



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Ambiental

Autora: Jara Proaño Melany
Alejandra

Tutor:
Rivera Moreno Marco Antonio

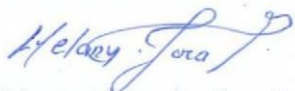
LATACUNGA – ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jara Proaño Melany Alejandra, con cédula de ciudadanía No. 1722598230, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: “IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.” siendo el Ingeniero Mg. Marco Antonio Rivera Moreno, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Melany Alejandra Jara Proaño
C.C: 1722598230
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte JARA PROAÑO MELANY ALEJANDRA, identificada cédula de ciudadanía 1722598230 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará LA CEDENTE; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 – Marzo - 2022

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg.

Tema: “IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, LA CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato LA CEDENTE, transfiere definitivamente a LA CESIONARIA y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de julio del 2025.



Melany Alejandra Jara Proaño

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.” de Jara Proaño Melany Alejandra, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 25 de julio del 2025



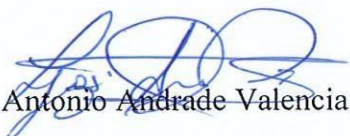
Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg.
C.C: 0501518955
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Jara Proaño Melany Alejandra, con el título del Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

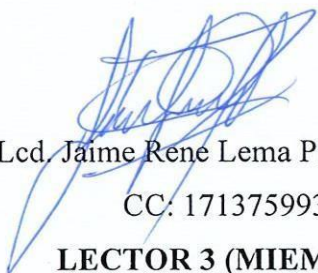
Latacunga, 25 de julio del 2025


Dr. José Antonio Andrade Valencia Ph.D.
C.C: 0502524481

LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Andrés Sebastián Moreno Ávila Mg.
C.C: 0503220063

LECTOR 2 (MIEMBRO)


Lcd. Jaime Rene Lema Pillalaza Mg.
CC: 1713759932
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas en esta gloriosa institución y por formarme como una profesional en la carrera de Ingeniería Ambiental.

Esta investigación es para mí tutor del proyecto de investigación el Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg. por su comprensión y dedicación en todo momento, un agradecimiento especial para todos mis ingenieros que a lo largo de mi carrera me aportaron inmensamente con sus conocimientos, al GAD parroquial de Belisario Quevedo por siempre abrirme las puertas para trabajar en esa hermosa parroquia; a la comunidad de Potrerillos ya que fruto de su colaboración fue la elaboración de mi investigación.

Melany Alejandra Jara Proaño

DEDICATORIA

Esta dedicatoria es para Dios y la Virgen como pilares fundamentales de todos los pasos que me han permitido avanzar a lo largo de mi vida, a mis padres Gladys Proaño y Marcelo Jara que son mi mayor ejemplo a seguir solo me queda agradecerles el esfuerzo que han puesto para mi futuro, a mi abuelito Enrique Proaño que con gran entusiasmo me incentiva para avanzar, así como a mis angelitos en el cielo, a mi hermano Antonny Jara que ha sido mi inspiración en la vida y en mi profesión, mis sobrinos Valentina Jara y Tonny Jara que son la luz que iluminan todo mi camino, a mis amig@s en especial a Kerly Molina que han estado en todo momento a lo largo de mi carrera profesional para darme ánimos e impulsarme a seguir adelante en todo momento. Les adoro con mi vida entera, va para ustedes.

Melany Alejandra Jara Proaño

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

TÍTULO: “IDENTIFICACIÓN DE PESTICIDAS UTILIZADOS EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS, EN LA COMUNIDAD DE POTRERILLOS, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2025.”

Autora:
Jara Proaño Melany Alejandra

RESUMEN

La investigación identificó los pesticidas utilizados en los principales cultivos, en la comunidad de Potrerillos, parroquia Belisario Quevedo, provincia de Cotopaxi, se desarrolló en un contexto ambiental caracterizado por prácticas tradicionales y un uso intensivo de agroquímicos. El estudio tuvo como objetivo analizar las prácticas de uso de pesticidas, evaluando la frecuencia, modo de aplicación y medidas de seguridad empleadas por los agricultores. Además, se identificó los tipos y características de los pesticidas más utilizados, se conoció las prácticas de aplicación y se estimó el nivel de peligrosidad mediante el Índice de Toxicidad Aguda Humana (ITAH). La metodología fue de tipo descriptiva, con enfoque cualitativo e investigación no experimental de tipo transversal, basada en encuesta a familias de la comunidad, observación directa y análisis documental. Los resultados demostraron que el herbicida más utilizado es Ranger con ingrediente activo Glifosato, seguido por Abono 10 - 30 - 10 como fertilizantes, fungicidas Antracol con ingrediente activo Propineb e insecticidas Confidor con ingrediente activo Imidacloprid. Por tanto, en el ámbito ambiental el 86.96% desconoce normativas aplicables, el 75.36% ignora la disposición correcta de los residuos ocasionando que el 49.28% de forma recurrente quemó los envases de los productos, aunque el 63.77% reconoce el impacto que está generando al ambiente. El análisis toxicológico identificó a Trimec como el pesticida más peligroso, con un ITAH de 122.83%, clasificado como extremadamente tóxico (clase Ia) con etiqueta roja. Estos hallazgos evidencian la dependencia de pesticidas sintéticos, lo que pone en riesgo la salud humana, el suelo, el agua y la biodiversidad, destaca este resultado que solo el 49.28% usa equipo de protección personal. Se resalta la necesidad de la educación ambiental, capacitación comunitaria y adopción de alternativas sostenibles, que contribuyan a proteger los recursos naturales garantizando un equilibrio ecológico en la comunidad.

Palabras clave: Agroecología, bioacumulación, bioseguridad, ecotoxicidad, fitotoxicidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "IDENTIFICATION OF PESTICIDES USED IN THE MAIN CROPS IN THE COMMUNITY OF POTRERILLOS, BELISARIO QUEVEDO PARISH, COTOPAXI PROVINCE, 2025."

Author:

Jara Proaño Melany Alejandra

ABSTRACT

The research identified the pesticides used in the main crops in the community of Potrerillos, Belisario Quevedo parish, Cotopaxi Province. It was conducted in an environmental context characterized by traditional practices and intensive use of agrochemicals. The study aimed to analyze pesticide use practices, evaluating the frequency, mode of application, and safety measures employed by farmers. In addition, the types and characteristics of the most commonly used pesticides were identified, application practices were learned, and the level of danger was estimated using the Human Acute Toxicity Index (HATI). The methodology employed a descriptive approach, utilizing a qualitative perspective and a non-experimental cross-sectional research design. This involved surveys of families in the community, direct observation, and documentary analysis. The results showed that the most commonly used herbicide is Ranger,

with the active ingredient glyphosate, followed by Abono 10-30-10 as a fertilizer, Antracol fungicide with the active ingredient propineb, and Confidor insecticide with the active ingredient imidacloprid. Therefore, in the environmental field, 86.96% are unaware of applicable regulations, 75.36% are unaware of the correct disposal of waste, resulting in 49.28% repeatedly burning product containers. However, 63.77% recognize the impact this is having on the environment. The toxicological analysis identified Trimec as the most hazardous pesticide, with an ITAH of 122.83%, classified as highly toxic (Class Ia) and bearing a red label. These findings highlight the dependence on synthetic pesticides, which put human health, soil, water, and biodiversity at risk, emphasizing that only 49.28% of users wear personal protective equipment. The need for environmental education, community training, and the adoption of sustainable alternatives that contribute to protecting natural resources and ensuring ecological balance in the community is highlighted.

Keywords: Agroecology, Bioaccumulation, Biosafety, Ecotoxicity, Phytotoxicity.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	viii
<i>DEDICATORIA</i>	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. Introducción.....	2
3. Justificación	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
6. OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
6.1. Objetivo General.....	6

6.2. Objetivos Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA	8
8.1. Principales Cultivos en la Parroquia Belisario Quevedo.....	8
8.2. Prácticas Agrícolas Tradicionales y Modernas	8
8.3. Introducción a los Pesticidas.....	8
8.4. Uso y Acceso a Pesticidas en la Parroquia	8
8.5. Residuos de Pesticidas.....	8
8.6. Grupo Químico Funcionales.....	9
8.6.1. Insecticidas	9
8.6.2. Fungicidas.....	10
8.6.3. Herbicidas.....	10
8.7. Modo de Acción.....	11
8.8. Composición y Formulación	11
8.9. Problemas Fitosanitarios.....	12
8.9.1. Problemática Fitosanitaria en la Zona.....	12
8.9.2. Percepción de Riesgo	12
8.10. Intoxicaciones.....	12
8.10.1. Intoxicación Leve	12
8.10.2. Intoxicación Moderada.....	13
8.10.3. Intoxicación Severa.....	13
8.10.4. Intoxicación Crónica	13
8.11. Intoxicaciones en Humanos	13
8.11.1. Por Inhalación.....	13
8.11.2. Por Ingestión.....	14
8.11.3. Por Contacto con la Piel.....	14
8.11.4. Por Contacto con los Ojos.....	14

8.12. Tipos de Toxicidad.....	15
8.12.1. Toxicidad Aguda.....	15
8.12.2. Dosis Letal Media (DL50).....	15
8.12.3. Toxicidad Crónica.....	15
8.12.4. Método Dosis Benchmark.....	16
8.13. Índice Toxicidad Aguda en Humano (ITAH).....	16
8.13.1. Persistencia de Pesticidas Por el Ingrediente Activo.....	16
8.14. Efectos en la Salud Humana por Exposición.....	17
8.15. Residuos Tóxicos sobre el Medio Ambiente.....	17
8.16. Normativa y Regulaciones sobre Pesticidas en Ecuador.....	18
8.16.1. Legislación Nacional sobre el Uso de Pesticidas en Ecuador.....	19
8.16.2. Normas Internacionales Aplicables al Contexto Local.....	19
8.16.3. Regulaciones sobre la Comercialización y Aplicación al Agricultor.....	19
9. Pregunta de Investigación.....	20
10. METODOLOGÍA.....	20
10.1. Área de Estudio.....	20
10.2. Tipo de Investigación.....	20
10.3. Enfoque de Investigación.....	21
10.4. Método de Investigación.....	21
10.5. Descripción del Uso del Método Cualitativo.....	22
10.5.1. Tipo de Levantamiento.....	22
10.5.2. Forma de Registrar la Información.....	22
10.5.3. Periodicidad.....	22
10.6. Diseño y Selección de la Muestra.....	22
10.7. Diseño y Validación del Instrumento.....	22
10.8. Técnica de Medición.....	23
10.9. Redacción de Preguntas.....	23
10.10. Recolección de Información.....	23

10.11. Observación Directa	24
10.12. Análisis Documental	24
10.13. Uso de Encuesta y Observación Participativa	24
10.14. Identificación del Índice de Toxicidad Aguda en Humanos	24
10.15. Instrumentos de Recolección de Datos.....	25
10.15.1. Guía de la Encuesta.....	25
10.15.2. Registro Fotográfico y Georreferenciación	25
10.16. Análisis de Datos	25
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	27
11.1. Identificación de los tipos y características de los pesticidas más utilizados en los principales cultivos agrícolas.....	27
11.2. Análisis de las prácticas de aplicación de pesticidas empleados por los agricultores incluyendo frecuencia de uso y medidas de seguridad	35
11.3. Estimación del nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales.....	43
12. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS	53
12.1. Impacto Social.....	53
12.2. Impacto Ambiental	53
12.3. Impacto Económico	54
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
13.1. Conclusiones.....	54
13.2. Recomendaciones.....	55
14. BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios de Proyecto	4
Tabla 2. Actividades en relación con los objetivos planteados	7
Tabla 3. Escala de Valores de la DL50	15
Tabla 4. Clasificación de Ingredientes Activos.	44

Tabla 5. Clasificación de las hectáreas en rangos	45
Tabla 6. Resumen de Resultados del ITAH	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio Comunidad de Potrerillos.	20
Figura 2. Actividad principal a la que se dedican en la comunidad.	27
Figura 3. Sembrío de mayor importancia económica.	28
Figura 4. Estado en el que se encuentra el cultivo.	29
Figura 5. Productos químicos utilizados en el cultivo.	30
Figura 6. Nombre comercial del producto químico.	32
Figura 7. Motivo por el que utiliza productos químicos.	33
Figura 8. Almacenaje de los agroquímicos.	34
Figura 9. Aplicación de dosis por el fabricante.	35
Figura 10. Frecuencia de aplicación de los productos.	36
Figura 11. Equipo de EPP al manipular y aplicar agroquímicos.	37
Figura 12. Capacitación sobre el manejo adecuado de los agroquímicos y EEP.	38
Figura 13. Práctica agrícola para reducir la dependencia de agroquímicos.	39
Figura 14. Normativas para la disposición final de residuos.	40
Figura 15. Procedimientos correctos para la disposición final de residuos.	40
Figura 16. Disposición de los envases de agroquímicos.	41
Figura 17. Falta de información de disposición de residuos	42
Figura 18. Disposición final de los envases provoca afectación al medio ambiente.	43
Figura 19. Efecto adverso en la salud debido al uso de agroquímicos.	51
Figura 20. Acciones mientras se aplican los agroquímicos.	52
Figura 21. Medidas después de aplicar agroquímicos para proteger la salud.	52

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

“Identificación de pesticidas utilizados en los principales cultivos, en la comunidad de Potrerillos, parroquia Belisario Quevedo, provincia de Cotopaxi, 2025.”

Lugar de ejecución

Comunidad de Potrerillos - parroquia Belisario Quevedo - cantón Latacunga - provincia de Cotopaxi.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Ambiental

Nombres de equipo de investigadores Tutor:

Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg.

Lector 1: Dr. José Antonio Andrade Valencia Ph.D.

Lector 2: Ing. Andrés Sebastián Moreno Ávila Mg.

Lector 3: Lcd. Jaime Rene Lema Pillalaza Mg.

Estudiante: Melany Alejandra Jara Proaño

Área de conocimiento

Ciencias Naturales, Medio Ambiente, Ciencias Ambientales

Línea de investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

2. Introducción

La creciente preocupación por los efectos del uso indiscriminado de pesticidas en la agricultura ha generado múltiples debates a nivel global, especialmente por los impactos en la salud humana, la biodiversidad y la calidad de los suelos y cuerpos de agua. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2024) ha advertido que, a pesar de los beneficios agronómicos que ofrecen, los plaguicidas mal manejados se convierten en contaminantes persistentes que afectan directamente la seguridad alimentaria y los derechos de las comunidades rurales.

Ecuador no es ajeno a esta realidad, siendo un país de alta vocación agrícola donde los pesticidas se emplean de manera intensiva, particularmente en las zonas rurales andinas (Andrade, et al., 2023). En este contexto, la comunidad de Potrerillos, ubicada en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, representa un ejemplo claro de la complejidad del uso de agroquímicos (Giler, 2022).

Esta comunidad, conformada mayoritariamente por pequeños y medianos productores, ha visto en el uso de pesticidas una solución inmediata frente a plagas y enfermedades que afectan los cultivos (Yáñez, 2025). Sin embargo, el uso frecuente de productos como herbicidas, insecticidas y fungicidas de alta toxicidad plantea interrogantes sobre los riesgos a largo plazo para el ambiente y la salud de los habitantes. Estudios recientes, como el de Rojas y Saavedra (2022) mencionan que dentro del Ecuador más del 65 % de los agricultores no han recibido ningún asesoramiento en lo que concierne al uso seguro de pesticidas, siendo esto un factor para que se incrementen los niveles de exposición y contaminación.

La presente investigación surge ante la necesidad analizar las prácticas del uso de pesticidas que se utilizan actualmente en los principales cultivos de la comunidad de Potrerillos, y con ello visibilizar la magnitud del problema desde una perspectiva ambiental y social. La carencia de estudios locales actualizados sobre el tema ha dificultado la formulación de estrategias de prevención y mitigación, lo que refuerza la importancia de este proyecto para aportar con información válida y contextualizada (Avilés & Calo, 2024).

Para llevar a cabo este estudio, se aplicó una metodología mixta, con enfoque cualitativo. Se utilizó una encuesta dirigida a familias agricultoras, además de observaciones directas en campo y análisis bibliográficos (Chavez, Morante, Cueva, Cruz, & Chavez, 2022). Esta

combinación metodológica permitió recopilar datos sobre el tipo de pesticidas usados, la frecuencia, percepción del riesgo y nivel de conocimiento técnico de los usuarios (Mina, Cayambe, Cárdenas, Navarrete, & Dangles, 2025). Asimismo, se empleó el Índice de Toxicidad Aguda Humana (ITAH) como herramienta técnica para clasificar los niveles de riesgo de los ingredientes activos identificados, basándose en la propuesta de la Universidad de Cornell (2021).

Como toda investigación de campo en comunidades rurales, este proyecto enfrentó limitaciones importantes una de ellas fue la dificultad para acceder a etiquetas originales de los productos usados, debido a la compra a granel o informal, además, algunos agricultores mostraron resistencia inicial a brindar información por temor a sanciones o por desconocimiento de los fines académicos (García, et al., 2025). Estas limitaciones fueron abordadas a través de estrategias de confianza comunitaria, explicando el objetivo ambiental del estudio y garantizando la confidencialidad de los datos (De La Cruz, et al., 2025).

Los resultados de esta investigación no solo contribuirán a un mayor entendimiento del uso actual de pesticidas en Potrerillos, sino que también sirvan como base técnica para una futura transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles, como la agroecología, así como personas autorizadas para disponer sistemas adecuados de recolección y gestión de envases y desechos tóxicos en la zona. Así, este proyecto promueve una agricultura que proteja tanto la productividad como la salud de las personas y del ecosistema (Ortega, 2022).

3. Justificación

En zonas rurales del Ecuador, la agricultura es la base económica y social de las comunidades (Rodríguez, Jácome, Santandreu, Paredes, & Álvaro, 2022). Sin embargo, el uso intensivo de pesticidas ha generado problemáticas silenciosas pero persistentes (Rojas & Saavedra, 2022). A pesar de que estos productos químicos permiten mejorar el rendimiento de los cultivos y controlar plagas, el uso excesivo o inadecuado tiene consecuencias negativas acumulativas, que muchas veces no son evidentes a simple vista (Oviedo, et al., 2023).

La comunidad de Potrerillos, ubicada en la parroquia Belisario Quevedo, no está exenta de esta realidad. Los principales cultivos que se dan en la comunidad constituyen la base alimentaria y económica de las familias locales, quienes, en el afán de proteger los cultivos, los agricultores recurren a pesticidas sin un manejo técnico adecuado y sin una disposición correcta de los desechos que se generan después de las aplicaciones de estos productos (Yáñez, 2025).

A nivel local, existe un vacío importante en cuanto a la identificación y caracterización de los pesticidas que se utilizan, así como en el conocimiento de los posibles riesgos e impactos. No se cuenta con registros actualizados ni diagnósticos que permitan conocer con claridad qué agroquímicos son los más empleados, en qué cantidades, con qué frecuencia y en qué condiciones de manejo. Esta falta de información dificulta la toma de decisiones responsables y sostenibles tanto por parte de los agricultores como de las autoridades (Giler, 2022).

La identificación de los pesticidas utilizados permitió proponer estrategias de manejo responsable de los residuos, buscando responder a la necesidad de generar un conocimiento técnico que permita evidenciar esta problemática. Los resultados de este proyecto podrán ser compartidos en jornadas de sensibilización, promoviendo así la educación ambiental abriendo un espacio para el diagnóstico compartido con la comunidad.

Como parte de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi, este proyecto fortalece competencias clave como el diagnóstico socioambiental en zonas rurales, la evaluación de riesgos ambientales asociados al uso de agroquímicos, el diseño de estrategias de manejo sostenible, y la promoción de procesos de educación ambiental comunitaria. Además, permite aplicar el pensamiento crítico, el análisis técnico y la responsabilidad social, elementos fundamentales en la formación de un profesional comprometido con el desarrollo sostenible del territorio.

En definitiva, este proyecto representa no solo un aporte académico, sino también un compromiso personal y profesional con la comunidad de Potrerillos. Es una oportunidad para devolver a la sociedad el conocimiento adquirido durante la formación universitaria y aportar en la construcción de un ambiente libre de desechos peligrosos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1

Beneficiarios de Proyecto

Beneficiarios	Habitantes	Población
Directo	Comunidad de Potrerillos	299
Indirectos	Parroquia Belisario Quevedo	7301

Fuente: (Andrade, 2024), (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El uso intensivo de pesticidas químicos ha sido clave para el aumento de la productividad agrícola, sin embargo, la aplicación inadecuada genera contaminación difusa del suelo, agua y aire, así como residuos químicos persistentes que afectan los ecosistemas y la salud humana (Anchía, Chaverri, Cordero, & Mora, 2021). Según la Organización Mundial de la Salud (2021) cada año se registran millones de intoxicaciones por plaguicidas, especialmente en países en desarrollo, donde las normativas son débiles y la capacitación es insuficiente. Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas (2023) resalta que el manejo responsable de pesticidas es crucial para alcanzar la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria, lo cual está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el ODS 3 (Salud y Bienestar) y ODS 12 (Producción y Consumo Responsable).

Ecuador es un país eminentemente agrícola, donde la producción de maíz, papa, flores, frutas y hortalizas representa un pilar económico y social, principalmente en las zonas rurales (Ministerio de Agricultura, 2021). Sin embargo, la dependencia de insumos químicos, especialmente pesticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, implica riesgos agroambientales (Cazares, 2019). Estudios del MAATE (2023) y la FAO (2023) evidencian que, a pesar de la existencia de normativas como el Acuerdo Ministerial N° 094 que regula el manejo de agroquímicos, persisten malas prácticas como el uso excesivo, el almacenamiento inseguro y la disposición inadecuada de envases vacíos.

Estas prácticas generan contaminación del suelo agrícola, lixiviación hacia cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y afectan a la biodiversidad local. Además, la exposición crónica y aguda de los agricultores a estos químicos incrementa los riesgos de enfermedades dermatológicas, respiratorias y neurológicas (Eddleston, et al., 2019). La provincia de Cotopaxi, con vocación agrícola, es una de las provincias donde los pesticidas son esenciales para proteger cultivos estratégicos (MAG, 2025). Sin embargo, no existen estudios actualizados y específicos que identifiquen el tipo y cantidad de pesticidas utilizados ni los impactos diferenciados en el suelo, agua y salud poblacional.

Belisario Quevedo, parroquia rural del cantón Latacunga, posee una economía basada en la agricultura de subsistencia y de mercado local. Los agricultores cultivan principalmente maíz, habas y hortalizas, los cuales son altamente susceptibles a plagas, lo que lleva al uso frecuente de pesticidas químicos. A nivel parroquial, no existe una caracterización técnica

actualizada sobre los pesticidas empleados, las dosis, frecuencia de aplicación ni prácticas de manejo (PDOT Belisario, 2024).

El INEC (2022) reporta que las principales parroquias agrícolas, incluida Belisario Quevedo, carecen de planes locales efectivos para la gestión de residuos agroquímicos. Esta situación genera un riesgo ambiental por contaminación química del suelo y fuentes hídricas cercanas, así como un riesgo sanitario para los agricultores y las familias, quienes reportan afecciones respiratorias y dermatológicas recurrentes, probablemente relacionadas con la exposición a estos productos.

La comunidad de Potrerillos, ubicada en Belisario Quevedo, representa un ejemplo micro territorial donde la agricultura es el sustento diario de las familias. Según observaciones y testimonios recolectados, se evidencia el uso de pesticidas sin equipos de protección personal, almacenamiento en condiciones inseguras dentro de los hogares, y disposición final inadecuada de envases, muchas veces quemados o enterrados sin control técnico.

Además, no existe un sistema comunitario para el manejo de residuos químicos ni capacitación continua en prácticas agrícolas sostenibles. Esto genera un riesgo significativo de contaminación del suelo agrícola, posible infiltración hacia fuentes de agua subterránea utilizadas para consumo humano, y afectaciones directas a la salud comunitaria, como alergias y problemas respiratorios recurrentes.

6. OBJETIVOS DEL PROYECTO

6.1. Objetivo General

Analizar las prácticas de uso de pesticidas en los principales cultivos de la comunidad de Potrerillos, considerando el modo de aplicación, la frecuencia y las medidas de seguridad implementadas por los agricultores.

6.2. Objetivos Específicos

- Identificar los tipos y características de los pesticidas más utilizados en los principales cultivos agrícolas de la comunidad de Potrerillos.
- Analizar las prácticas de aplicación de pesticidas empleadas por los agricultores en los cultivos de Potrerillos, incluyendo frecuencia de uso y medidas de seguridad.

- Estimar el nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales de Potrerillos, con base en el ingrediente activo y clasificación toxicológica.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2 Actividades en relación con los objetivos planteados.

Objetivo Específico	Metodología	Actividades	Resultados Esperados
Identificar los tipos y características de los pesticidas más utilizados en los principales cultivos agrícolas de la comunidad de Potrerillos.	Investigación de campo mediante encuesta estructuradas aplicadas con la herramienta KoboToolbox a agricultores de la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y validación del cuestionario para la recolección de información sobre pesticidas. - Aplicación de encuesta a agricultores locales. - Sistematización y análisis estadístico de los datos recolectados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventario de pesticidas utilizados en la comunidad. - Clasificación según tipo, uso agrícola y composición. - Registro de marcas comerciales y principios activos.
Analizar las prácticas de aplicación de pesticidas empleadas por los agricultores en los cultivos de Potrerillos, incluyendo frecuencia de uso y medidas de seguridad.	Observación directa complementada con encuesta orientada a prácticas agrícolas y de seguridad personal.	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión de ítems específicos sobre formas de aplicación, frecuencia, equipos y protección personal. - Registro y documentación de prácticas observadas durante visitas de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de métodos de aplicación y frecuencia de uso. - Evaluación de medidas de seguridad adoptadas por los agricultores. - Identificación de prácticas con riesgo potencial.
Estimar el nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales de Potrerillos, con base en el ingrediente activo y clasificación toxicológica.	Análisis documental del ingrediente activo de cada pesticida identificado, utilizando la metodología ITAH y referencias de clasificación toxicológica	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de ingredientes activos a partir de los datos recopilados. - Aplicación del índice ITAH para evaluar toxicidad. - Clasificación de peligrosidad según normativa nacional e internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz de peligrosidad toxicológica de los pesticidas. - Priorización de sustancias con mayor riesgo ambiental o para la salud. - Insumos técnicos para futuras estrategias de manejo.

Nota: Actividades y tareas en relación con los objetivos.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA

8.1. Principales Cultivos en la Parroquia Belisario Quevedo

En la parroquia Belisario Quevedo, los cultivos predominantes son el maíz (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), papa (*Solanum tuberosum*) y diversas hortalizas. Estos cultivos representan la base alimentaria y económica de la comunidad rural, donde la agricultura familiar es la principal forma de sustento (Giler, 2022).

8.2. Prácticas Agrícolas Tradicionales y Modernas

Las prácticas agrícolas tradicionales se enfocan en la sostenibilidad local, basándose en utensilios como la hoz, pico, pala, azadón, considerándose una forma convencional de realizar la agricultura (Kumar, 2019). Mientras que las prácticas modernas se centran en la productividad y la tecnología para mayor eficiencia, caracterizada por la productividad y la respuesta a las demandas del mercado global, utilizando sistemas de riego, fertilizantes, control de plagas hasta el monitoreo de los cultivos.

8.3. Introducción a los Pesticidas

El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2021) indica que los pesticidas son compuestos químicos empleados para erradicar, debilitar, alterar, limitar el crecimiento o prevenir las plagas durante el proceso de producción agraria. Estos pueden ser productos químicos naturales o sintéticos, que actúan como agentes de control.

8.4. Uso y Acceso a Pesticidas en la Parroquia

En la parroquia, existen comercios agrícolas que distribuyen pesticidas de diversas marcas, facilitando el acceso a pequeños y medianos agricultores. Estos productos se utilizan principalmente para proteger los cultivos de plagas, enfermedades fúngicas y malezas. Sin embargo, el uso frecuente y muchas veces inadecuado genera riesgos tanto para la salud humana como para el ambiente.

8.5. Residuos de Pesticidas

Se refiere a los restos del ingrediente activo o los metabolitos que permanecen en el suelo, el agua, el aire o los alimentos después de la aplicación. Estos residuos pueden generar

procesos de bioacumulación y biomagnificación, afectando a las cadenas tróficas y poniendo en riesgo la biodiversidad y la salud humana (FAO, 2023).

8.6. Grupo Químico Funcionales

8.6.1. Insecticidas

Es una sustancia o mezcla de sustancias químicas utilizadas para controlar o eliminar insectos portadores de enfermedades. Dentro de los cuales se encuentran clasificados en diferentes grupos según la estructura química y mecanismo de acción:

Clorados: Son compuestos organoclorados que actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos, causando hiperexcitación y muerte. Este grupo se encuentra prohibido en el país debido a la acumulación en las grasas animales (Silva, Yang, Ieskens, Ritsema, & Geissen, 2022).

Organofosforados: Son compuestos que impiden la enzima acetilcolinesterasa, esencial para la transmisión nerviosa, provocando acumulación de acetilcolina y disfunción neuromuscular en los insectos (Ranjan & Jindal, 2022).

Carbamatos: Actúan de manera similar a los organofosforados, inhibiendo la acetilcolinesterasa, pero la unión es reversible y menos estable (Petrichev, 2022).

Piretroides: Son compuestos sintéticos derivados de las piretrinas naturales. Afectan los canales de sodio en las membranas neuronales, causando parálisis y muerte en los insectos (Marques, Joviano, Souza, Santos, & Roman, 2022).

Nitroguanidinas: Son sistémicos, actúan sobre los receptores nicotínicos de acetilcolina en el sistema nervioso central de los insectos, causando parálisis y muerte (Marques et al., 2022).

Benzoilureas: Son inhibidores de la síntesis de quitina, interfiriendo en la formación del exoesqueleto de los insectos, lo que impide el desarrollo y provoca la muerte (Vázquez et al., 2022).

8.6.2. Fungicidas

Sustancias químicas que se usan para prevenir, detener o eliminar el crecimiento de hongos en plantas y cultivos. Se aplican en forma de polvo, gránulos, gas o líquido. Entre ellos se menciona:

Metoxiacrilatos: Reprimen la respiración mitocondrial en los hongos, bloqueando la cadena de transporte de electrones y causando la muerte celular, de amplio espectro y se utilizan en una variedad de cultivos (Islam, Danishuddin, Matin, Barai, & Haque, 2024).

Triazoles: Inhiben la biosíntesis de ergosterol, un componente esencial de la membrana celular de los hongos, lo que lleva a la interrupción del crecimiento y la muerte del hongo, son sistémicos y ofrecen protección tanto preventiva como curativa (He, et al., 2021).

Bencimidazoles: Interfieren con la formación de microtúbulos en las células fúngicas, inhibiendo la división celular y el crecimiento del hongo (Bai, et al., 2024).

Ditiocarbamato: Apartan enzimas esenciales en los hongos al interferir con grupos sulfhidrilo, lo que conduce a la interrupción de procesos metabólicos y muerte celular, de amplio espectro y se utilizan en una variedad de cultivos (Marques et al., 2022).

8.6.3. Herbicidas

Producto químico o no, que es utilizado para eliminar o interrumpir el desarrollo de plantas no deseadas o malezas en los cultivos. Se destacan:

Triazinas: Cohiben la fotosíntesis al bloquear la transferencia de electrones en el fotosistema II, lo que impide la producción de energía en las plantas (Chen, Yu, Patterson, Sayer, & Powles, 2021).

Imidazolinonas: Inhiben la síntesis de aminoácidos esenciales al bloquear la enzima acetohidroxiácido sintasa, lo que detiene el crecimiento de las plantas (Concato, et al., 2022).

Acetanilidas: Coarta la división celular en las raíces y brotes de las plántulas, afectando el desarrollo inicial (Deng, 2022).

Derivados benzoicos: Actúan como reguladores de crecimiento, causando un crecimiento descontrolado y deformaciones que llevan a la muerte de la planta (Marques et al., 2022).

Benzonitrilos: Para la fotosíntesis al bloquear la transferencia de electrones en el fotosistema II (Liu, et al., 2025).

Diazinas: Interfieren en la fotosíntesis de las malezas, bloqueando la conversión de energía solar en energía química (Saeedian, Bonyasi, Bayati, Sadeghi, & Amini, 2024).

Sulfitos: Representa la síntesis de aminoácidos esenciales en las plantas al bloquear la enzima EPSP sintasa (Vázquez et.al., 2021).

8.7. Modo de Acción

Sistémicos: Son absorbidos por el vegetal, normalmente por la hoja, aunque, en algunos casos, también pueden serlo por raíces, y traslocados en la planta. En este caso el plaguicida se mueve dentro de la planta, transportando el tóxico a todos los órganos de la planta de las cuales se alimenta las plagas (EPA, 2023).

Fumigantes: El plaguicida penetra en forma de gas y ejerce la acción. Una de las vías de penetración es a través de los espiráculos.

Polivalentes: Son aquellos plaguicidas que pueden actuar sobre la plaga de varias formas, como cualquiera de las ya mencionadas.

Translaminar: Los plaguicidas llamados de nueva era poseen ciertas características que les permite atravesar la cutícula para ejercer la acción tóxica.

8.8. Composición y Formulación

En cada producto comercial normalmente hay sólo una sustancia responsable del efecto biológico de los pesticidas es la denominada principio o ingrediente activo (PA / IA). Existen también productos comerciales que incluyen más de un IA a fin de combinar los efectos de todos ellos. Pero muy raramente se incluyen más de tres principios activos en un mismo producto comercial (INTA, 2019).

8.9. Problemas Fitosanitarios

Según la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (2019) menciona que son sustancias o combinaciones de naturaleza orgánica, inorgánica o biológica, empleadas en el ámbito agrícola para prevenir o luchar contra los impactos dañinos para el ser humano, los animales y las plantas, originados por agentes animales o vegetales.

Estos productos se comercializan y emplean en numerosas formulaciones o preparados, tanto líquidos como sólidos, de muy diferentes ingredientes y sustancias activas con propiedades físicas y toxicológicas diversas.

8.9.1. Problemática Fitosanitaria en la Zona

Los cambios en la superficie sembrada con estos cultivos han sido frecuentes, con incrementos constantes, ya sea por reemplazo de unos cultivos por otros, dependiendo del precio en el mercado o por los cambios forzados por problemas fitosanitarios, que según fueron indicados en la encuesta que se realizó el GAD de la Parroquia Rural de Belisario Quevedo, uno de los ejemplos más claros que se presentó en la parroquia fue la plaga que afectó a la cebada, lo que ha provocado que no se cultive en la actualidad (PDOT Belisario, 2024).

8.9.2. Percepción de Riesgo

Se refiere a la manera en que los agricultores y la comunidad interpretan los peligros asociados al uso de pesticidas. La percepción del riesgo influye en las decisiones sobre el manejo, almacenamiento y aplicación, siendo clave para diseñar estrategias educativas efectivas (Luján, Loiza, Bandala, & Rojas, 2020).

8.10. Intoxicaciones

8.10.1. Intoxicación Leve

Puede presentarse falta de apetito, náuseas, vómitos, sudoración, salivación, inquietud, irritabilidad, dolor y debilidad muscular, dolor en el pecho, dolor abdominal, diarrea, visión nublada, mareos, alteraciones de la presión sanguínea y dolor de cabeza.

8.10.2. Intoxicación Moderada

Se presentan los mismos síntomas descritos anteriormente, pero se suman una debilidad generalizada, dificultad para caminar, hablar y concentrarse, confusión, espasmos musculares y dilatación de las pupilas.

8.10.3. Intoxicación Severa

Incluye dificultad para respirar, secreciones bronquiales, incontinencia de heces y orina y cuando la exposición ha sido muy grande puede haber convulsiones, fallo del sistema respiratorio y la muerte del individuo afectado.

8.10.4. Intoxicación Crónica

El impacto en la salud depende de la concentración, la exposición y el grupo etario, por un lado, se encuentran los efectos crónicos como cáncer, leucemia, Parkinson, asma, diabetes, enfermedades renales, artritis reumatoide, malformaciones congénitas, problemas neuropsicológicos y cognitivos (Anchía, Chaverri, Cordero, & Mora, 2021).

Factores como las propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos y las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, definen la ruta que siguen en el ambiente (Suárez & Palacio, 2019).

8.11. Intoxicaciones en Humanos

Los pesticidas se encuentran en el sector agrario, durante la producción, en el almacenamiento, en el transporte y distribución y también en la elaboración de productos. Ocurre cuando los pesticidas ingresan al interior de la persona a través de rutas de exposición.

8.11.1. Por Inhalación

Pueden ser inhalados por los aplicadores y además personal de campo durante la aspersión, esta vía de ingreso es muy peligrosa ya que los productos inhalados pasan rápidamente de los pulmones al torrente sanguíneo.

Irritación de mucosas y del sistema respiratorio.

Afecciones en riñones, hígado y sistema nervioso central, incluso en médula ósea.

Efectos adversos en reproducción humana y sistemas hormonales.

Posibles efectos cancerígenos.

A concentraciones muy altas de ciertas sustancias pueden llegar a provocar la muerte.

8.11.2. Por Ingestión

Ocurre cuando el aplicador que no usa los equipos de protección adecuados se chupa los labios, fuma o come durante la aspersión del producto o lo hace después, pero sin lavarse las manos, también ocurre cuando los operarios soplan las boquillas tapadas. La sustancia debe aplicarse en la parte del cultivo que la plaga consume como alimento, para que al ingresar al organismo se produzca la intoxicación.

En pequeñas cantidades: irritación gastrointestinal.

En grandes cantidades: afección al sistema nervioso central y neumonía química cuando llega a pulmones.

8.11.3. Por Contacto con la Piel

Es la que se presenta generalmente cuando existen fugas en los equipos de aplicación o por accidentes ocurridos durante la mezcla de plaguicidas. Pueden entrar a través de una piel sana pero la acción es más rápida si penetra a través de heridas. El producto solamente es efectivo contra la plaga cuando entra en contacto directo con ella. Esto normalmente implica un esfuerzo extra en la calidad de la aplicación.

Irritación.

Contacto repetido o prolongado pueden causar alergia o sensibilización de la piel.

Algunas sustancias pueden pasar directamente al organismo

8.11.4. Por Contacto con los Ojos

La zona especialmente delicada en donde existe un mayor porcentaje de absorción son los ojos, en canal auricular y la región escrotal. Por lo tanto, produce irritación, malestar, dolor y visión borrosa.

8.12. Tipos de Toxicidad

8.12.1. Toxicidad Aguda

Se provoca cuando las personas al utilizar los pesticidas sin el cuidado respectivo, ingiere, inhala o se riega el pesticida en alguna parte del cuerpo, con una sola dosis tiene un efecto inmediato que puede causar incluso la muerte (Maggi & Chreil, 2023).

8.12.2. Dosis Letal Media (DL50)

Corresponde a la cantidad de plaguicida necesario para causar la muerte del 50% de los individuos de una población cualquiera.

Se trata de una medida cualitativa de la toxicidad aguda de una sustancia que caracterizan el peligro, calculando de manera experimental cada ingrediente activo (I.A); siendo la cantidad necesaria para matar 50% de una población (Anchía, Chaverri, Cordero, & Mora, 2021). Cuanto más bajo es el DL50, más peligrosa es la sustancia, ya que significa que con menor cantidad se llega a la muerte.

Los pesticidas se categorizan como altamente peligrosos, moderadamente peligrosos, poco peligrosos y prácticamente no peligrosos.

Tabla 3 *Escala de Valores de la DL50*

Clase	Peligro Tóxico	DL50 mg/kg	Nivel De Riesgo	Etiqueta de Color
Ia	Extremadamente	< 5	Alto	Rojo
Ib	Altamente	5 - 50	Alto	Naranja
II	Moderadamente	50 - 500	Medio	Amarillo
III	Ligeramente	500 - 2000	Medio	Azul
U	Poco probable que presente riesgo agudo	> 2000	Bajo	Verde

Fuente: (Organización Mundial de la Salud., 2019).

8.12.3. Toxicidad Crónica

Se da cuando las personas se exponen permanentemente a los pesticidas, pero en bajas dosis, esto con el tiempo le puede ocasionar a la persona alguna enfermedad y llevarle a la muerte. Una de las características de las intoxicaciones crónicas con plaguicidas es que los efectos no son inmediatos y pueden demorar meses o incluso años en aparecer.

Cualquiera de las toxicidades ocasiona daños muy severos a la salud de las personas y en algunos casos de manera irreversible.

NOAEL: Dosis sin efecto adverso observable.

LOAEL: Dosis más baja con efecto adverso observable.

8.12.4. Método Dosis Benchmark

Se utiliza para reducir rango de incertidumbre, mide cambio de respuesta en grupo expuesto al tóxico vs. grupo no expuesto. Tratándose de un cálculo no probabilístico.

BM10: Dosis en la que el 10% de los animales tienen efectos adversos frente al grupo control.

BMDL10: Dosis Benchmark ligada a un intervalo de confianza del 95% de la BM10.

8.13. Índice Toxicidad Aguda en Humano (ITAH)

El ITAH es un indicador que evalúa el impacto toxicológico potencial de los pesticidas sobre el ambiente y la salud humana. Considera parámetros como la DL50 oral, dermal, inhalatoria, así como el tiempo de degradación en el ambiente (Ahmad, et al., 2024). La aplicación permite comparar la peligrosidad relativa de diferentes plaguicidas en contextos locales.

8.13.1. Persistencia de Pesticidas Por el Ingrediente Activo

Todos los insecticidas de uso agrícola en el Ecuador, antes del empleo deben someterse a los procesos de importación, registro y comercialización considerados en el Reglamento General de Plaguicidas y Productos Afines de uso Agrícola.

En el Ecuador se comercializan 89 sustancias insecticidas o productos genéricos con el respectivo ingrediente activo, caracterizados por la diferente composición química, formulación y grado de toxicidad (INTA, 2019)-

Estos productos han dado lugar a 233 insecticidas comerciales distribuidos por respectivas empresas, de los cuales el 12.0% son de la categoría Extremadamente Tóxicos, el

43.3% Altamente Tóxicos, el 28.7% Moderadamente Tóxicos y el 15.8% Ligeramente Tóxicos

8.14. Efectos en la Salud Humana por Exposición

La exposición laboral a los productos fitosanitarios se puede producir durante la mezcla y carga del producto en los equipos de aplicación, en la propia aplicación e, incluso, en las operaciones de mantenimiento y limpieza de los equipos (OMS, 2020).

Las personas vinculadas a actividades agrícolas tienen un riesgo de exposición mayor, ya sea por el uso directo de la sustancia, generalmente en monocultivos, o tras el almacenamiento inadecuado en hogares y/o almacenes de distribución (MAATE, 2021).

8.15. Residuos Tóxicos sobre el Medio Ambiente

Los residuos tóxicos por la aplicación de pesticidas afectan gravemente a la contaminación ambiental, debido a diferentes factores como las aplicaciones directas que se dan en los cultivos, los lavados de los envases son inadecuados con las filtraciones en donde son almacenados ya que generalmente son reutilizados para almacenar agua o alimentos en los hogares, derrames accidentales, uso inadecuado de los agroquímicos por parte de la población.

Esto da un efecto negativo ya que es más el desconocimiento de las personas y las consecuencias que esas prácticas traen consigo ya sea a la salud como al medio ambiente influyendo en los sistemas bióticos como animales y plantas, así como también a los sistemas abióticos como el suelo, agua y aire.

Los pesticidas actúan en un corto plazo en el ambiente en donde el lugar de aplicación sea cercano, aunque a simple vista no representa un daño, sigue afectando a los organismos más sensibles como son los insectos benéficos, lo mismo ocurre con la muerte de microorganismos del suelo y hongos.

Así como existen los efectos en un corto plazo hay en largo plazo los cuales son los que se utilizan con frecuencia y el problema se complica ya que se encuentran como persistentes, los cuales requieren de varios años para que sean degradados.

Dentro de las propiedades para que los pesticidas sean persistentes se encuentra parte de la bioacumulación hasta alcanzar una concentración letal para los organismos, con la baja solubilidad en el agua, liposolubilidad elevada, la luz, calor, alta humedad y los

microorganismos; esto depende de la cantidad y de la velocidad con la que se absorbe y la forma de excreción del tóxico.

8.16. Normativa y Regulaciones sobre Pesticidas en Ecuador

Ley de Sanidad Agropecuaria (Ley N.º 7968): Regula la fabricación, registro, comercialización, uso y control de pesticidas en Ecuador. Es supervisada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad).

Ley Orgánica para la racionalización, reutilización y reducción de plásticos de un solo uso.

Código Orgánico del Ambiente (COA): Establece regulaciones relacionadas con el manejo y uso de químicos que pueden impactar el medio ambiente y la salud humana.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA): En este texto se consolida la diversidad de normas secundarias relacionadas con el ambiente impulsando cuatro principios básicos de patrimonio natural, calidad ambiental, gestión marina y costera y el cambio climático; destacando los límites permisibles de contaminantes en agua, aire y suelo.

Registro de Plaguicidas: Todos los productos químicos deben estar registrados ante Agrocalidad, cumpliendo con estándares de toxicidad y evaluación de riesgos.

Normas de etiquetado: Regulación obligatoria sobre la información que debe contener el etiquetado de pesticidas, incluyendo advertencias, instrucciones de uso, y precauciones.

NTE 1108: Pesticidas en Agua, establece el límite máximo permitido de los principios activos de los compuestos de los pesticidas.

NTE INEN 2588: Establece los requisitos para la disposición de plásticos agrícolas en desuso, promoviendo el manejo responsable de residuos.

NTE INEN 2078:2013, sobre plaguicidas y productos afines de uso agrícola, manejo y disposición final de envases vacíos tratados con triple lavado, establece los requisitos que se deben cumplir.

8.16.1. Legislación Nacional sobre el Uso de Pesticidas en Ecuador

Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE INEN 077): Estándares específicos para pesticidas agrícolas, que incluyen clasificación toxicológica, restricciones de uso, y medidas para minimizar el impacto en el medioambiente y la salud humana.

Código Orgánico Integral Penal (COIP): Contempla sanciones legales para el uso indebido de pesticidas que generen daño al medio ambiente o afecten a terceros.

Resolución sobre Límite Máximo de Residuos (LMR): Agrocalidad regula los niveles máximos permitidos de residuos de pesticidas en los productos agrícolas para consumo humano.

Normas de transporte y almacenamiento: Se dictan requisitos de seguridad para evitar accidentes durante el traslado y la conservación de pesticidas.

8.16.2. Normas Internacionales Aplicables al Contexto Local

Convenio de Róterdam: Ecuador es signatario de este convenio que regula el comercio internacional de ciertos plaguicidas peligrosos, promoviendo el consentimiento fundamentado previo (PIC).

Convenio de Estocolmo: Control y eliminación de contaminantes orgánicos persistentes (COP), incluyendo pesticidas prohibidos o restringidos a nivel internacional.

Certificaciones Global G.A.P.: Aunque voluntarias, muchas exportadoras agrícolas en Ecuador exigen el cumplimiento de estándares internacionales relacionados con el uso responsable de pesticidas.

8.16.3. Regulaciones sobre la Comercialización y Aplicación al Agricultor

Licencias para comercialización: Obligación de registro y capacitación de los distribuidores de pesticidas, bajo la supervisión de Agrocalidad.

Venta responsable: Prohibición de venta de productos a menores de edad o personas no capacitadas, según lo dispuesto en el reglamento.

Capacitación del agricultor: Programas obligatorios para capacitar a los agricultores en el uso correcto, almacenamiento y desecho de pesticidas.

Regulación de aplicaciones terrestres y aéreas: Normas que limitan la aplicación de pesticidas cerca de zonas pobladas, fuentes de agua o áreas protegidas.

9. Pregunta de Investigación

¿El conocimiento de las prácticas de los tipos de uso de pesticidas en los principales cultivos de la comunidad de Potrerillos permitirá establecer el impacto del uso, frecuencia y medidas de los agricultores sobre su salud y efectos en el ambiente?

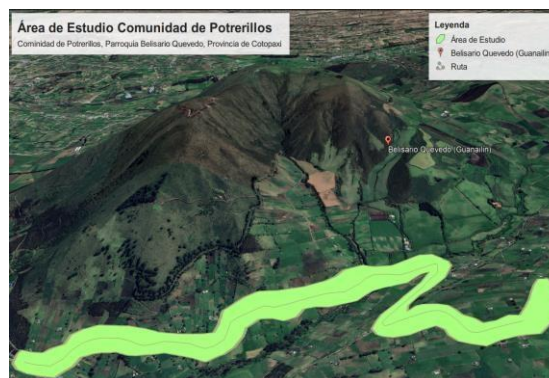
10. METODOLOGÍA

10.1. Área de Estudio

Potrerillos es una comunidad que se encuentra en la parroquia rural de Belisario Quevedo que se encuentra ubicada al sureste de la provincia de Cotopaxi. Esta parroquia al encontrarse cerca de la ciudad de Latacunga es parte del eje principal de comunicación entre los cantones de Latacunga y Salcedo por lo que es un vínculo entre poblaciones. La vocación de esta parroquia es netamente actividades agrícolas y ganaderas, pero se ha impulsado actividades relacionadas con el turismo comunitario y recreativo (PDOT Belisario, 2024).

Figura 1

Área de Estudio Comunidad de Potrerillos, Parroquia Belisario Quevedo.



Nota: Área de estudio comunidad de Potrerillos en Google Earth.

10.2. Tipo de Investigación

La investigación realizada fue descriptiva con un enfoque cualitativo, esto debido a que implica la búsqueda y recopilación de información en la comunidad de Potrerillos empleando técnicas como la encuesta y luego describir todo lo encontrado para dar respuesta a la pregunta de investigación. Se llevó a cabo un estudio exhaustivo resaltando aspectos como los tipos de

pesticidas, prácticas de los agricultores y el nivel de riesgo del producto que emplean. Este enfoque permitió construir un nuevo conocimiento acerca de la comunidad.

10.3. Enfoque de Investigación

El enfoque de la investigación fue cualitativo y bibliográfico, ya que por medio de esto se comprendió y exploró las prácticas de manejo de los agricultores en lo que concierne a la aplicación de pesticidas en los cultivos.

Por ello se realizaron encuestas para obtener los datos cualitativos necesarios para conocer la información relacionada con el uso, frecuencia y equipos de protección. Es así como se realizó el cálculo del nivel de peligrosidad con la información recolectada en campo.

10.4. Método de Investigación

El método que se utilizó fue cualitativo con lo cual la información proporcionada de cada tipo de pesticida fue necesaria para conocer la situación de la comunidad. Esto implicó conocer información general de los agricultores, cultivos de importancia económica, uso de agroquímicos, equipo de protección personal, impacto ambiental y el aspecto en la salud de estos, siendo estos temas de gran importancia para el propósito de investigaciones enfocadas en pesticidas como menciona Romero, et al. (2021).

El método deductivo se utilizó para analizar la información recopilada relacionando con conocimientos teóricos y normas establecidas dentro del marco normativo ambiental respecto a los pesticidas. Con estos conceptos generales y teorías relevantes se interpretaron los datos recogidos con lo cual se aplicaron reglas lógicas para validar la coherencia y validez de todos los hallazgos.

Así también se empleó el método bibliográfico para recopilar la información referente a los principales tipos de pesticidas que se emplean en la agricultura ecuatoriana para ello se investigó a fondo en estudios de identificación de productos químicos en los cultivos agrícolas, encontrando el diseño de Paqui et al. (2025) que en el estudio de pesticidas altamente peligrosos indican que es necesario centrarse en eventos del presente recolectando información acerca de la relación entre la exposición de los pesticidas y la peligrosidad de estos. Es por ello que en la investigación realizada se enfocó en conocer estas características por medio de las preguntas de la encuesta.

10.5. Descripción del Uso del Método Cualitativo

10.5.1. Tipo de Levantamiento

El levantamiento de información se realizó in situ, directamente a los agricultores que se encuentran dentro de la comunidad de Potrerillos. Se realizó por medio de un muestreo no probabilístico a criterio del investigador, debido a que, la disponibilidad de brindar información solo fue por parte de familias dedicadas a la agricultura y que participaron en las encuestas.

10.5.2. Forma de Registrar la Información

La información de las 22 preguntas de la encuesta (Anexo 1) se registró por medio de la herramienta digital de “Kobotoolbox”. Es así como cada respuesta de las preguntas estructuradas se ingresó a esta plataforma, que registró la información online para luego proceder a descargar todos los datos. Esta información posteriormente fue procesada para obtener tablas y gráficos.

10.5.3. Periodicidad

La frecuencia con la que se levantó la información fue en base a un mes de ejecución de las preguntas las cuales fueron realizadas en base a una encuesta única ya que fue generada de manera única para la cual responde el problema en específico al que se buscó llegar como es la identificación de pesticidas en los cultivos, la manera en que están afectando al ambiente y también a la salud de la comunidad.

10.6. Diseño y Selección de la Muestra

En el Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Belisario Quevedo (2024) establece que el número de familias en la comunidad de Potrerillos el cual ratifica que son 83, para los cuales se seleccionan a los agricultores representantes dispuestos a participar en el estudio siendo 69 participantes.

10.7. Diseño y Validación del Instrumento

Las preguntas de la encuesta a realizar a los agricultores de la comunidad fueron validadas por la experiencia de 3 docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por medio de niveles de medición haciendo referencia en las medidas de razón la cuantificación que guardan

una relación numérica con los indicadores los cuales iban del número 1 considerándose nada importante, 2 poco importante, 3 regular, 4 importante y 5 muy importante.

Al obtener estos resultados se permitió contribuir al concepto de una validación adecuada, diseñando así preguntas factibles para la investigación asegurando la exactitud, confiabilidad y capacidad de predicción de los resultados que se obtengan.

10.8. Técnica de Medición

La principal técnica utilizada de medición fueron preguntas abiertas considerando al encuestado expresar de manera libre la respuesta; las cuales fueron consideradas debido a que es una investigación de carácter exploratorio.

En conjunto con preguntas cerradas con preguntas de opción única, preguntas de opción múltiple con más de una respuesta, presentando alternativas de respuesta exhaustivas donde se consideró todas las alternativas posibles de respuesta, excluyentes debido a que las respuestas posibles deben pertenecer a una sola categoría y formuladas con el mayor nivel de medición.

10.9. Redacción de Preguntas

Las preguntas se consideran directamente relacionadas con la focalización ya que fueron formuladas de acuerdo con el tema de la investigación, además de priorizar la claridad cuidando el vocabulario y la estructura gramatical que se confiere en cuanto al énfasis tratado.

10.10. Recolección de Información

La encuesta realizada fue recolectada de manera personal, estableciendo una comunicación como encuestador y encuestado, este método se aplicó en el ámbito destinado en cada lote de terreno dentro de la comunidad de Potrerillos así se evidenció más a fondo las prácticas que los agricultores disponen con los agroquímicos para los cultivos.

Se desarrolló una encuesta a los agricultores, con un método descriptivo sobre preguntas que impliquen las prácticas de uso de pesticidas, la frecuencia de aplicación, los tipos de pesticidas que utilizan, y las medidas de seguridad que emplean los agricultores.

Se recolectó los datos sin intervenir en los procesos agrícolas, esto permitió captar diferentes opiniones y comparar perspectivas. Con preguntas previamente estructuradas con

opciones de respuesta fijas para garantizar uniformidad, validar la encuesta a los agricultores para asegurar claridad y pertinencia en lo descrito.

10.11. Observación Directa

Se visitó los cultivos de la parroquia Belisario Quevedo para verificación del uso de pesticidas, métodos de aplicación, equipos de protección utilizados; condiciones ambientales y prácticas de manejo de agroquímicos. No se manipularon variables, se observó cómo los agricultores aplican los pesticidas, qué medidas de seguridad toman y analizan tal como se presentan en la realidad.

10.12. Análisis Documental

En lo concerniente al análisis se revisó documentos oficiales entre los que resaltan: la “lista de plaguicidas y productos afines de uso agrícola registrados” publicada por Agrocalidad en 2020 con lo cual se revisó el estado de los distintos plaguicidas químicos registrados como insumos agropecuarios. A su vez, se analizó el “Manual de la Regulación Nacional para la Vigilancia y Control de Contaminantes en la Producción Primaria” para conocer acerca de los Límites máximos de residuos de plaguicidas. Finalmente, se revisó la Norma Técnica NTE INEN 2078:2013 acerca de los plaguicidas y productos afines de uso agrícola, el manejo de los envases vacíos tratados con triple lavado. Todos estos documentos presentaron una visión general de la situación de los pesticidas en el Ecuador.

10.13. Uso de Encuesta y Observación Participativa

La encuesta como señalan Macias y Gaibor (2023) es un instrumento adecuado para recolectar información en contextos rurales. En el caso de la comunidad de Potrerillos, la encuesta permitió un acercamiento más ameno con la población con lo cual estuvieron abiertos al diálogo y por medio de una conversación informal se aplicaron las preguntas donde se pudo observar las actitudes de los encuestados al momento de responder a las interrogantes.

10.14. Identificación del Índice de Toxicidad Aguda en Humanos

Para la determinación del nivel de peligrosidad se empleó el Índice de Toxicidad Aguda en Humanos (ITAH) con lo cual se estableció un ranking de los pesticidas más peligrosos empleados en la comunidad de Potrerillos. Este índice se compone del valor estandarizado de

DL50 y la cantidad total de ingredientes activos (I.A.), usado por productor. Primero la toxicidad aguda a los mamíferos (TAM) se calcula para cada ingrediente activo al dividir 500 entre el valor del DL50. Así los I.A. con DL50 mayores a 500 mg/kg (que resultan menos tóxicos) tendrán valores de la TAM menor a uno. ITAH se aplica sobre ingredientes activos que tienen DL50, es decir herbicidas, insecticidas, fungicidas y productos que puedan representar toxicidad aguda (Erhirhie, Ihekwereme, & Ilodigwe, 2018). Y se calculó con la siguiente ecuación:

$$ITAH_j = \sum_k \left(\frac{500}{DL50_k} \right) \times \left(\frac{\text{Cantidad de I.A}}{ha} \right)$$

Fuente: (Erhirhie, Ihekwereme, & Ilodigwe, 2018).

Este índice cuando es mayor significa que el riesgo al productor también es mayor. Donde: el j refiere al productor y k refiere al ingrediente activo (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2011).

10.15. Instrumentos de Recolección de Datos

10.15.1. Guía de la Encuesta

Se realizó la guía de encuesta por medio del vicepresidente de la comunidad de Potrerillos y así se obtuvo la información más detallada de los agricultores que emplean los agroquímicos en los cultivos de la parroquia Belisario Quevedo. Se diseñó en conjunto con la encuesta para el registro de los datos en campo sobre las prácticas de aplicación y medidas de seguridad que disponen los agricultores.

10.15.2. Registro Fotográfico y Georreferenciación

Se dispuso para documentar visualmente las prácticas agrícolas, los tipos de pesticidas y además para ubicar geográficamente las áreas de estudio que se recolectó dentro de la parroquia Belisario Quevedo, provincia de Cotopaxi.

10.16. Análisis de Datos

Para el uso del método de análisis cualitativo se interpretó para reconocer la percepción sobre la afectación en los agricultores de la zona.

Datos cualitativos fueron conocidos mediante el análisis de contenido, identificando patrones en las prácticas agrícolas, percepciones y medidas de seguridad, se procedió con análisis de contenido para identificar patrones por medio de la encuesta.

Datos cualitativos fueron tabulados en Excel y analizados mediante frecuencias y porcentajes, que se obtuvo con la formulación del ITAH para evaluar el riesgo toxicológico, se utilizó el Índice de Toxicidad Aguda Humana, el cual considera el DL50 (Dosis Letal 50) y la cantidad de ingrediente activo utilizado por hectárea. Así se identificó el riesgo agudo asociado a cada pesticida; para mostrar la prevalencia en el estudio.

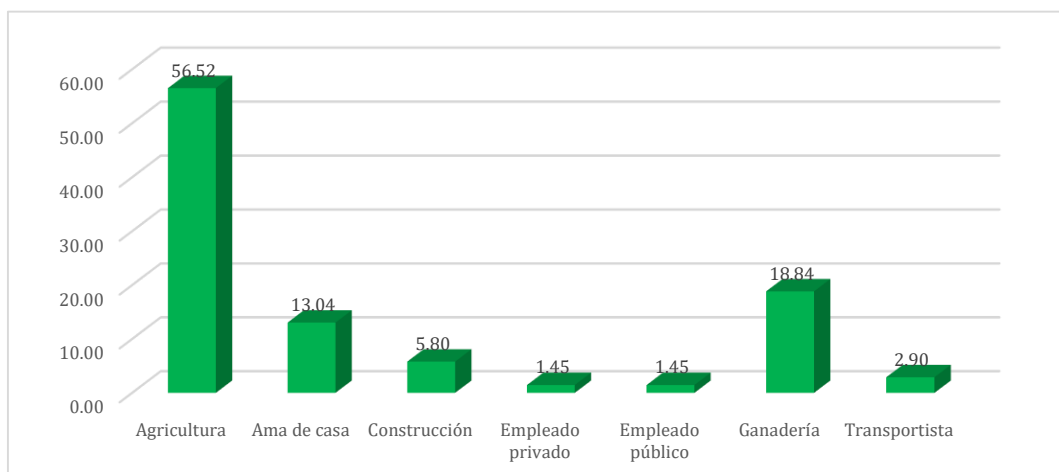
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El siguiente apartado se desarrolló en tres partes concernientes al cumplimiento de cada objetivo específico para lo cual las preguntas de la encuesta se dividen en los apartados, primero en información general y cultivos de importancia económica (**Figura 2 a la 4**) con lo cual se tuvo un panorama general del sitio y un primer acercamiento con la población encuestada. Posteriormente se consultó acerca del uso de agroquímicos (**Figura 5 a la 8**). Luego en la aplicación, frecuencia, uso y equipos de protección personal (**Figura 9 a la 18**) y finalmente con el cálculo del nivel de peligrosidad se incluyeron las preguntas relacionadas con efectos por los pesticidas (**Figuras 19 a la 21**).

11.1. Identificación de los tipos y características de los pesticidas más utilizados en los principales cultivos agrícolas

Con base en lo revisado dentro del análisis documental se adquirió conocimiento acerca de los plaguicidas y productos afines. Esta información fue vital para en función a las respuestas de los agricultores, revisar las características de cada uno de ellos. Es así que en el siguiente apartado se presentan los resultados de las preguntas concernientes al cumplimiento de este primer objetivo.

Figura 2 *Actividad principal a la que se dedican en la comunidad*



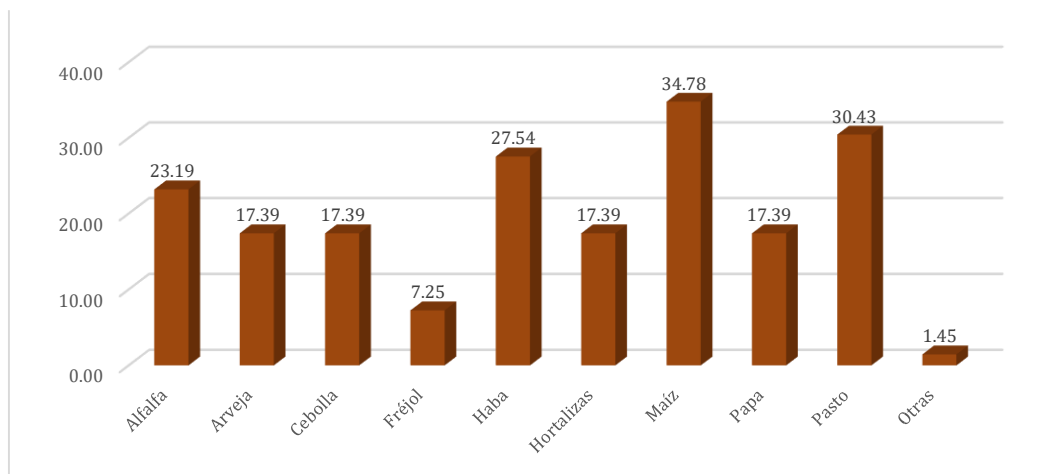
Nota: Principal actividad a la que se dedica la comunidad.

En la **Figura 2**, se muestra los resultados de los encuestados. Se evidencia que la agricultura representa la principal actividad económica, con un 56.52% de participación. Lo que coincide con el perfil rural de la comunidad, donde el trabajo en la tierra sigue siendo parte del sustento familiar, juntamente con la dependencia económica hacia los cultivos locales, dando

aún más relevancia en el estudio sobre el uso de pesticidas en la zona. Es así como la ganadería es una actividad relevante con el 18.84% la cual se encuentra de igual manera vinculada al medio rural.

Izquierdo (2017) dentro del estudio indica que dentro de la agricultura es posible el consumo del 85 % de plaguicidas a nivel mundial con problemas ambientales como contaminación del agua y la infertilidad de los suelos. El autor realizó una encuesta en fincas agrícolas rurales alrededor de San Joaquín en Cuenca, con determinación cualitativa de residuos, relacionado con la comunidad de Potrerillos, de igual manera rural y agrícola, representando problemas de contaminación similares por la aplicación de pesticidas sin control.

Figura 3 Sembrío de mayor importancia económica



Nota: Sembríos de mayor importancia económica.

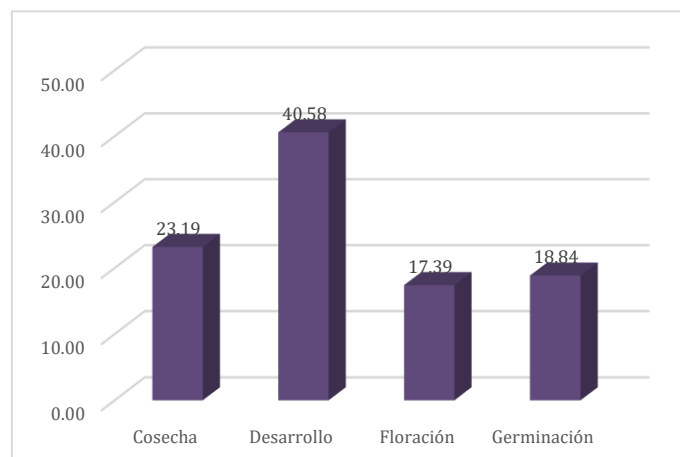
Se especifica en la **Figura 3**, la diversidad de cultivos presentes en la comunidad de Potrerillos el cultivo de maíz se posiciona como el de mayor importancia económica para los productores, con un 34.78%, seguido por el pasto con un 30.43% lo que evidencia el porcentaje de la encuesta número uno que se dedican a la ganadería y el cultivo de haba también representa una fuente importante de ingresos para varias familias o para el consumo propio alcanzando un 27.54%.

En el grupo denominado con el término otras en esta especie está la remolacha con el 1.45% lo que muestra que existen cultivos de menor escala, pero con un valor económico dentro de los hogares, estos resultados muestran que la comunidad de Potrerillos no depende de un único cultivo, sino que combina diferentes tipos de sembríos, lo que favorece a la resiliencia económica y soberanía alimentaria.

La investigación de Coro (2022) identifica que los cultivos más importantes para las familias de Pucará Grande especifican que la arveja representa el 40% y el haba un 35%, esta elección está ligada a la acogida en el mercado local y la posibilidad de producir semillas para futuras siembras. Además, detalla que en la rentabilidad lleva a un uso sostenido de pesticidas específicos como fungicidas e insecticidas a comparación de Potrerillos el haba con 27.54% y la arveja con 17.39%, aunque en menor proporción ocupa un lugar importante.

En la investigación realizada por Sotamba (2013) en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe estudiaron el uso de pesticidas en sistemas agrícolas dominados por maíz, trigo y soja. En lo que determinaron se duplica el cultivo de trigo y soja, siendo la soja de segunda siembra la que ocupa el 88% de la superficie, y que el herbicida más utilizado es una glicina, en términos de bupiridilos, insecticidas piretrinas y piretroides, junto con triazoles y estrobirulinas como fungicidas.

Figura 4 Estado en el que se encuentra el cultivo



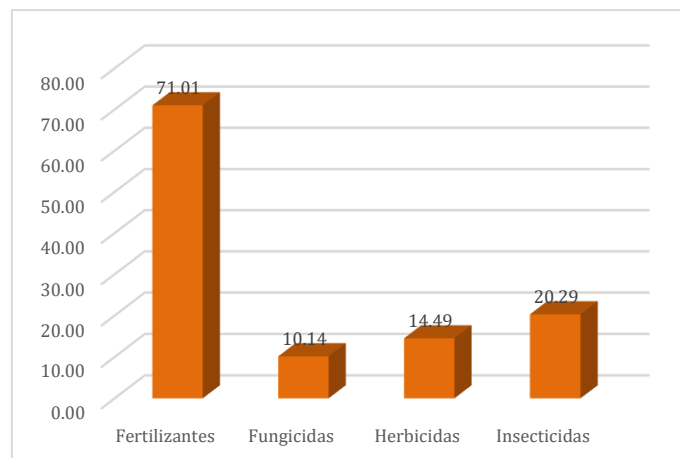
Nota: Etapa de desarrollo del cultivo.

Los resultados obtenidos especificados en la **Figura 4** en la comunidad de Potrerillos reflejan un panorama diverso, al consultar a las familias sobre el estado actual de los cultivos se evidenció que la mayor parte de los terrenos se encuentran en etapa de desarrollo con un 40.58% de las respuestas. Este dato es importante ya que señala que los cultivos están en pleno crecimiento vegetativo, lo que es fundamental en esta fase la aplicación de insumos como lo son los pesticidas, esta etapa intensifica el cuidado del cultivo para asegurar una buena producción, lo que conlleva un mayor uso de los productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

En segundo lugar, el 23.19% de los cultivos se encuentra ya en fase de cosecha, lo cual implica que una parte significativa de las familias encuestadas se encuentra cerrando el ciclo productivo. Por otro lado, un 18.84% de los cultivos están en germinación, lo que representa una fase inicial del proceso agrícola. Finalmente, un 17.39% de las familias indicó que los cultivos están en etapa de floración, este conjunto de respuestas permitió observar que la comunidad se encuentra en diferentes momentos del calendario agrícola, lo cual puede relacionarse a la variedad de cultivos que manejan.

Según Cazares (2019) en el estudio indica que, durante el ciclo de cada cultivo, los agricultores emplean pesticidas con lo que se genera una gran contaminación en la que los agricultores están muy conscientes de todos los problemas van a tener en la salud. Esto se valida con la aplicación de la encuesta en Potrerillos que los agricultores mantienen una aplicación periódica de productos químicos en la etapa de desarrollo de los cultivos, teniendo un mayor enfoque en la comunidad de Potrerillos ya que se realizó como el número de familias a comparación de 10 encuestas que realizó Cazares.

Figura 5 *Productos químicos utilizados en el cultivo*



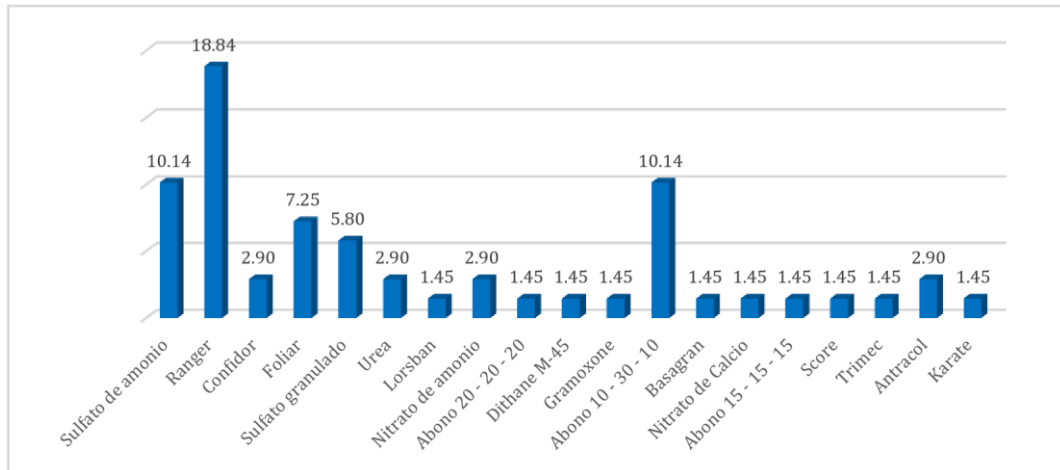
Nota: Tipos de productos químicos utilizados en la comunidad.

Las prácticas agrícolas en la comunidad Potrerillos como se refleja en la **Figura 5**, una tendencia marcada a los fertilizantes con un 71.01% de las familias productoras manifestaron esta respuesta, lo que evidencia que la prioridad está en mejorar la productividad de la siembra, asegurando el rendimiento de los cultivos. En segundo lugar, se observa un 20.29% de uso de insecticidas, lo que indica una preocupación por el control de plagas que afectan directamente la calidad y cantidad de la cosecha.

Por otro lado, el 14.49% de los agricultores reportaron utilizar herbicidas, principalmente para el control de malezas que compiten con los cultivos. Finalmente, el 10.14% indicó emplear fungicidas, productos que ayudan a controlar enfermedades causadas por hongos. En conjunto, los datos muestran una dependencia considerable de productos químicos, en especial de los fertilizantes, lo que plantea una oportunidad para fomentar prácticas agroecológicas que reduzcan el impacto ambiental y promuevan una agricultura más sostenible dentro de la comunidad.

Cobos et al. (2024) realizaron encuestas y observaciones en 30 agricultores de Paute centrando el análisis en riesgos de salud derivados del uso inapropiado de fungicidas e insecticidas. Donde identificaron síntomas como irritación ocular y cefaleas, especialmente en agricultores con menor nivel educativo, a la final recomendaron formación sobre el uso de EPP y manejo de envases, en cuanto a los resultados en Potrerillos son similares, ambos muestran riesgo por uso químico y limitada formación.

Por otro lado, Mina et al. (2025) encuestaron a 79 agricultores andinos en Cotopaxi, evaluando el uso de insecticidas mediante encuestas y trampas entomológicas determinaron que existe un desconocimiento del uso adecuado lleva a que los agricultores excedan el margen de uso permitido. Además, descubrieron que el uso no siempre era efectivo e impacta polinizadores. Comparando con los resultados en la comunidad muestran el uso moderado de insecticidas y en la investigación resalta consecuencias sobre la entomofauna, lo que sugiere, que, en Potrerillos, aunque el uso es menor; también podría estar afectando insectos benéficos.

Figura 6 Nombre comercial del producto químico

Nota: Productos químicos empleados en la comunidad de Potrerillos.

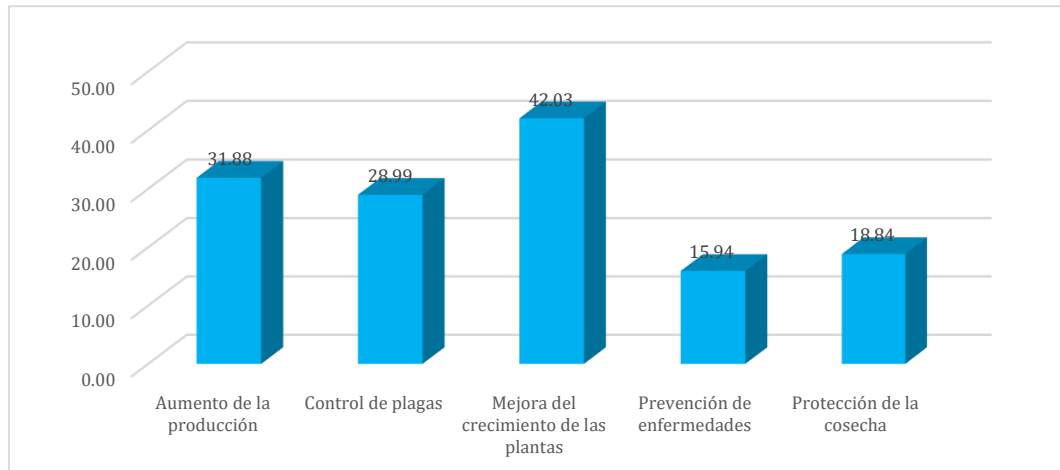
Los resultados obtenidos en la **Figura 6**, revelan una diversidad de productos comerciales utilizados en la agricultura local, donde el pesticida más utilizado es Ranger con 18.84%, la comunidad le conoce con ese nombre, más, sin embargo, ya no se comercializa con gran facilidad y se utiliza el Glifopac, un herbicida de amplio espectro frecuentemente aplicado para el control de malezas. En segundo lugar, se encuentran el Abono 10-30-10 y el Sulfato de Amonio con 10.14%, ambos empleados comúnmente como fuentes de nitrógeno, el uso de estos productos evidencia la intención de los agricultores por mejorar el rendimiento de los cultivos.

Otros productos registrados en menores porcentajes, como Dithane M-45, Basagran, Karate o Score, Gramoxone, Nitrato de Calcio, Trimec representan el 1.45%, así como también la Urea, Antracol con un 2.90% y el Sulfato granulado con 5.80% son también representativos de prácticas convencionales en cultivos intensivos. Finalmente, destaca también la presencia de fertilizantes formulados como Abono 20-20-20 y 15-15-15 con el 1.45% y 10-30-10 el 10.14%, el patrón de uso de productos comerciales en Potrerillos muestra una fuerte inclinación hacia insumos químicos convencionales, muchos de ellos potencialmente peligrosos si no se aplican con conocimiento técnico.

Según Andrade et al. (2023) el 28% de la población ecuatoriana reside en áreas con aplicaciones de pesticidas, incluyendo zonas con ecosistemas sensibles y presencia de áreas protegidas. Además, estudios sobre cultivos en Cotopaxi señalan que los agroquímicos se movilizan por escorrentía y se acumulan en suelos y cuerpos de agua, impactando microorganismos, biodiversidad y calidad del recurso hídrico. En Potrerillos, el uso intensivo de herbicidas y fertilizantes solubles como Ranger o sulfatos puede provocar desplazamiento al

agua, deteriorando ecosistemas acuáticos y del suelo. Ante esto la norma NTE INEN 2078:2013 resalta que todo producto con plaguicidas debe lavarse tres veces y no debe reutilizarse sino desecharse.

Figura 7 Motivo por el que utiliza productos químicos



Nota: Utilización de agroquímicos.

La **Figura 7**, conlleva el motivo por el que utiliza agroquímicos en los cultivos de la comunidad. La opción más mencionada fue la mejora del crecimiento de las plantas el 42.03%, lo cual refleja que una parte importante de los agricultores percibe a estos productos como aliados para estimular el desarrollo vegetativo de los cultivos y obtener plantas más vigorosas. En segundo lugar, con un 31.88%, se encuentra el motivo de aumento de la producción, lo cual es coherente con las aspiraciones de muchas familias rurales que dependen de la agricultura como fuente principal de sustento, llegando a maximizar la cosecha, posiblemente como respuesta a condiciones económicas.

Otro motivo importante fue el control de plagas 28.99%, lo que demuestra que el uso de agroquímicos no se limita a mejorar el rendimiento, sino que también responde a la necesidad de proteger los cultivos de amenazas biológicas. No obstante, el uso constante de plaguicidas químicos puede generar resistencia en las plagas y afectar organismos benéficos del agroecosistema.

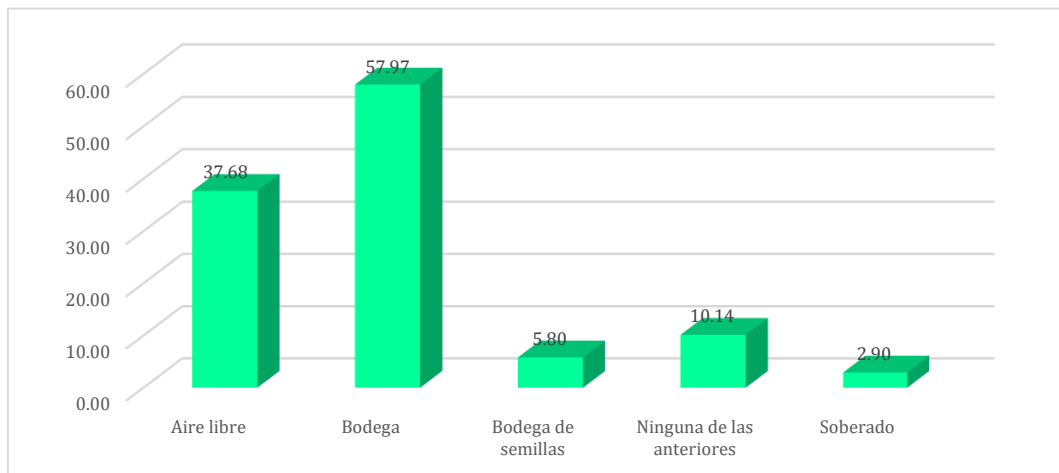
Con porcentajes más bajos, aunque igualmente significativos, aparecen las respuestas prevención de enfermedades con 15.94% y protección de la cosecha el 18.84%. Estos datos complementan la visión de los agricultores como protectores activos de la producción, lo cual

es entendible considerando que una pérdida por plagas o enfermedades puede representar un gran golpe económico para familias con recursos limitados.

En contraste, con la investigación de Giler et al. (2024) realizada en la parroquia Colón en Manabí encontró que la aplicación repetida de herbicidas, pesticidas y fertilizantes resultó en altos niveles de residuos químicos en suelos, superando límites ambientales, y se reportaron efectos adversos en la salud de adultos y niños.

Además, que, en zonas de agricultura intensiva del país, se han documentado erosión, salinización, pérdida de nutrientes y contaminación química por agroquímicos relacionando estos fenómenos con los motivos identificados que fertilizantes y herbicidas destinados al crecimiento y control de plagas obviamente interactúan directamente con el suelo.

Figura 8 Almacenaje de los agroquímicos



Nota: Almacenamiento de agroquímicos.

En la **Figura 8**, representa que la mayoría con un 57.97% almacena los agroquímicos en bodegas, un 37.68% lo hace al aire libre, conjuntamente con el 10.14% que no almacena siendo utilizado el producto desechado o reutilizado para otros medios.

Es por tanto que, las respuestas de mayor porcentaje representadas son las que tienen un riesgo tanto para la salud como para el medio ambiente, especialmente en temporada de lluvias o si hay niños en el hogar. Esta realidad reafirma la necesidad de infraestructuras apropiadas y regulaciones sobre almacenamiento seguro.

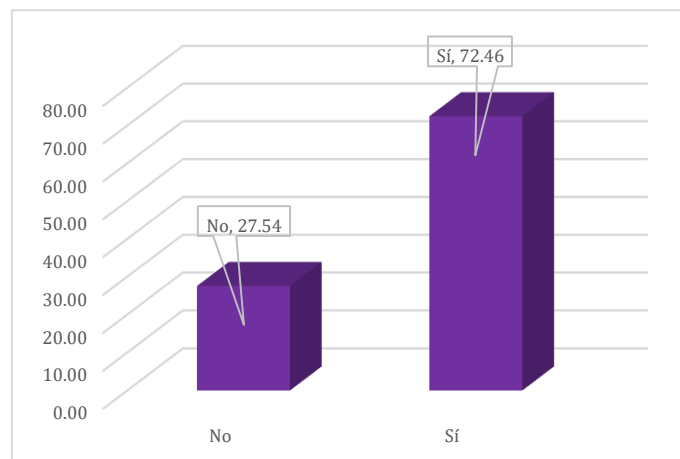
Con las respuestas mayoritarias como lo son el 57.97 % almacena en bodega y el

37.68 % al aire libre. Esta reserva inadecuada implica riesgo de fuga o de fácil acceso de personas vulnerables.

11.2. Análisis de las prácticas de aplicación de pesticidas empleados por los agricultores incluyendo frecuencia de uso y medidas de seguridad

El segundo objetivo planteado en el proyecto de investigación el cual fue analizar las prácticas de aplicación de pesticidas empleadas por los agricultores en los cultivos de Potrerillos, incluyendo frecuencia de uso y medidas de seguridad, se detallan los siguientes resultados sobre la encuesta realizada.

Figura 9 *Aplicación de dosis por el fabricante*



Nota: Aplicación de dosis recomendada por el fabricante.

La **Figura 9**, en donde determina la pregunta, la dosis de aplicación que el fabricante recomienda en cada envase del producto y posteriormente son aplicados en la agricultura. En la comunidad de Potrerillos revelan que el 72.46% de los agricultores encuestados manifestaron aplicar la dosis recomendada por el fabricante de los pesticidas que utilizan.

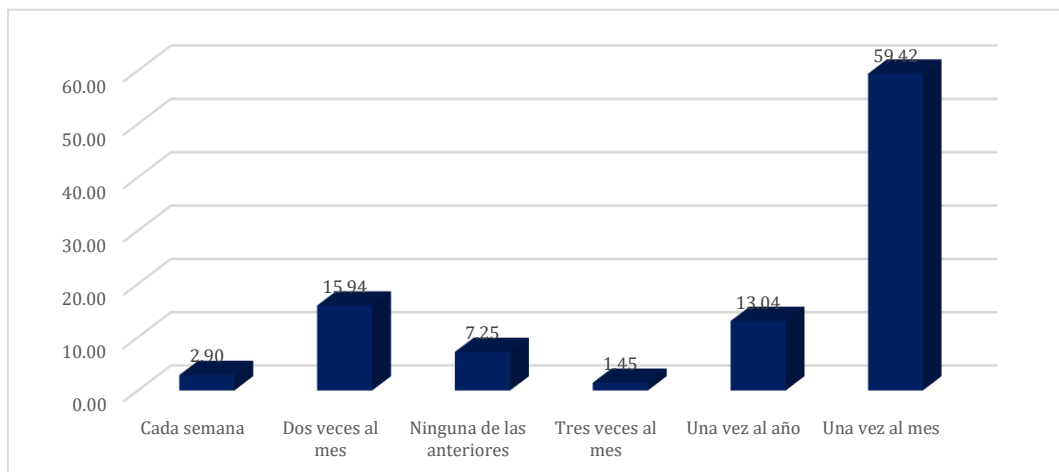
Este dato refleja una tendencia mayoritaria hacia el cumplimiento de las instrucciones proporcionadas por los fabricantes, lo cual es un aspecto positivo desde el punto de vista técnico y ambiental, ya que aplicar las dosis correctas permite un uso más seguro y eficiente de los productos agroquímicos, reduciendo la exposición directa tanto para los agricultores como para las familias y el ecosistema circundante.

Mientras que un 27.54% indicó no seguir esta indicación y es base para identificar la presencia de un porcentaje considerable de agricultores que no aplica las dosis recomendadas,

evidencia una situación que no puede pasarse por alto. Este comportamiento puede estar relacionado con factores, como la falta de capacitación técnica, la búsqueda de efectos más rápidos o intensos en el control de plagas, o incluso percepciones erróneas sobre la eficacia del producto.

Una investigación encontró residuos de al menos 26 pesticidas en el agua en el 60 % de puntos muestreados, especialmente derivados de prácticas agrícolas intensivas como la fumigación aérea con lo que se aplicaban dosis erradas (Deknock, et al., 2019). En el caso de Potrerillos el 27 % que no sigue las instrucciones de la casa comercial pueden contribuir a la contaminación acuática que también se observa en cuencas nacionales. Es decir, dosis excesivas o erróneas elevan la concentración de residuos en agua y suelo, alteran microorganismos y biodiversidad, como lo demuestran estudios de cuencas y suelos.

Figura 10 Frecuencia de aplicación de los productos



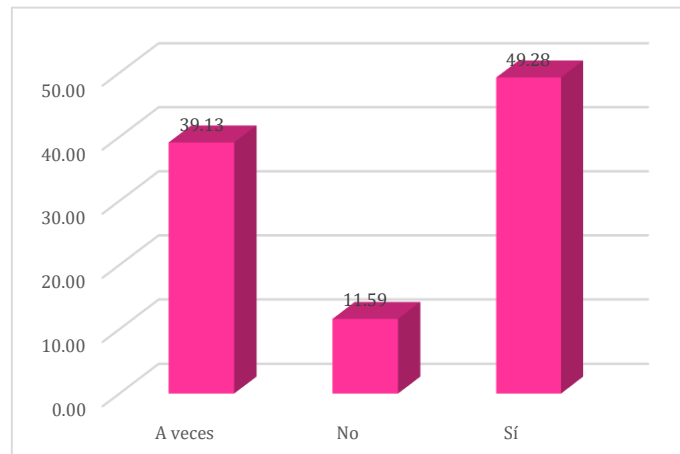
Nota: Frecuencia de aplicación de los productos químicos.

La frecuencia vista en la **Figura 10**, con la que aplican los pesticidas, una gran mayoría de los encuestados señalaron que el 59.42% aplican pesticidas una vez al mes. Esto sugiere que existe una práctica constante y posiblemente rutinaria en el uso de estos productos. Aunque no se trata de una frecuencia excesiva, sí implica una exposición periódica a agroquímicos. Por otro lado, un 15.94% indicó que los aplica dos veces al mes, mientras que un 13.04% apenas una vez al año.

Esto refleja una diversidad en los patrones de uso, posiblemente ligada a los diferentes tipos de cultivo, estaciones agrícolas o recursos económicos. Solo un porcentaje reducido dando el 2.90% aplica pesticidas semanalmente, lo que puede ser una señal de manejo intensivo en

algunos terrenos. Según Onofre et al. (2024) especifica la frecuencia y el tiempo de exposición son factores de riesgo cruciales para los afectados en Ecuador. Por lo que el manejo inadecuado genera impactos negativos.

Figura 11 *Equipo de EPP al manipular y aplicar agroquímicos*



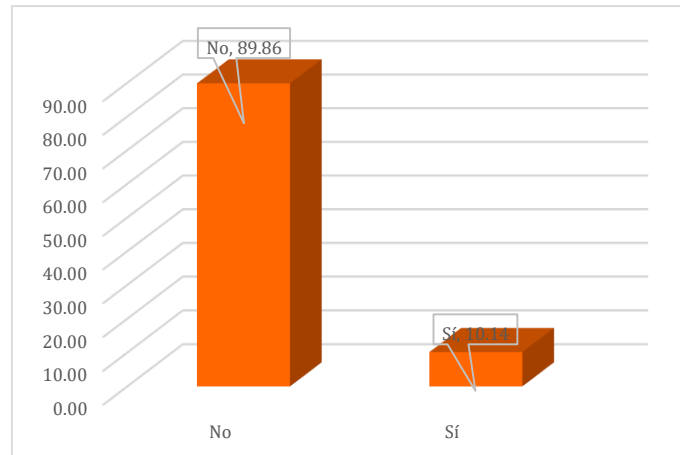
Nota: Uso de equipo de protección personal.

Al utilizar el equipo de protección personal en la **Figura 11**, los agricultores manifiestan que el 49.28% sí usa el EPP completo, un número significativo con el 39.13% indicó que solo lo utiliza a veces, y un 11.59% confesó no usarlo. Este resultado alerta sobre posibles riesgos de exposición directa y acumulativa a los pesticidas, debido a la falta de protección adecuada durante la aplicación, especialmente si esta práctica se repite mensualmente o con mayor frecuencia.

Para lo cual entre los implementos del equipo de protección personal que utilizan con mayor regularidad los agricultores encuestados se encuentran guantes, overoles, calzado resistente como botas de goma, con una menor respuesta protectores oculares, más sin embargo está presente.

Revisión en países en desarrollo encuentra baja adherencia al EPP y una correlación con efectos adversos y en comparación con el recuento, aunque la mitad lo use siempre, un 50 % lo hace de modo intermitente o no lo usa, exponiéndose los agricultores a riesgos directos.

Figura 12 Capacitación sobre el manejo adecuado de los agroquímicos y EEP

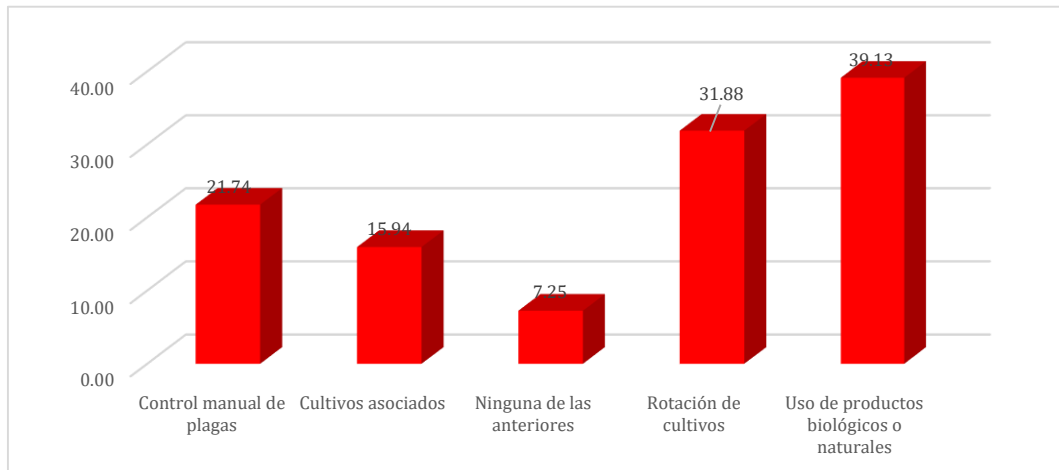


Nota: Capacitaciones y uso de equipo de protección personal.

Las capacitaciones que se muestra en la **Figura 12**, detalla un contundente 89.86% de los encuestados indicó no haber recibido ninguna capacitación. Esta falta de formación técnica puede estar incidiendo directamente en los hábitos inseguros de aplicación, manipulación y disposición final de agroquímicos, y representa una clara brecha en la gestión del conocimiento agrícola en la comunidad, a comparación de un 10,14% favorable las cuales representan a personas que se habían capacitado sobre todo en charlas además de charlas comunitarias, con algún manual de guía y en centros agrícolas.

Onofre et al. (2024) resalta que la falta de educación agrícola amplifica efectos nocivos de los plaguicidas en donde se refleja un déficit fuerte en asistencia técnica, lo que sustenta prácticas inseguras, asegurando así cuales son las percepciones que tienen los agricultores en cuanto a los conocimientos adquiridos ya sea por capacitaciones u otros medios.

Figura 13 Práctica agrícola para reducir la dependencia de agroquímicos

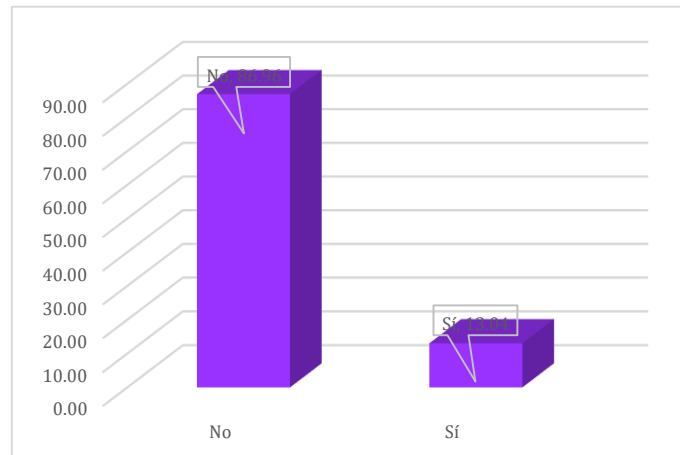


Nota: Resultados del Índice de Toxicidad Aguda en Humanos.

Las prácticas agrícolas utilizadas para reducir la dependencia de agroquímicos establecidos en la **Figura 13**, se destaca que el 39.13% de los agricultores afirman emplear productos biológicos o naturales, lo cual es un indicio positivo hacia una transición agroecológica, la rotación de cultivos también es una práctica relevante, utilizada por el 31.88%; técnicas como el control manual de plagas 21.74% y cultivos asociados 15.94% también se implementan, aunque en menor medida. Solo el 7.25% no aplica ninguna de estas alternativas, lo que evidencia un creciente interés por reducir la dependencia de insumos químicos, aunque aún con oportunidades de fortalecimiento técnico y capacitación.

Estudios de Bolivia recomiendan rotación de cultivos, siembra asociada y protección con EPP para reducir exposición, indica interés por prácticas sostenibles (Barrón, Dreij, & Tirado, 2024). Esto es un punto de apoyo para programas de extensión y capacitación en agroecología dentro del marco estatal ecuatoriano que en conjunto con los resultados obtenidos de la pregunta sobre las prácticas que se realizan para reducir la dependencia conlleva a un resultado alentador que más de dos quintas partes empleen técnicas agroecológicas como lo son el uso de productos biológicos, aunque estas no se conviertan en norma mayoritaria.

Figura 14 Normativas para la disposición final de residuos.

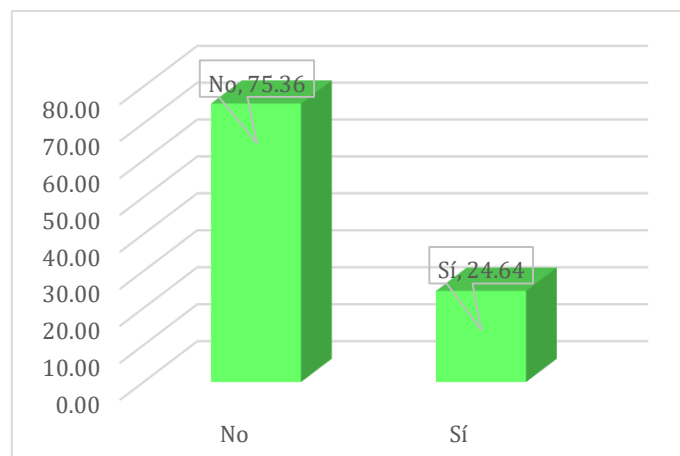


Nota: Normativa Ambiental para la disposición de residuos.

En cuanto a la **Figura 14**, el 13.04% dijo conocer las normativas sobre agroquímicos, mientras que el 86.96% respondió negativamente. Esto indica un desconocimiento generalizado de las regulaciones vigentes y la necesidad urgente de procesos de educación ambiental, capacitación técnica y socialización comunitaria sobre normativa y buenas prácticas agrícolas.

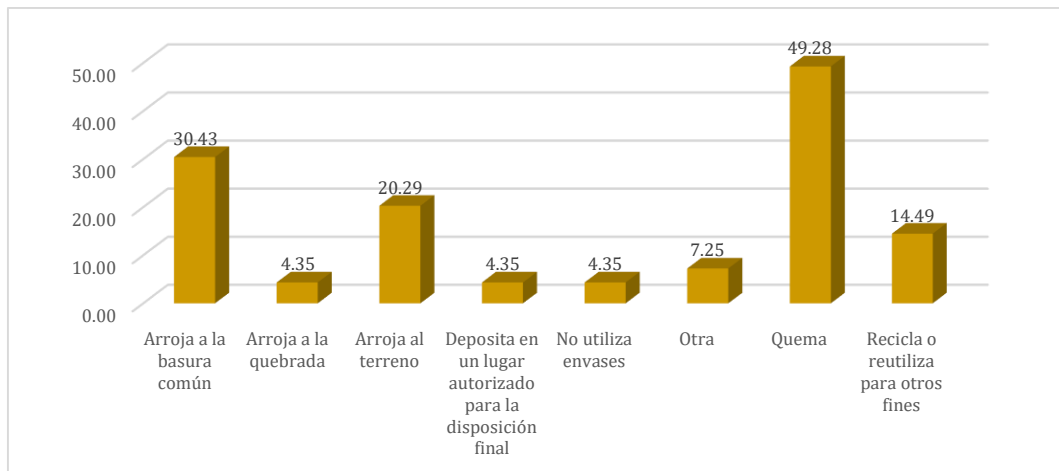
Se señala que, en países en desarrollo, alfabetización limitada impide acceso a las hojas de Datos de Seguridad o también llamadas “*Safety Data Sheet*”, donde proporcionan información acerca de sustancias químicas y sin un conocimiento o la falta de accesibilidad llega a provocar mal uso y eliminación inadecuada de los productos químicos OISS. (2019).

Figura 15 Procedimientos correctos para la disposición final de residuos



Nota: Procedimientos para la disposición final.

Por tanto, en la **Figura 15**, el 75.36% respondió que no conoce los procedimientos adecuados para la disposición final, lo cual puede explicar los métodos inseguros detectados en otras preguntas a comparación del 24.64% que especifica que sí los conoce.

Figura 16*Disposición de los residuos de agroquímicos*

Nota: Disposición final de residuos.

Conjuntamente se ratifica la **Figura 15** y **Figura 16**, ya que llevan concordancia es por ello que el 73.36% no reconoce los procedimientos correctos para la disposición final de los envases, es por ello, que predomina en la quema por parte de la respuesta de los encuestados en la comunidad de Potrerillos.

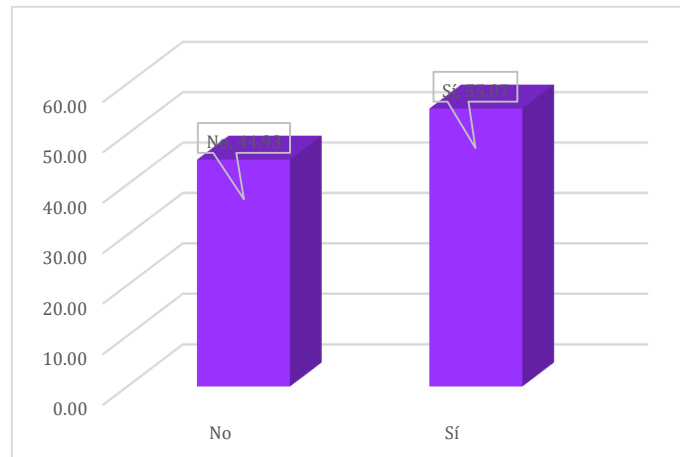
Con ello, se identificó prácticas inadecuadas de disposición, siendo la más común la quema de envases representando el 49.28%, una técnica altamente contaminante que libera sustancias tóxicas al ambiente, personas de la comunidad también manifestaron que aprovechaban ese fuego para cocinar los alimentos. Además, un 30.43% los arroja a la basura común y un 20.29% al terreno, acciones que también representan riesgos ambientales y el 14.49% recicla o reutiliza para otros fines, los cuales no fueron mencionados por parte de la comunidad. Dentro del 4.35% arrojan a la quebrada, realiza la disposición en lugares autorizados y no utilizan envases.

Por parte de la respuesta referente a otras con el 7.25% especifican que entierran los residuos que se generan después de la utilización. Este patrón demuestra la urgencia de implementar sistemas adecuados de recolección y gestión de envases y desechos tóxicos en la zona.

Oviedo et al. (2023) mencionan que la contaminación por arrastre y escorrentía, generan graves consecuencias ambientales. Con el análisis de las respuestas existen prácticas que son altamente contaminantes y nocivas tanto para la salud de la comunidad de Potrerillos como para

el medio ambiente de la parroquia Belisario Quevedo y por consiguiente el cantón y la provincia.

Figura 17 Falta de información de disposición de residuos

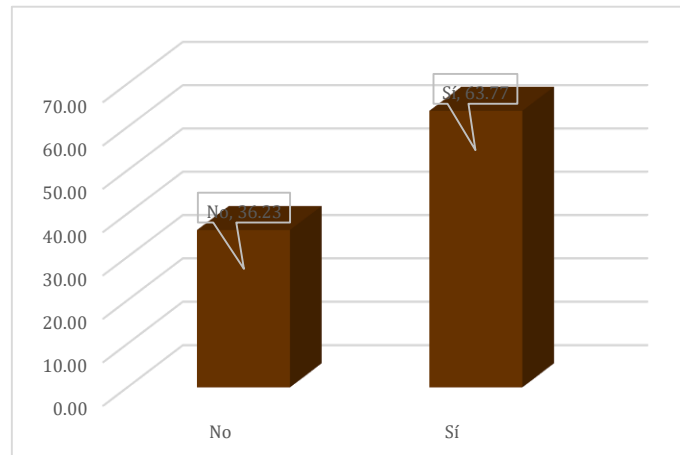


Nota: Falta de información para la disposición final.

La falta de información sobre la disposición de residuos que se menciona en la **Figura 17**, donde el 55.07% considera que la falta de información es un problema, lo que pone en evidencia la demanda de procesos educativos comunitarios y técnicos sobre la correcta disposición de residuos peligrosos. Y un 44.93% especifica que no, este resultado también refuerza el diagnóstico previo sobre la carencia de capacitación, así como también mencionaron la inexistencia o falta de basureros, la falta de conocimientos, falta de educación ambiental y también que no llegan personas autorizadas para llevarse los residuos tóxicos que después de la utilización se generan.

En base a la respuesta de la Figura 16 y la Figura 17, se identifica una discusión clave ya que estudios en Bolivia y Ecuador, recomiendan que se fortalezca la alfabetización ambiental para propiciar cambios de conducta (Barrón, Dreij, & Tirado, 2024). Aunque es mayoritariamente consciente la población del daño que están generando tanto al medio ambiente como a la comunidad de Potrerillos, cerca de 40 % lo ignora y para ello se debe cambiar la forma en sí de perspectiva de las personas en cuando a la contaminación que están produciendo cada uno de ellos.

Figura 18 Disposición final de los envases provoca afectación al medio ambiente



Nota: Afectación al medio ambiente por disposición final.

Por otro lado, en la **Figura 18**, el 63.77% reconoce que la disposición de envases sí afecta al medio ambiente, lo que revela una percepción creciente sobre el impacto de estas prácticas. Sin embargo, un 36.23% todavía no identifica estos impactos, lo que podría estar relacionado con la falta de información o sensibilización ambiental.

Es por ello por lo que los encuestados respondieron el porqué, llegando así a determinar que es por el producto tóxico que utilizan, los químicos que afectan son fuertes, genera gases tóxicos, desprende olores, no se descomponen rápidamente, daña el suelo, no se desintegra, el humo contamina el aire, hay alteraciones en el cambio climático y por la falta de conciencia ambiental.

11.3. Estimación del nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales

Con relación al tercer objetivo se estimó el nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales de Potrerillos, con base en el ingrediente activo y clasificación toxicológica.

Tabla 4 Clasificación de Ingredientes Activos

Categoría	Nombre Comercial	Repetición	Ingredientes Activos	Concentración	Cantidad de DL50 mg/kg
Fertilizante	Sulfato de amonio	7	(NH ₄) ₂ SO ₄	N 21%, S 24%	3750
Fertilizante	Urea	2	Nitrógeno	46%	8471
Fertilizante	Sulfato Granulado	4	Nitrógeno, Azufre y Calcio	N 19%, S 23.3%, Ca 3.2%	3500
Fertilizante	Nitrato de Amonio	2	(NH ₄)NO ₃	34%	3100
Fertilizante	Abono 15 - 15 - 15	1	Mezcla Nitrógeno, Fósforo, Potasio balanceado	N 15%, P 15%, K15%	6000
Fertilizante	Abono 10 - 30 - 10	7	Nitrógeno, Fósforo, Potasio	N 10%, P 30%, K 10%	6000
Fertilizante	Fertilizante Foliar	5	Nitrógeno, Fósforo, Variable Potasio micronutrientes, aminoácidos		6000
Fertilizante	Nitrato de Calcio	1	Ca (NO ₃) ₂ + N	N 15%, CaO 19%	3500
Fertilizante	Abono 20 - 20 - 20	1	Nitrógeno, Fósforo, Potasio Concentrado	N 20%, P 20% K 20%	6000
Herbicida	Ranger	13	Glifosato	41%	5600
Herbicida	Gramoxone	1	Paraquat	20%	157
Herbicida	Trimec	1	2,4-D, Mecoprop y Dicamba	42.5%	639, 764 y 1707
Herbicida	Basagran	1	Bentazon	48%	1100
Insecticida	Lorsban	1	Clorpirifós	48%	135
Insecticida	Karate	1	Lambdacihalotrina	2.5%	56
Insecticida	Confidor	2	Imidacloprid	35%	450
Fungicida	Dithane M-45	1	Mancozeb	75%	5000
Fungicida	Antracol	2	Propineb	70%	10000
Fungicida	Score	1	Difenoconazol	25%	1453
Total		54			

Nota: Clasificación de pesticidas por ingrediente activo y concentración.

Dentro de la encuesta se detallan los pesticidas dando así 9 fertilizantes, 4 herbicidas, 3 insecticidas y 3 fungicidas valores de la encuesta a distintos agricultores de la comunidad de Potrerillos. El número de repeticiones de los agroquímicos mencionados da un total de 54 tomando en cuenta 19 productos químicos detallados.

Entre los fertilizantes, el Sulfato de Amonio y el Abono 10-30-10 con 7 registros, de lo cual uno se alinea con la necesidad de incrementar los niveles de nitrógeno en cultivos y el otro que indica un interés por mejorar el enraizamiento y la floración de la siembra. En cuanto a herbicidas, el producto más empleado es el Ranger, con 13 repeticiones, cuyo ingrediente activo es Glifosato 41%, es reconocido por la eficacia como herbicida, el uso intensivo representa un riesgo tanto para los suelos como para las fuentes de agua cercanas.

En el grupo de insecticidas, aunque los reportes fueron menores, destaca el uso de Confidor con 2 repeticiones, catalogado como tóxico para organismos acuáticos y con efectos potenciales sobre el sistema nervioso humano, especialmente en niños expuestos crónicamente. Por último, el uso de fungicidas como Antracol evidencia la presencia de ingredientes activos pertenecientes al grupo de los Ditiocarbamatos.

Los datos muestran una notable presencia de pesticidas tóxicos como Glifosato, Clorpirifós, Imidacloprid, Paraquat y Mancozeb los cuales son utilizados de forma frecuente. Estas sustancias han sido ampliamente asociadas en la literatura con impactos ambientales y riesgos para la salud humana, lo cual fortalece la pregunta de investigación, ante la evidencia tanto local como global que señala efectos adversos del uso intensivo de estos agroquímicos.

Mina et al., (2025) evaluaron el efecto del uso excesivo de insecticidas en la diversidad de entomofauna en Cotopaxi, concluyendo que estos productos, especialmente Imidacloprid y lambdacihalotrina, disminuyen poblaciones de insectos benéficos, incluyendo polinizadores. Lo que se compara en la comunidad de Potrerillos hacen uso de Confidor lo que sugiere un riesgo directo para especies clave de insectos.

Tabla 5 *Clasificación de las hectáreas en rangos*

	Rango (ha)	Cantidad de Terrenos
	Menor a 0.1 ha	4
	0.1 -1 ha	6
1	– 2 ha	36
2	– 3 ha	10
3	– 4 ha	6
4	ha o más	1

Nota: Clasificación de los terrenos en rangos.

En la Tabla 5, se analizó la superficie de terrenos para mayor factibilidad de entendimiento se trabajó en hectáreas y por rangos a los miembros de familia en la comunidad de Potrerillos.

Determinar la superficie de los terrenos permitió identificar la extensión que se trabajó y con ello dar paso a los siguientes objetivos como es la determinación del índice de toxicidad para cada hectárea trabajada. Además, se estableció el punto GPS, con la factibilidad de la plataforma “*KoboToolbox*”, logrando así una accesibilidad al mapa que se generó realizando cada encuesta a lo largo de la extensión de los terrenos de la comunidad de Potrerillos.

En cuanto a la determinación del rango, se identificaron cuatro terrenos que poseen dimensiones reducidas las cuales son menores a 0.1 hectáreas, seis terrenos presentan superficies que van entre 0.1 a 1 hectáreas, llegando así a el rango más frecuente que va de 1 a 2 hectáreas representadas por treinta y seis terrenos; por consiguiente, se identificaron diez terrenos en el rango de 2 a 3 hectáreas y seis terrenos entre 3 a 4 hectáreas. Finalmente, solo un terreno superó las 4 hectáreas, evidenciando así las extensiones dentro del área analizada.

El análisis de la superficie de los terrenos agrícolas es fundamental para comprender la dinámica productiva de una comunidad rural, ya que la extensión del área cultivada condiciona no solo la cantidad de insumos utilizados, sino también la intensidad del manejo agrícola y la exposición ambiental a contaminantes como los pesticidas (Altieri, 2018).

Los resultados obtenidos en Potrerillos demuestran que la mayoría de los productores trabaja en superficies pequeñas, específicamente entre 1 a 2 hectáreas, lo que indica un predominio de la agricultura familiar de pequeña escala.

1)

$$ITAH_{Ranger} = \sum_k \left(\frac{500}{5600} \right) \times \left(\frac{0,41}{0,7} \right)$$

$$ITAH_{Ranger} = 0.052$$

2)

$$ITAH_{Confidor} = \sum_k \left(\frac{500}{450} \right) \times \left(\frac{0,35}{0,05} \right)$$

$$ITAH_{Confidor} = 7.78$$

3)

$$ITAH_{Ranger} = \sum_k \left(\frac{500}{5600} \right) \times \left(\frac{0,41}{0,6} \right)$$

- 4)
$$ITAH_{Ranger} = 0.061$$
- $$ITAH_{Ranger} = \sum_k \left(\frac{500}{5600} \right) \times \left(\frac{0,41}{0,02} \right)$$

$$ITAH_{Ranger} = 1.83$$
- 5)
$$ITAH_{Ranger} = \sum_k \left(\frac{500}{5600} \right) \times \left(\frac{0,41}{2} \right)$$

$$ITAH_{Ranger} = 0.018$$
- 6)
$$ITAH_{Lorsban} = \sum_k \left(\frac{500}{135} \right) \times \left(\frac{0,48}{1} \right)$$

$$ITAH_{Lorsban} = 1.78$$
- 7)
$$ITAH_{Dithane M-45} = \sum_k \left(\frac{500}{5000} \right) \times \left(\frac{0.75}{1} \right)$$

$$ITAH_{Dithane M-45} = 0.075$$
- 8)
$$ITAH_{Ranger} = \sum_k \left(\frac{500}{5600} \right) \times \left(\frac{0,41}{1} \right)$$

$$ITAH_{Ranger} = 0.037$$
- 9)
$$ITAH_{Gramoxone} = \sum_k \left(\frac{500}{157} \right) \times \left(\frac{0,2}{2} \right)$$

$$ITAH_{Gramoxone} = 0.32$$
- 10)
$$ITAH_{Basagran} = \sum_k \left(\frac{500}{1100} \right) \times \left(\frac{0,48}{1} \right)$$

$$ITAH_{Basagran} = 0.22$$
- 11)
$$ITAH_{Confidor} = \sum_k \left(\frac{500}{450} \right) \times \left(\frac{0,35}{1} \right)$$

$$ITAH_{Confidor} = 0.39$$
- 12)
$$ITAH_{Score} = \sum_k \left(\frac{500}{1453} \right) \times \left(\frac{0,25}{1} \right)$$

$$ITAH_{Score} = 0.086$$
- 13)
$$ITAH_{Trimec} = \sum_k \left(\frac{500}{1.73} \right) \times \left(\frac{0,425}{1} \right)$$

$$ITAH_{Trimec} = 122.83$$

14)

$$ITAH_{Antracol} = \sum_k \left(\frac{500}{10000} \right) \times \left(\frac{0,7}{1} \right)$$

$$ITAH_{Antracol} = 0.035$$

15)

$$ITAH_{Karate} = \sum_k \left(\frac{500}{56} \right) \times \left(\frac{0,025}{3} \right)$$

$$ITAH_{Ranger} = 0.074$$

Tabla 6 Resumen de Resultados del ITAH

Ingrediente Activo	Hectáreas	DL50 mg/kg	Color de Etiqueta	ITAH	Clasificación de la Toxicidad
2,4-D, Mecoprop y Dicamba	1	1,73	Roja	122.83	Extremadamente Tóxico
Lambdacihalotrina	3	56	Amarilla	0.074	Moderadamente Tóxico
Clorpirifós	1	135	Amarilla	1.78	Moderadamente Tóxico
Paraquat	2	157	Amarilla	0.32	Moderadamente Tóxico
Imidacloprid	0.05	450	Azul	7.78	Ligeramente Tóxico
Imidacloprid	1	450	Azul	0.39	Ligeramente Tóxico
Bentazon	1	1100	Verde	0.22	Poco probable riesgo agudo
Difenoconazol	1	1453	Verde	0.086	Poco probable riesgo agudo
Glifosato	0.02	5600	Verde	1.83	Moderadamente Tóxico
Mancozeb	1	5000	Verde	0.075	Poco probable riesgo agudo
Glifosato	0.6	5600	Verde	0.061	Poco probable riesgo agudo
Glifosato	0.7	5600	Verde	0.052	Poco probable riesgo agudo
Glifosato	1	5600	Verde	0.037	Poco probable riesgo agudo
Glifosato	2	5600	Verde	0.018	Poco probable riesgo agudo
Propineb	1	10000	Verde	0.035	Poco probable riesgo agudo

Nota: Resultados del Índice de Toxicidad Aguda en Humanos.

El Índice de Toxicidad Aguda en Humanos (ITAH) detallados en la Tabla 6, se realizó para 15 terrenos con distintas hectáreas y diferentes productos comerciales utilizados que presentan la aplicación de productos químicos dentro de la comunidad de Potrerillos, de la parroquia Belisario Quevedo en la Provincia de Cotopaxi.

Se observó una gran variedad en los niveles ITAH entre los productos aplicados donde representando la fórmula a los pesticidas el llamado Trimec tiene un Índice de Toxicidad Aguda en Humanos muy alto siendo 122.83. Es decir, que esto se debe a la muy baja DL50 ya que es 1.73 mg/kg, debido a que posee 3 ingredientes activos: Ácido 2,4 – Diclorofenoxiacético (2,4 – D, Dicamba y Mecoprop) y representa la clase Ia que se especifica como extremadamente tóxico; lo que significa que una cantidad muy pequeña puede ser letal según la clasificación del peligro de toxicidad de una sustancia por la Organización Mundial de la Salud.

Seguido del llamado Karate con el DL50 de un valor 56, Lorsban con DL50 de 135, Gramoxone con 157 de clase II y Confidor 450 clase III, lo cual refleja una combinación de alta toxicidad con concentraciones significativas del ingrediente activo el cual es aplicado por hectárea; y que se denominan como moderadamente tóxico y ligeramente tóxico. Por último, se encuentra el Basagran con 1100, Score 1453, Dithane 5000, Ranger 5600, Antracol 10000 muestran bajo ITAH y alto DL50 los cuales son de clase U o también llamados poco probable que presente riesgo agudo.

De acuerdo con la Tabla 3 que menciona la organización mundial de la salud en la escala de valores del DL50 de los agroquímicos son identificados con etiquetas de color, en donde se detalla con etiqueta roja el llamado Trimec, etiquetas amarillas está Karate, Lorsban y Gramoxone, con etiqueta azul se menciona al Confidor y por último con etiqueta verde se clasifican el Basagran, Score, Ranger, Dithane M – 45 y Antracol.

Los resultados respaldan a los niveles de toxicidad identificados coinciden con efectos reportados en la literatura, desde alteraciones neurológicas, tiroideas y medioambientales. Al ser evidentes los impactos que se pueden generar en la salud y en el ambiente por el uso y gestión inadecuada de pesticidas.

Vargas y Moyano (2022) documentan síntomas neurológicos y falta de protección en agricultores en Tungurahua, concluyendo que la exposición grave y frecuente a plaguicidas trae intoxicaciones evidentes donde expresa que “la exposición a plaguicidas sí tiene un impacto significativo en la salud, con signos y síntomas sugestivos de intoxicación”

Así como también Fernández (2021) estiman que el 28 % de ecuatorianos viven cerca de zonas con alta aplicación de pesticidas, lo que está representando riesgo para ecosistemas y

poblaciones. Lara y Gonzales (2020) analizan el cultivo de cacao en San Lorenzo y reportan deterioro de suelo y agua por uso excesivo de agroquímicos

Estudios advierten que más del 95 % de los insecticidas y herbicidas no se quedan en el blanco, contaminan suelos, aguas y aire, afectando salud humana e integridad de ecosistemas (FAO, 2024).

Los productos identificados como sucios o prohibidos según la normativa vigente MAATE, Acuerdo Ministerial 030 de lista de plaguicidas prohibidos y restringidos en 2021 detalla que existen productos identificados como sucios o prohibidos dentro de los cuales se encuentra.

Trimec con ingrediente activo (2,4-D, mecoprop, dicamba) en Ecuador: El 2,4-D uno de los ingredientes está restringido para cultivos alimenticios y bajo estrictas regulaciones por los efectos potenciales como disruptor endocrino y posible carcinógeno. Para lo cual no cumple en un enfoque de sostenibilidad, dado la alta toxicidad (Ia) y riesgos para la salud humana y fauna acuática.

Gramoxone con ingrediente activo Paraquat en Ecuador se encuentra prohibido desde 2020 por Agrocalidad y MAATE, por ser altamente tóxico para humanos y persistente en el suelo. En donde el nivel de cumplimiento ambiental es nulo es decir no cumple y por tanto el uso es ilegal.

Lorsban con ingrediente activo Clorpirifos en Ecuador se encuentra restringido y en proceso de eliminación progresiva 2023 en adelante debido a la neurotoxicidad y afectación en niños al sistema nervioso. El cumplimiento ambiental se detalla que no cumple dentro de un manejo sostenible; solo se permite bajo condiciones muy específicas y en dosis controladas.

Karate con ingrediente activo Lambda-Cihalotrina, en Ecuador está permitido, pero considerado producto “sucio” en agricultura sostenible por la alta toxicidad para abejas y organismos acuáticos. Cumple parcialmente a nivel ambiental, pero no está recomendado bajo estándares de agroecología.

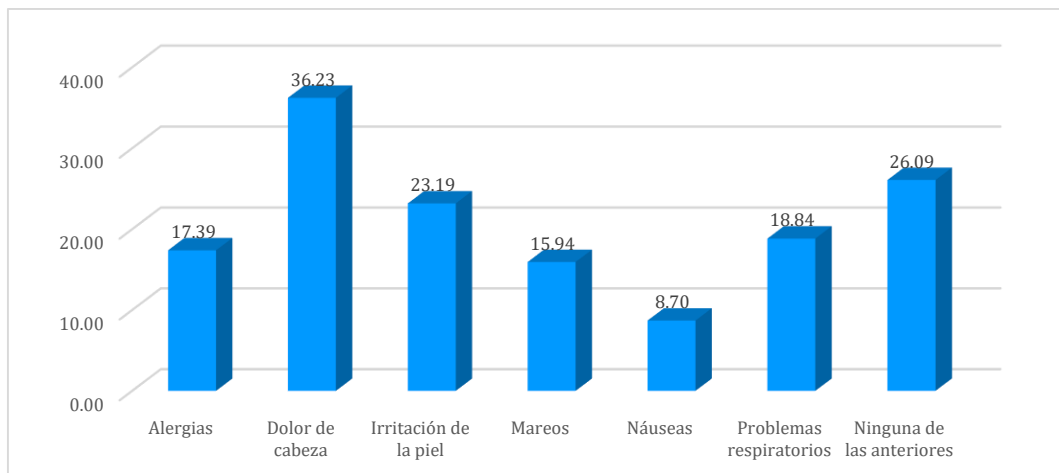
Por otro lado, dentro del mismo acuerdo mencionan a los productos con menor impacto y considerados más limpios como el Confidor con ingrediente activo Imidacloprid, aunque

permitida la venta, está restringido en varios países por ser tóxico para abejas. En Ecuador se mantiene autorizado, pero bajo cuestionamiento ambiental.

Basagran, Score, Dithane M-45, Ranger y Antracol: están permitidos, considerados de bajo riesgo agudo según la OMS; sin embargo, especifican que Dithane y Antracol generan preocupaciones crónicas con la acumulación de metales pesados como manganeso y zinc.

Para lo cual se ratificó el objetivo con la aplicación de la encuesta a los agricultores de la comunidad de Potrerillos, mencionando así los efectos que tienen los agroquímicos juntamente con las acciones que pueden llegar a realizar en el lapso en que se emplean estos pesticidas en los cultivos y qué medidas aplican las personas para proteger la salud una vez concluida la aplicación,

Figura 19 Efecto adverso en la salud debido al uso de agroquímicos

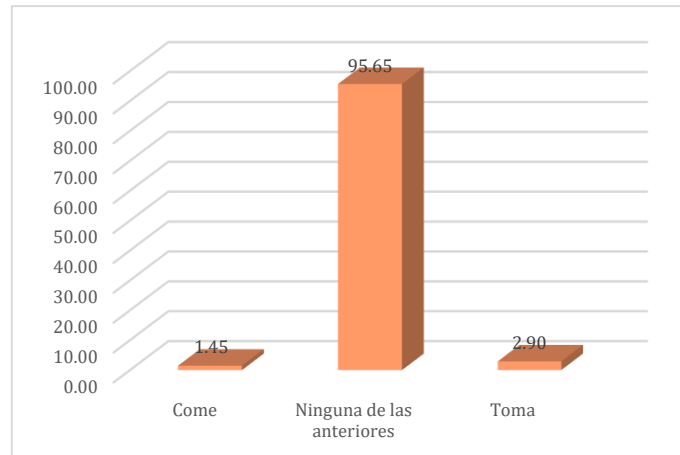


Nota: Acciones durante la aplicación de agroquímicos.

Con relación a la **Figura 19**, las dolencias más reportadas fueron dolores de cabeza 36.23%, irritación de la piel con 23.19% y problemas respiratorios el 18.84%, todos ellos síntomas compatibles con intoxicación leve o exposición prolongada a pesticidas, 17.39% dijeron alergias, 15.94% mencionaron mareos y el 8.70% de la comunidad ha presentado náuseas.

A pesar de que un 26.09% no reportó efectos, el resto de las respuestas sugiere que hay un impacto real y presente en la salud de los agricultores, lo que refuerza en la pregunta de investigación un manejo inadecuado de estos productos.

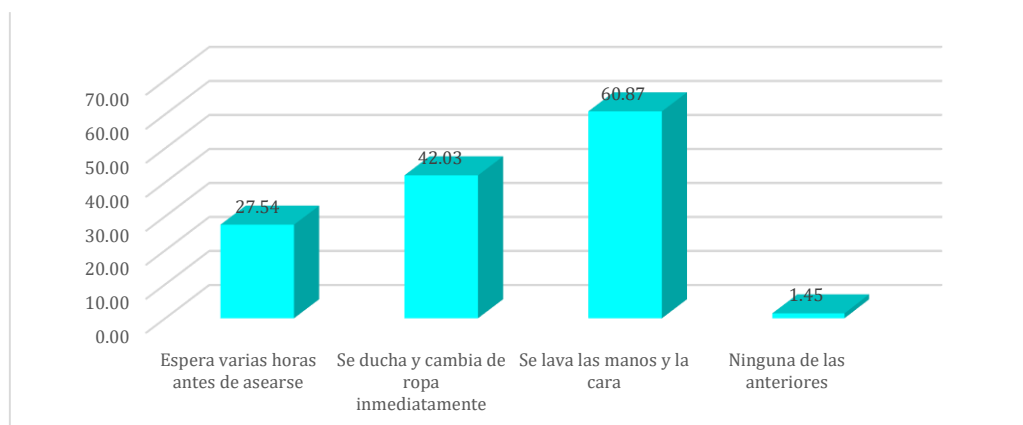
Figura 20 Acciones mientras se aplican los agroquímicos



Nota: Acciones durante la aplicación de agroquímicos.

En cuanto a la **Figura 20**, un 95.65% respondió que no realiza actividades como comer o beber durante la aplicación, lo cual es positivo. No obstante, el pequeño porcentaje que sí lo hace 1.45% come y el 2.90% bebe aún representa un riesgo de exposición oral a residuos químicos, lo que podría tener consecuencias graves para la salud ya que todavía existen personas que llevan comida y bebidas para ingerir cuando se encuentran trabajando en los terrenos.

Figura 21 Medidas después de aplicar agroquímicos para proteger la salud



Nota: Medidas de higiene después de aplicaciones de agroquímicos.

Por último, en la **Figura 21**, la mayoría declaró realizar acciones de higiene como lavarse las manos y la cara con el 60.87%, y ducharse y cambiarse de ropa inmediatamente el 42.03%. Un 27.54% espera varias horas antes de asearse, lo que podría incrementar el riesgo de absorción dérmica. Solo un 1.45% no toma ninguna medida. Estos datos reflejan un conocimiento básico sobre protección posterior a la aplicación.

Para englobar las 3 últimas preguntas se evidencia específicamente la ingerida de alimentos durante actividades con un efecto negativo a la salud y los síntomas que aparecen

después de aplicaciones de fumigación coinciden con hallazgos globales como lo son cefaleas, irritación en los ojos y problemas respiratorios comunes, así como además de que no procuran tener métodos de aseo específicos después de las actividades que se realizan realizando así las alteraciones hacia la persona tras los productos químicos aplicados en la agricultura (Andrade, et al., 2023).

12. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

12.1. Impacto Social

La investigación de la identificación de pesticidas utilizados en los principales cultivos en Potrerillos, Cotopaxi incrementará la conciencia acerca de los riesgos que conlleva el uso excesivo o inadecuado de estos. Con lo cual se informa a los agricultores con datos técnicos para que tomen decisiones seguras, además permite un diálogo intergeneracional sobre las prácticas agrícolas para que exista sostenibilidad y evitar enfermedades respiratorias, dermatológicas y neurológicas asociadas con la exposición a distintos compuestos químicos. Esto conlleva a un cambio en el manejo de los pesticidas por parte de la comunidad y una mejor gestión para el desecho de los envases.

12.2. Impacto Ambiental

Identificar correctamente los pesticidas utilizados sin control es crucial para minimizar el impacto negativo en el ambiente. Esto ya que, se puede contaminar el agua siendo este un líquido vital y que es necesario para la producción de cultivos. En el caso del aire, los pesticidas al aplicarse pueden alcanzar zonas de no objetivo, incluyendo otros cultivos, así como la contribución a la formación de ozono troposférico, un contaminante que afecta la fotosíntesis y la salud vegetal.

En el suelo la presencia de pesticidas puede afectar significativamente tanto la entomofauna como el conjunto de insectos presentes en los cultivos. La aplicación indiscriminada de insecticidas afecta gravemente a los insectos polinizadores y enemigos naturales de las plagas, reduciendo la abundancia y diversidad. Es por ello por lo que emplear pesticidas no siempre resultan efectivos y así el uso excesivo no garantiza el control total de plagas. Por ello la información generada en esta investigación es vital para que los agricultores de la comunidad de Potrerillos sean conscientes de los daños al ambiente si se emplean de manera incorrecta sustancias químicas.

12.3. Impacto Económico

En la comunidad de Potrerillos, provincia de Cotopaxi, el uso intensivo de pesticidas en los principales cultivos representa una estrategia agrícola que, si bien busca controlar plagas, puede generar efectos negativos significativos en múltiples dimensiones. Esto ya que es una pérdida financiera a mediano y largo plazo, por gastos como las repetidas aplicaciones, disminución de la productividad del suelo, gastos médicos derivados de la exposición crónica.

Es por ello por lo que, al contar con información técnica y confiable los agricultores podrán tomar decisiones en las cuales evitan emplear pesticidas y adopten prácticas como el manejo integrado de plagas con lo que se reducen costos de producción y se incrementan los ingresos netos. Por tanto, invertir en conocimiento técnico y gestión ambiental constituye una estrategia económicamente más rentable y socialmente responsable que la dependencia de pesticidas contaminantes.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

La identificación de los tipos y características de los pesticidas más utilizados en los cultivos agrícolas de la comunidad de Potrerillos a través de encuestas revela que los productos mayormente empleados son fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas. Las encuestas indican que compran pesticidas no para el uso sino para comercializar los mismos en algunos casos, así también el producto más utilizado es Ranger cuyo ingrediente activo es Glifosato, siendo este un herbicida reconocido con efectos tóxicos para la salud humana y volátil en el ambiente.

Se analizó las principales prácticas de aplicación de pesticidas por parte de los agricultores en los cultivos de Potrerillos, siendo que el modo de aplicación de cada producto es el recomendado por el fabricante establecido en el envase para el uso en los sembríos. En el caso de la frecuencia de uso la mayoría de los agricultores indicaron que utilizan estos productos una vez al mes y como medidas de seguridad utilizan equipos de protección personal entre los que resaltan guantes, overoles, calzado resistente y protección ocular.

El nivel de peligrosidad de los pesticidas utilizados en los cultivos principales de

Potreriillos por medio de los resultados del ITAH develó que los ingredientes activos como 2,4D, Mecoprop y Dicamba alcanzó un valor de 122,83 con una clasificación de Extremadamente Tóxico. En el caso de Lambdacihalitrina, Clorpirifos, Paraquat y Glifosato son moderadamente tóxicos y otros ingredientes activos son poco probables de riesgo agudo como el Bentazon, Difenconazol y Propineb. Es así como se concluye que productos como Trimec y Gramoxone son los productos con mayor riesgo y toxicidad.

13.2. Recomendaciones

En función a la identificación de los tipos de pesticidas utilizados en los cultivos agrícolas de la comunidad de Potrerillos se recomienda a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario realicen inspecciones para controlar la regulación y control de la sanidad del sector agropecuario de esta zona, con lo cual se garantice la inocuidad de los alimentos y que no estén comprometidos por el uso de pesticidas.

Se recomienda a los miembros del Gobierno Autónomo Descentralizado de Belisario y a los técnicos del Ministerio de Ambiente, Transición Ecológica y Agricultura que realicen charlas y capacitaciones que fomenten las prácticas sostenibles en los cultivos con lo cual se reduzca el uso indiscriminado de pesticidas, informando de los efectos nocivos a los agricultores y los impactos al ambiente.

Finalmente, informar a los agricultores que deben adoptar otras medidas para el manejo de plagas en los cultivos, ya que, los productos que están empleando principalmente Trimec y Gramoxone tienen una clasificación de Extremadamente tóxico debido al ingrediente activo lo que puede repercutir en la salud de los mismo y afección al medio ambiente.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, M., Ahmad, F., Alsayegh, A., Zeyaulah, M., AlShahrani, A., Muzammil, K., & Hussain, S. (2024). Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon*, *10*(7), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29128>
- Anchía, G., Chaverri, S., Cordero, J., & Mora, I. (2021). Intoxicaciones agudas con pesticidas para fines suicidas en Costa Rica durante la década de 2010-2020. *Medicina Legal de Costa Rica*, *38*(1), 131-145. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S140900152021000100131&script=sci_arttext
- Andrade, F., Paul, N., Spiegel, J., Henderson, S., Parrott, L., Delgado, J., & van den Bosch, M. (2023). Mapping potential population-level pesticide exposures in Ecuador using a modular and scalable geospatial strategy. *GeoHealth*, *7*(7), e2022GH000775. <https://doi.org/10.1029/2022GH000775>
- Avilés, L., & Calo, G. (2024). *Valoración del paisaje ambiental en la parroquia Belisario Quevedo y su incidencia en el ámbito sociocultural*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi], Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12435>
- Bai, S., Zhang, M., Tang, S., Li, M., Wu, R., Wan, S., & Li, F. (2024). Research progress on benzimidazole fungicides: A review. *Molecules*, *29*(6), 1218. <https://doi.org/10.3390/molecules29061218>
- Barrón, J., Dreij, K., & Tirado, N. (2024). Human pesticide exposure in Bolivia: A scoping review of current knowledge, future challenges and research needs. *International journal of environmental research and public health*, *21*(3), 305. <https://doi.org/10.3390/ijerph21030305>
- Cazares, D. (2019). *Identificación de pesticidas utilizados en los principales cultivos, su frecuencia de aplicación y la apreciación de los agricultores en la afectación de su salud, parroquia García Moreno, cantón Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo], Repositorio UTB. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6404>
- Chavez, W., Morante, M., Cueva, E., Cruz, O., & Chavez, O. (2022). Factores que influyen en el ingreso de las familias agricultoras en Amazonas Perú. *Comuni@ cción*, *13*(4), 291-300. <http://dx.doi.org/10.33595/2226-1478.13.4.773>

- Chen, J., Yu, Q., Patterson, E., Sayer, C., & Powles, S. (2021). Dinitroaniline herbicide resistance and mechanisms in weeds. *Frontiers in Plant Science*, *12*(1), 634018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.634018>
- Cobos, A., Bykbaev, Y., Farfán, F., & Perez, P. (2024). Evaluation of pesticide contamination risks and sustainable practices in Ecuadorian agriculture. *Scientific Reports*, *14*(1), 26034. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76733-y>
- Concato, A., Galon, L., Sutorillo, N., Tamagno, W., de Paula, M., Vanin, A., & Kaizer, R. (2022). Does the applicable of herbicides with distinct mechanisms of action change enzymatic activity and grain yield of Clearfield canola?. *Australian Journal of Crop Science*, *16*(1), 93-102. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.643428095924480>
- Cornell University. (2021). *Pesticide Toxicity Profiles: Human Acute Toxicity Risk Ranking (ITAH Index)*. Cornell University Pesticide Management Education Program.: <https://psep.cce.cornell.edu/activities/>
- De La Cruz, M., Plúas, A., Arévalo, M., Illanez, E., Gagui, K., & Godoy, M. (2025). Riesgos Digestivos por Pesticidas Aéreas en Pobladores del Sector Agrícola de Milagro, Ecuador (2023). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(3), 3388-3399. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17954
- Deknock, A., De Troyer, N., Houbraken, M., Dominguez, L., Nolivos, I., Van Echelpoel, W., & Goethals, P. (2019). Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador). *Science of the Total Environment*, *646*(1), 996-1008. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.185>
- Deng, X. (2022). A mini review on natural safeners: Chemistry, uses, modes of action, and limitations. *Plants*, *11*(24), 3509. <https://doi.org/10.3390/plants11243509>
- Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G. G., & Smit, L. (2019). Pesticide poisoning in the developing world—a minimum pesticides list. *The Lancet*, *360*(9340), 1163-1167. <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140673602112049/abstract>
- EPA. (2023). *Información básica sobre pesticidas*. Agencia de Protección Ambiental: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pesticidas>
- Erhirhie, E., Ihekwereme, C., & Ilodigwe, E. (2018). Advances in acute toxicity testing: strengths, weaknesses and regulatory acceptance. *Interdisciplinary toxicology*, *11*(1), 5. <https://doi.org/10.2478/intox-2018-0001>

- FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization: <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
- FAO. (2024). *La amenaza mundial de los plaguicidas altamente peligrosos*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La: https://ipen.org/sites/default/files/documents/hhps_final_3_24_es.pdf
- Fernández, C. (2021). Alteraciones tiroideas en agricultores de Cotopaxi y su relación con el uso de plaguicidas. *Revista San Gregorio*, 1(45), 32-46. <https://doi.org/10.36097/rsan.v0i45.1396>
- García, J., Espinal, J., Chimal, G., González, D., Rayos, L., & Reyes, M. (2025). Análisis de la Contaminación por Pesticidas en Cuerpos de Agua Dulce en México: Estudio Comparativo Global. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(2), 344-354. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i2.100>
- Giler. (2022). *Caracterización agro socio productiva y ambiental de la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022*. Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9125>
- Giler, J., Veliz, J., González, M., Verdesoto, C., & Meza, M. (2024). Uso de agroquímicos y su incidencia en suelos agrícolas de la Parroquia Colón. *Polo del Conocimiento*, 9(3), 1689-1705. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i3.6742>
- He, R., Guo, D., Huang, Z., Kong, Y., Ji, C., Gu, J., & Zhang, W. (2021). Systematic investigation of stereochemistry, stereoselective bioactivity, and antifungal mechanism of chiral triazole fungicide metconazole. *Science of the Total Environment*, 784(1), 147194. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147194>
- INEC. (2022). *Censo Ecuador cuenta conmigo 2022*. Instituto Nacional de Estadística y Censos: https://www.censoecuador.gob.ec/public/Boletin_Nacional.htm#8_GLOSARIO7
- INTA. (2019). *Aplicación Eficiente de fitosanitarios*. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias.: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-demorelia/nutricion-vegetal/inta-aplicacion-eficiente-de-fitosanitarios-cap-2formulaciones/3405467>
- Islam, T., Danishuddin, N., Matin, M., Barai, H., & Haque, M. (2024). Resistance mechanisms of plant pathogenic fungi to fungicide, environmental impacts of fungicides, and sustainable solutions. *Plants*, 13(19), 2737. <https://doi.org/10.3390/plants13192737>

- Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana], Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14712>
- Kumar, R. (2019). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. torrossa: <https://www.torrossa.com/en/resources/an/5018508>
- Lara, E., & Gonzales, F. (2020). Control of pesticides in Ecuador: An underrated problem. *Rev Bionatura*, 5(3), 1257-1263. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2020.05.03.17>
- Liu, H., Schug, J., Li, C., Yao, R., Zhao, G., & Niu, Y. (2025). Screening of herbicides and disturbance effects upon use of benzonitrile herbicide BOMS on soil microecology in oat field. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(1), 1188-1204. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-024-02194-x>
- Luján, A., Loaiza, D., Bandala, M., & Rojas, V. (2020). Percepción sobre la coordinación de la atención: el caso de las redes de servicios de salud de Xalapa y Veracruz, México, en el periodo 2014-2016. *Gerencia y Políticas de Salud*, 19(1), 1-21. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps19.pcac>
- MAATE. (2021). *Guía para la Gestión adecuada de plaguicidas*. Ministerio de Ambiente y Agua : <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Guia-para-la-gestion-adecuada-de-plaguicidas.pdf>
- Macias, B., & Gaibor, R. (2023). Agricultura familiar en el desarrollo rural sostenible de la comunidad Guayaquil, cantón Balzar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 1079-1097. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8745
- MAG. (2025). *MAG impulsa el desarrollo agrícola de Cotopaxi con paquetes agropecuarios, créditos y títulos de propiedad*. Ministerio de Agricultura y Ganadería : <https://www.agricultura.gob.ec/mag-impulsa-el-desarrollo-agricola-de-cotopaxi-conpaquetes-agropecuarios-creditos-y-titulos-de-propiedad/>
- Maggi, C., & Chreil, R. (2023). Toxicidad de pesticidas para insectos polinizadores. *Polinizador de cultivos*, 1(65), 33-42. https://www.researchgate.net/profile/TaraMaggi/publication/377766604_Toxicidad_de_pesticidas_para_insectos_polinizadores/links/65b72f4834bbff5ba7cefabe/Toxicidad-de-pesticidas-para-insectospolinizadores.pdf
- Marques, L., Joviano, J., Souza, D., Santos, A., & Roman, D. (2022). Cardiotoxicity of pyrethroids: molecular mechanisms and therapeutic options for acute and long-term toxicity. *Biochemical Society Transactions*, 50(6), 1737-1751. <https://doi.org/10.1042/BST20220593>

- Mina, D., Cayambe, J., Cárdenas, T., Navarrete, I., & Dangles, O. (2025). Pesticidas y su impacto sobre la entomofauna en fincas de agricultores andinos de Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 41(1), 53-71. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.03>
- Ministerio de Agricultura. (2021). *Plan Estratégico Institucional*. Ministerio de Agricultura y Ganadería:
https://www.agricultura.gob.ec/wpcontent/uploads/2020/09/AM_068_PEI2.pdf
- OISS. (2019). *Productos Fitosanitarios*. Organización Iberoamericana de Seguridad Social:
<https://oiss.org/wp-content/uploads/2019/06/35-FitosanitariosAgrario.pdf>
- OMS. (2020). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019*. Organización Mundial de la Salud:
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>
- OMS. (2021). *Plaguicidas altamente peligrosos*. Organización Mundial de la Salud:
<https://www.paho.org/es/temas/plaguicidas-altamente-peligrosos>
- Onofre, R., Guambuete, K., Martínez, D., & Véliz, M. (2024). Consecuencias del Uso Desmedido de Plaguicidas en la Salud de los Agricultores Ecuatorianos: Un Análisis Exhaustivo. *Polo del Conocimiento*, 9(2), 1422-1439.
<https://doi.org/10.23857/pc.v9i2.6597>
- ONU. (2023). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Organización de las Naciones Unidas.:
<https://sdgs.un.org/2030agenda#:~:text=We%20resolve%2C%20between%20now%20and,protection%20of%20the%20planet%20and>
- Ortega, J. (2022). La agricultura orgánica: verdades o mitos, juzgue Ud. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 13(2), 95-99.
<https://doi.org/10.36610/j.jsars.2022.130200095>
- Oviedo, A., Rojas, E., Vinuesa, J., Andrade, M., Sarmiento, N., & Ochsner, R. (2023). Food assessment for pesticide's contamination in Chugchilán parish crops in Cotopaxi (Ecuador). *Journal of Food Process Engineering*, 46(11), e14345.
<https://doi.org/10.1111/jfpe.14345>
- Paqui, M., Vallejo, K., Cunduri, J., Ramos, M., Alvarado, K., & Godoy, M. (2025). Pesticidas altamente peligrosos que generan cáncer de piel (Cantón Montalvo, provincia de los Ríos-Ecuador). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 3655-3668.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17980

- PDOT Belisario. (2024). *Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Belisario Quevedo*. Gobierno Autónomo Descentralizado de Belisario: https://belisarioquevedo.gob.ec/cotopaxi/wpcontent/uploads/2018/01/PDYOT_FINAL_2018.pdf
- Petrichev, M. (2022). Intoxication with carbamate insecticides and toxicological risk to animals. *Zhivotnovadni Nauki*, 59(1), 67-74. https://www.researchgate.net/profile/Metodi-Petrichev/publication/359878461_Intoxication_with_carbamate_insecticides_and_toxicological_risk_to_animals/links/6254653eb0cee02d6963c770/Intoxication-withcarbamate-insecticides-and-toxicological-risk-to-animal
- Ranjan, A., & Jindal, T. (2022). *Toxicology of organophosphate poisoning*. (1st ed.). Springer International Publishing. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-79128-5>
- Rodríguez, A., Jácome, D., Santandreu, A., Paredes, D., & Álvaro, N. (2022). Agro-ecological urban agriculture and food resilience: The Case of Quito, Ecuador. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(1), 550636. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.550636>
- Rojas, F., & Saavedra, K. (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51-68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Romero, M., Barrientos, T., Cuevas, L., Bautista, S., Colchero, M., Gaona, E., & Shamah, T. (2021). Metodología de la Encuesta nacional de Salud y nutrición 2021. *Salud pública de méxico*, 63(6), 813-818. <https://www.medigraphic.com/cgibin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=102621>
- Saeedian, E., Bonyasi, F., Bayati, B., Sadeghi, M., & Amini, M. (2024). Recent advances in design and development of diazole and diazine based fungicides (2014–2023). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(28), 15427-15448. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c02187>
- Silva, V., Yang, X., Ilesken, L., Ritsema, C., & Geissen, V. (2022). Environmental and human health at risk—Scenarios to achieve the Farm to Fork 50% pesticide reduction goals. *Environment International*, 165(1), 107296. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107296>
- Suárez, S., & Palacio, D. (2019). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista*

Cubana de Higiene y epidemiología, 52(3), 372-387.

<http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1561->

[30032014000300010&script=sci_abstract&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1561-30032014000300010&script=sci_abstract&tlng=en)

Vargas, I., & Moyano, W. (2022). Efectos de los plaguicidas sobre la salud humana en una comunidad de agricultores. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(5), 229-238. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i6.482>

Yáñez, J. (2025). *Productos y atractivos turísticos, Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi], Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14435>