9 de mayo de 2022).
- [36] Congreso de Colombia, «Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37687> (accedido 5 de junio de 2022).
- [37] Medio ambiente y desarrollo sostenible, «Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - Gestor Normativo». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153> (accedido 5 de junio de 2022).
- [38] Presidente de la república de Colombia, «Decreto 3600 de 2007 - Gestor Normativo». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=26993> (accedido 5 de junio de 2022).
- [39] Ministerio de la protección social, «Resolución 00578 de 2004», 13 de marzo de 2004. [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minproteccion\\_0578\\_2004.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minproteccion_0578_2004.htm) (accedido 5 de junio de 2022).

- [40] Giovanni Castro Manjarrez, «Fuentes y técnicas de recolección de información», 19:08:14 UTC. Accedido: 2 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Giovannycastromz/fuentes-y-tecnicas-de-recoleccion-de-informacion>
- [41] P. Romero-Aroca, C. García, y J. Gonzalez-Lopez, «Estadística Descriptiva e Inferencial», 2013, pp. 165-176.
- [42] Esri Colombia, «Veredas de Colombia», Mapas de la comunidad Esri Colombia, 2016. <https://datosabiertos.esri.co/datasets/esri-colombia::veredas-de-colombia/about> (accedido 7 de junio de 2023).
- [43] Organización Mundial de la Salud y P. I. de S. de las S. Químicas, Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019. Organización Mundial de la Salud, 2020. Accedido: 7 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337246>
- [44] A. M. R. Cañón et al., Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Libros del Servicio Geológico Colombiano, 2021. doi: 10.32685/9789585313156.
- [45] Á.- Penagos y L. Patricia, «Fortalecimiento de la comprensión lectora de los estudiantes del grado tercero mediante el videoarte como herramienta pedagógica», nov. 2022, Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/eff74c40-1e61-4e39-8108-0864b130f173>
- [46] M. L. Z. Echenique, «Nociones Básicas Sobre Riesgos Toxicológicos en el Sector Agrícola Tabacalero», Cuad. Ing., n.º 4, Art. n.º 4, 2009.
- [47] J. A. Cortés et al., «Clinical practice guideline for screening of patients at risk of colonization by carbapenemase-producing Enterobacterales and the treatment of infections caused by these bacteria», Rev. Fac. Med., vol. 69, n.º 3, Art. n.º 3, mar. 2021, doi: 10.15446/revfacmed. v69n3.90140.
- [48] J. D. Pabón-Caicedo, R. del P. Ycaza, F. Friend, D. Espinoza, N. Fenzl, y M. Apostolova, «Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos», Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr., vol. 27, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2018, doi: 10.15446/rcdg. v27n1.56027.
- [49] L. F. Escobar Toro, «Formulación de plan de gestión para residuos de agroquímicos para la finca Villa María, en la Vereda Guarinocito en el municipio de La Dorada Caldas», bachelorThesis, Universidad El Bosque, 2019. Accedido: 22 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/2700>
- [50] Mercedes Nimo, «Programa nacional de buenas prácticas agrícolas sustentables». 2018. [En línea]. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/01/05-Buenas-Practicas-Agricolas-Amanda-Fuxman.pdf>

- [51] Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT), Prevención del riesgo durante el uso de productos fitosanitarios, Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT). Madrid, diciembre 2017, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/538970/Prevenci%C3%B3n+de+riesgos+durante+el+uso+de+productos+fitosanitarios.pdf/a4ba5197-259f-4570-b01f-7de81810189b>
- [52] K. V. Suárez-Parra, «Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia», 2016.
- [53] S. P. de Salazar y M. José, «Análisis de riesgo asociado a la exposición crónica a plaguicidas, con el uso de Sistemas de Información Geográfica y percepción remota», ago. 2022, doi: 10.24275/uama.6735.8943.

# ANEXOS.

## Anexo 1

### Encuesta epidemiológica y de agroquímicos del corregimiento

Etnia	Dedicación mayor tiempo minera	Lugar trabajo	Sitio trabajo	Uso de agroquímicos	Como manejan agroquímicos	otros químicos	Días semanales de exposición	horas trabajo /día	sitio de formulación y preparación de agroquímicos	Almacenamiento de agroquímicos	Niños que acompañan la labor	Mujeres embarazadas en casa	Uso de EPP	N personas en casa	Hospitalización	Dificultad respiratoria	Problemas de Sistema nerv
campesino	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		3 día, cada 8 días semanales	4h/1día	en medio del cultivo	en campo y orilla de ca	no	no	no	3	no	no	n
indígena	0	Chuscales	parcela	si	manualmente		2 días	4h/1día	en campo abierto	orilla de ca	si	no	no	3	no	si	n
indígena	0	Chuscales	parcela	si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	en campo abierto	cielo abiert	no	no	no	2	no	no	n
campesino	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		5día/cada 8	5h/1día	en campo abierto	cielo abiert	no	no	no	4	no	no	n
indígena	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	5	no	si	n
indígena	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	parcela	cielo abiert	no	no	no	3	no	no	s
campesino	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		5día/cada 8	5h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	5	no	no	n
campesino	0	Chuscales	parcela	Si	administrador-mezclador		permanente	5h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	1	no	si	n
indígena	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	2	no	no	n
indígena	0	Chuscales	parcela	Si	manualmente		2día/cada 8	3h/día	terreno	cielo abiert	no	no	no	4	no	no	s
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	cultivo	ampo abiert	no	no	no	3	no	no	n
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	cultivo	cielo abiert	no	no	no	3	no	no	n
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	cultivo	cielo abiert	no	no	no	2	no	no	s
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	5	no	no	ni
campesino	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/unda 8	4h/1día	campo	cielo abiert	no	no	no	5	no	si	ni
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/unda 8	4h/1día	terreno	ampo abiert	no	no	no	5	no	no	ni
campesino	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/unda 8	4h/1día	cultivo	cielo abiert	no	no	no	6	no	no	ni
campesino	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/unda 8	4h/1día	campo	ampo abiert	no	no	no	6	no	no	s
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/unda 8	4h/1día	terreno	cielo abiert	no	no	no	8	no	no	n
indígena	0	Agua Bonita	parcela	Si	manualmente		3día/cada 8	4h/1día	cultivo	cielo abiert	no	no	no	5	no	no	n

Fuente. SIGAM

## Anexo 2

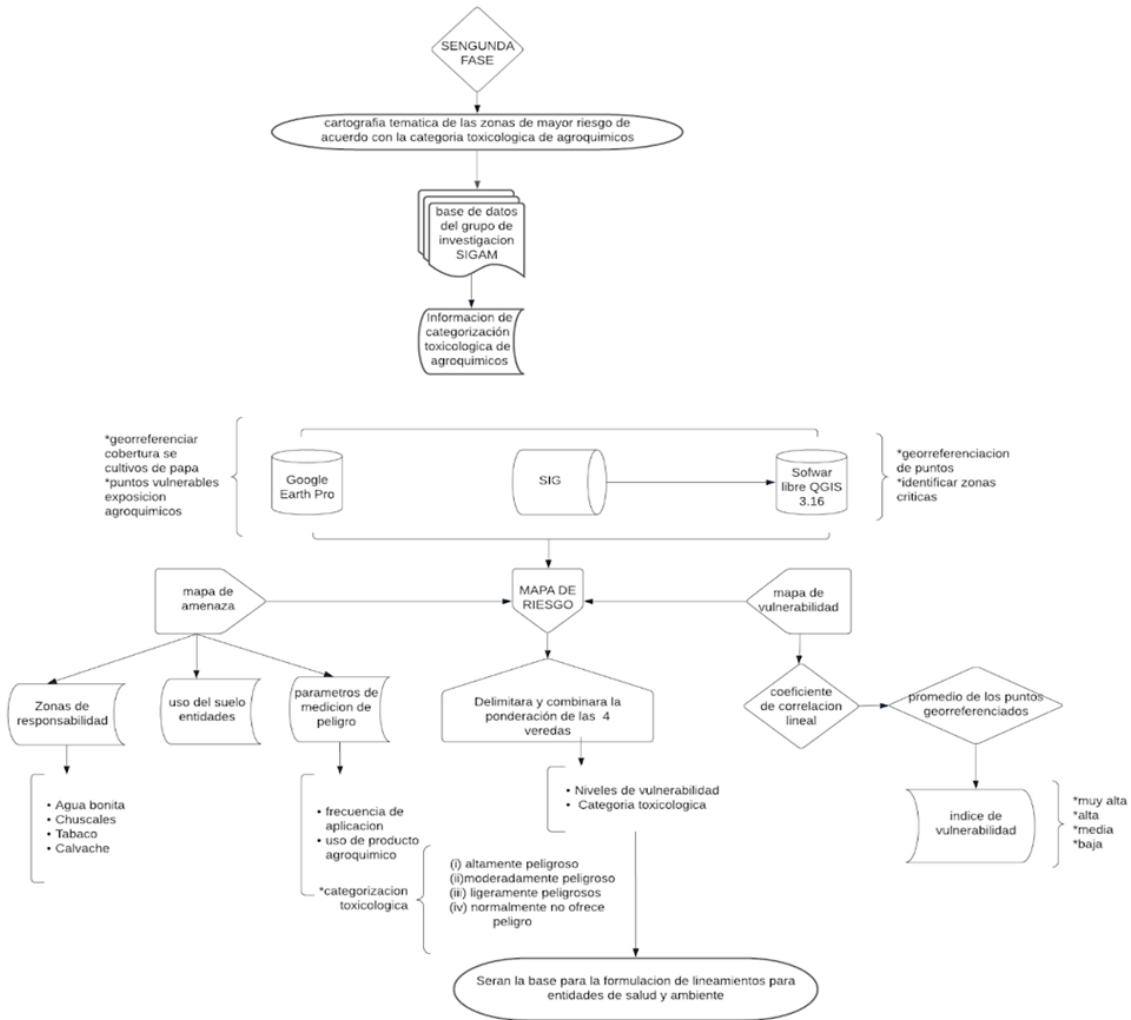
### Inventario de agroquímicos del Corregimiento de Gabriel López.

Producto	Nombre Comercial/1)	Nombre y fórmula química	Tipo de Formulación	Res. JGA	Función	Tipo de producto	Categoría Toxicológica
AWAKE 500-EC	Profenofos	O-4 -bromo-2-clorfenil O-etil S-propil fosforotio	concentrado emulsionable	336	Control de insectos	Insecticida	II MODERADAMENTE PELIGROSO
AMINA 720-SL		2,4-dichlorophenoxy/acetic acid	Concentrado soluble	2975	Actúa como regulador de crecimiento	Herbicida agrícola	II MODERADAMENTE PELIGROSO
ALBATROSS 200 SC	Fipronil/ 200 g/L	(+)-5-amino-1-(2,6-dicloro, a, a, a-(trifluoro-p-tolil)-4-trifluorometil-sulfonil-pirazole-3-carbonitrilo (C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub> )	Suspensión Concentrada -SC	497	Picudo, Cucarro, Gusano Blanco, Trips, Chinche de los gastos.	Insecticida	MODERADAMENTE PELIGROSO DAÑIN
BOREY SC	Imidacloprid 150 g/L	1-(6-chloro-3-pyridymethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine	suspensión concentrada	893	controla las plagas en la planta	Insecticida	II MODERADAMENTE PELIGROSO
CERRERO 200 SL	paraquat	1,1'-Dimetil-44'-bigiridilio dicloruro	Concentrado soluble	589	Inhibe el proceso fotosintético	Herbicida agrícola	II MODERADAMENTE PELIGROSO
CROPZIN 500 SC	carbendazim sc	Metil [1H-benzimidazol-2-yl) carbamate.	suspensión concentrada	131	actúa inhibiendo la tubulina esencial para la división celular en una amplia gama de hongos fitopatógenos del grupo de los deuteromicetos	Fungicida	III LIGERAMENTE PELIGROSO
COBRETHANE	Mancozeb	mancozeb: Etilen Bis-dtiocarbamato de Mangane	Poivo Mojable-WP	1095	control de las enfermedades fungosas en diferentes cultivos como la gota.	Fungicida	III LIGERAMENTE PELIGROSO
CURAXIL	Mancozeb	Cymoxanil: 1-(2-clano-metoximinoacetil)3 etil urea	Poivo Mojable-WP	824	es un fungicida con acción preventiva y de post-infección cuando el hongo está en incubación.	Fungicida	III LIGERAMENTE PELIGROSO
					Inhibe la biosíntesis del ergosterol de		

Fuente. SIGAM

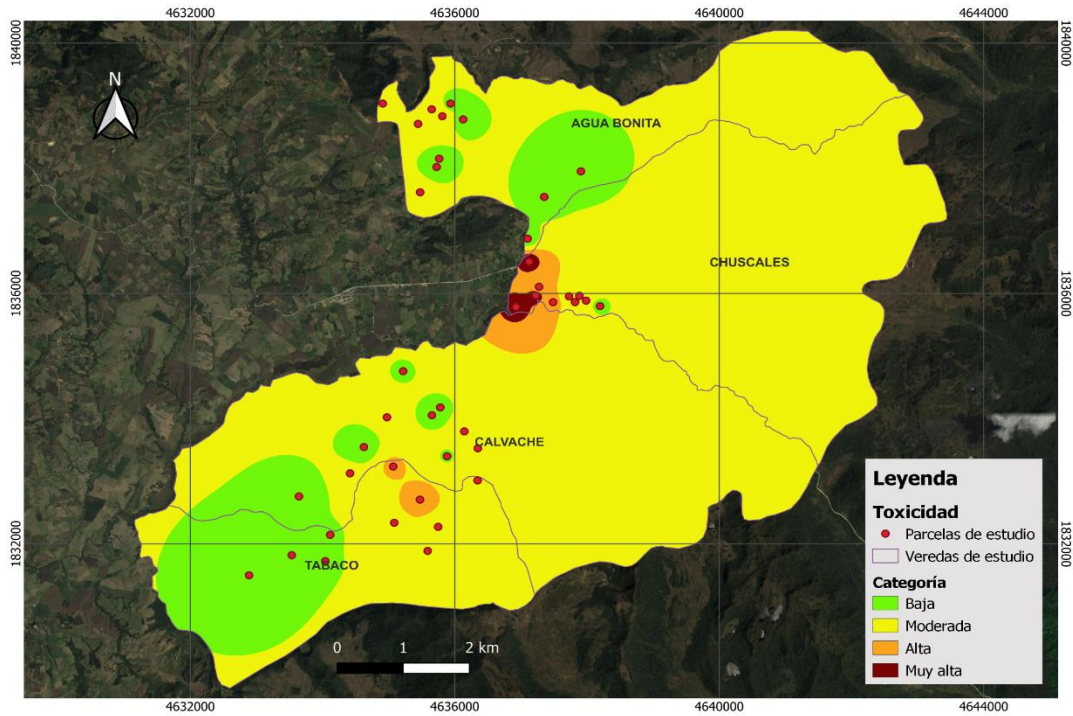
### Anexo 3

#### Diagrama de flujo del proceso en SIG de la segunda fase



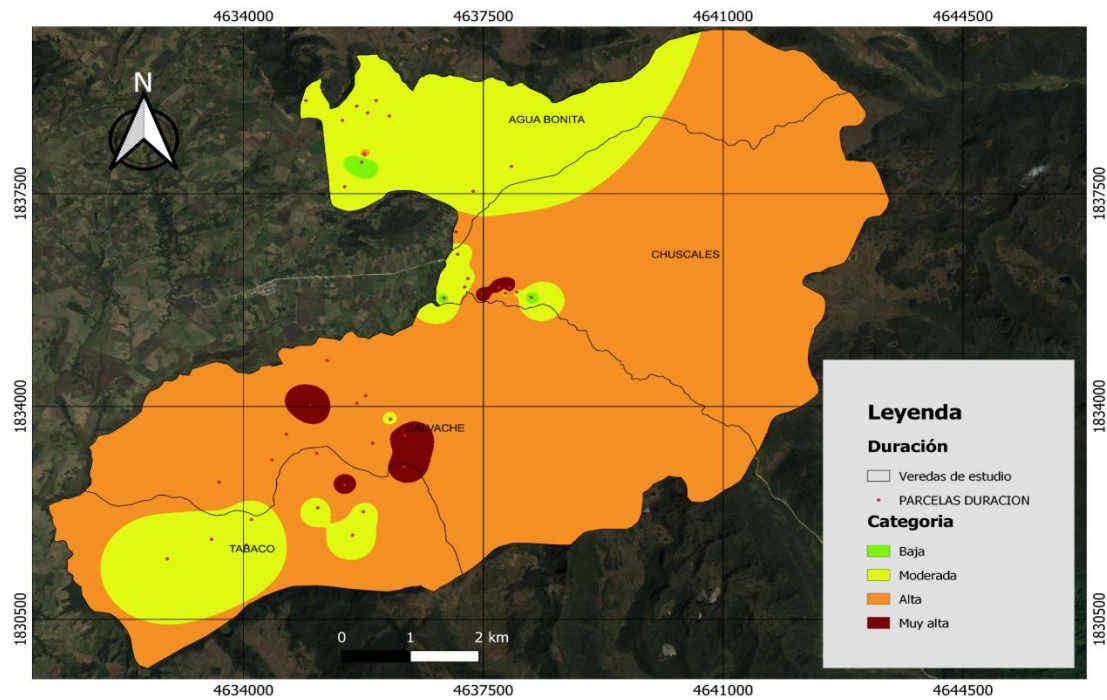
## Anexo 4

### Mapa de amenaza por toxicidad



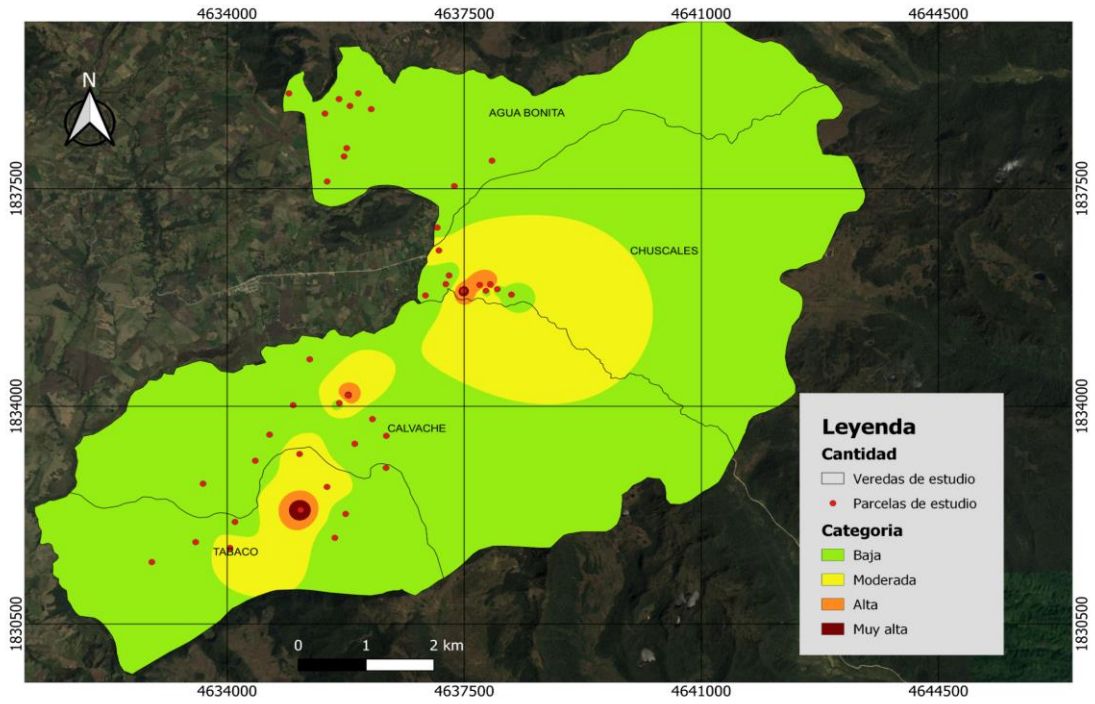
## Anexo 5

### Mapa de amenaza por duración



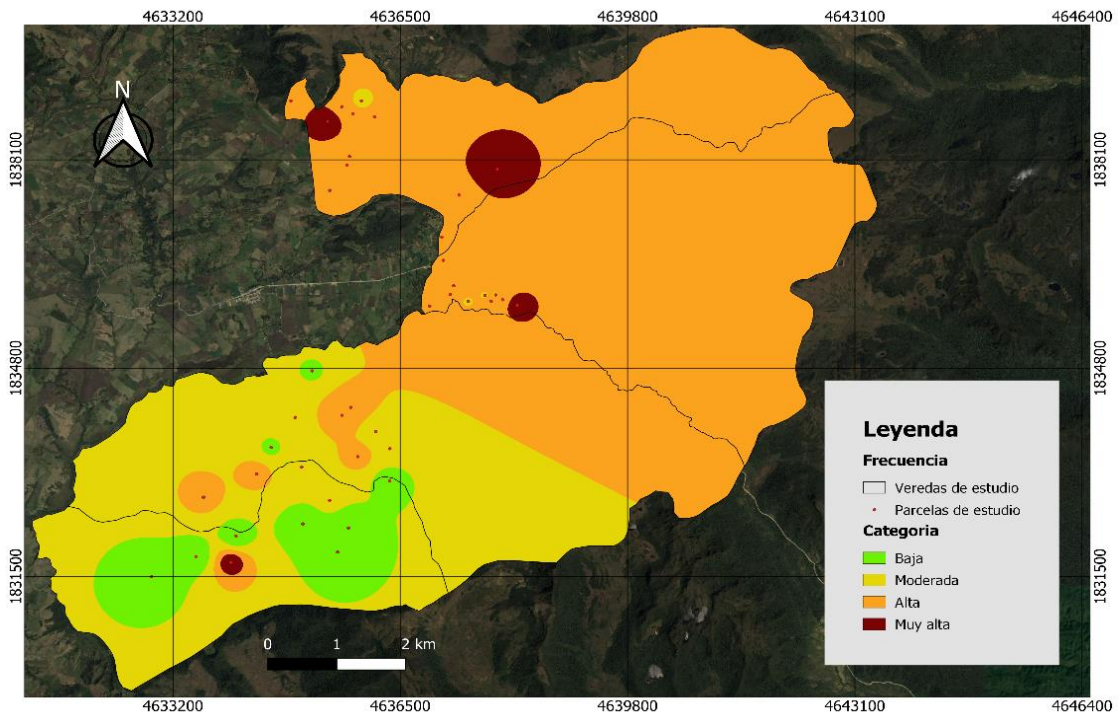
## Anexo 6

Mapa de amenaza por la cantidad de residuos agroquímicos



## Anexo 7

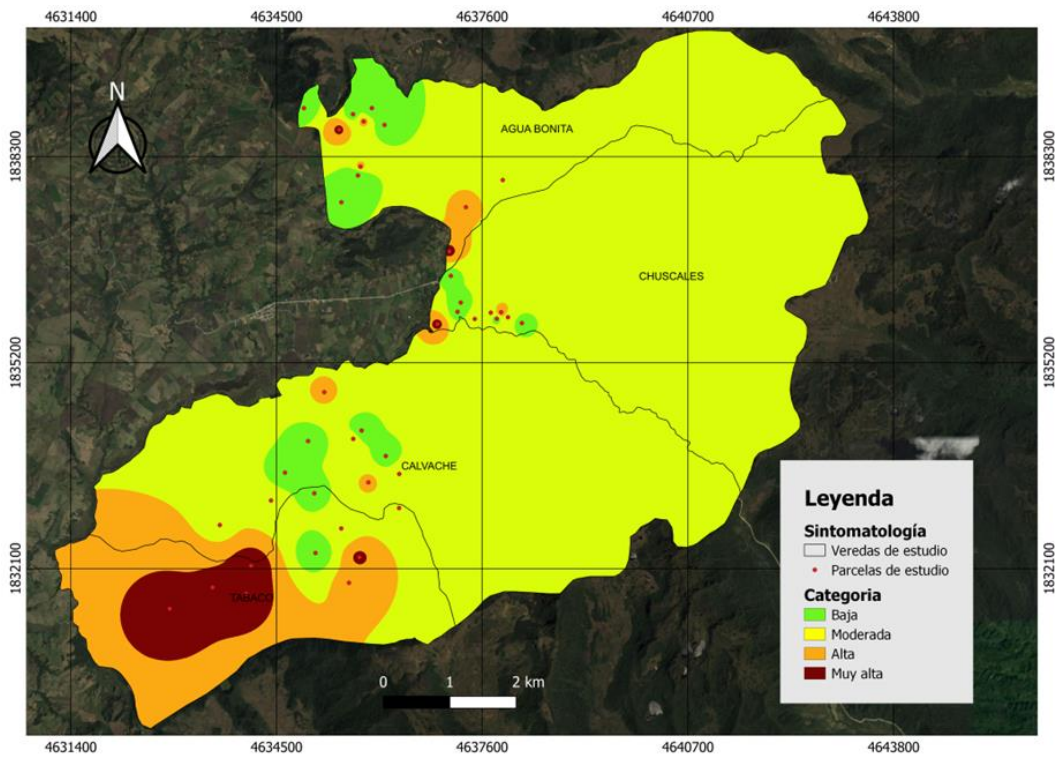
Mapa de amenaza por frecuencia





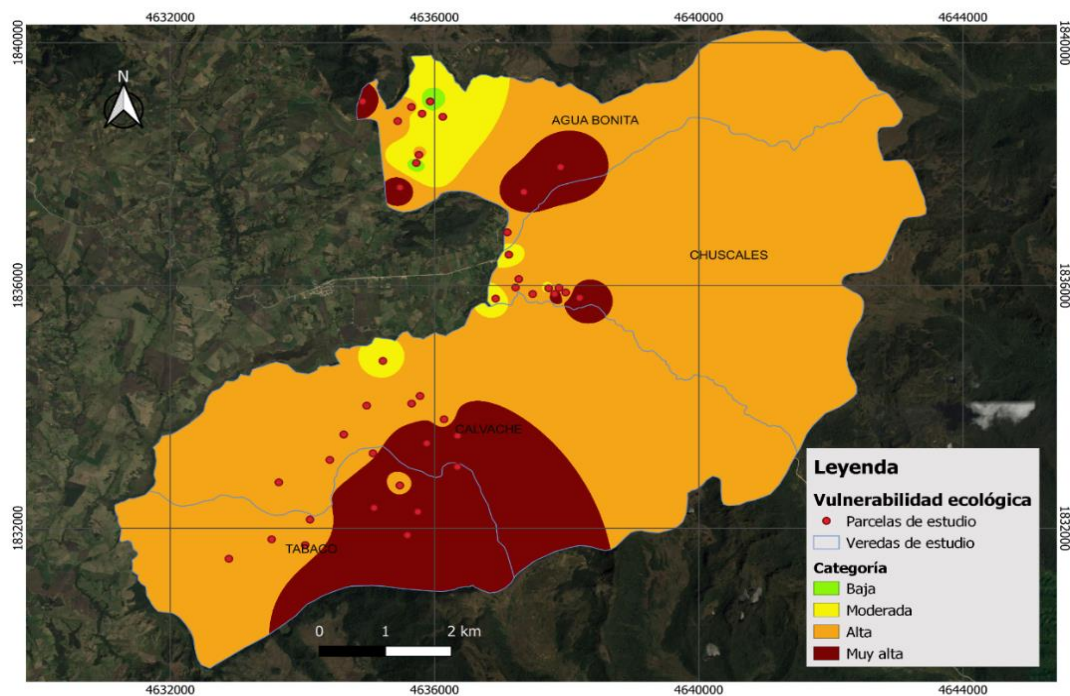
## Anexo 8

### Mapa de amenaza por sintomatología



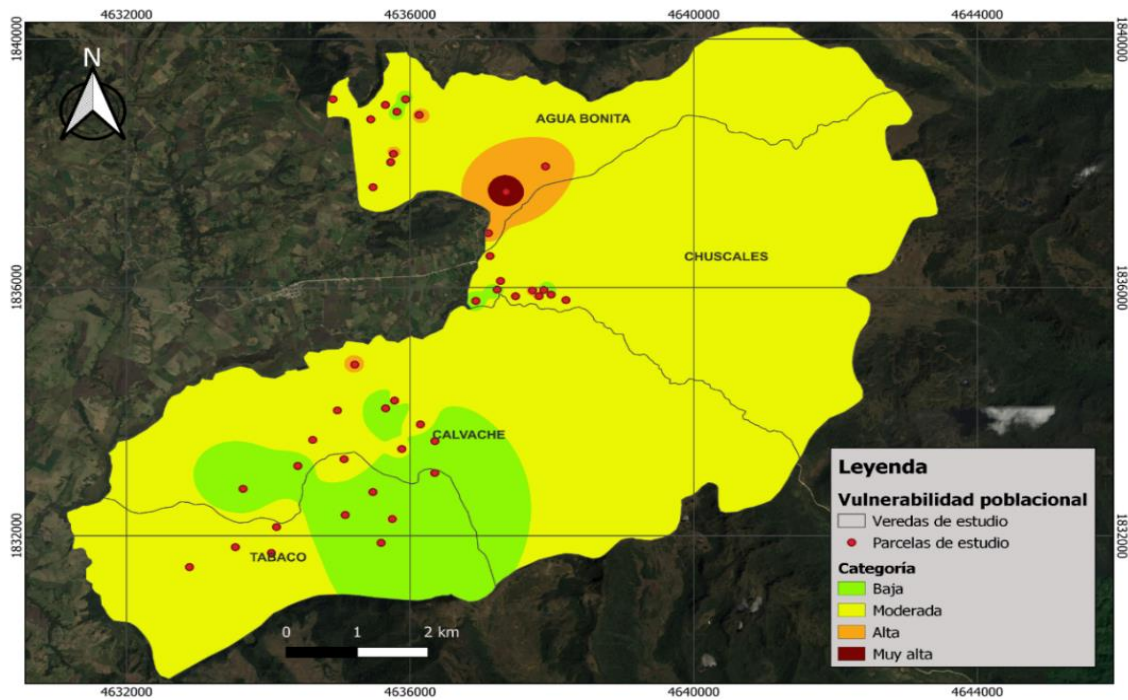
## Anexo 9

### Mapa de vulnerabilidad ecológica



## Anexo 10

### Generación del mapa de vulnerabilidad poblacional



## Anexo 11

### Mapa de vulnerabilidad ocupacional

