



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**



CARRERA DE AGRONOMÍA

TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Diagnóstico del nivel de conocimiento de los productores de
especies frutales sobre las alternativas convencionales para el
manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Bryan Steven Barrera Punguil

TUTOR:

Dr. Carlos Vásquez Freytez

CEVALLOS, 2023

**Diagnóstico del nivel de conocimiento de los productores de
especies frutales sobre las alternativas convencionales para el
manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate**

REVISADO POR:

.....
Ing. Carlos Vásquez Freytez, Ph D.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

	Fecha
..... Ing. Patricio Núñez, PhD.	16/03/2023
PRESIDENTE DE TRIBUNAL	
..... Ing. Jorge Artieda Rojas, PhD.	16/03/2023
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN	
..... Ing. Valle Velastegui Edgar Luciano	16/03/2023
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN	

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Bryan Steven Barrera Punguil**, portador de cédula de ciudadanía número: **1805258611**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**Diagnóstico del nivel de conocimiento de los productores de especies frutales sobre las alternativas convencionales para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



BRYAN STEVEN BARRERA PUNGUIL

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“Diagnóstico del nivel de conocimiento de los productores de especies frutales sobre las alternativas convencionales para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



BRYAN STEVEN BARRERA PUNGUIL

DEDICATORIA

La presente tesis esta dedicada a Dios, ya que gracias a él e logrado concluir de la mejor manera mi carrera, a mi madre que siempre fue el pilar fundamental para guiarme, apoyarme y sobre todo el creer siempre en mí, sus consejos me ayudan mucho para cada día ser una mejor persona.

A mi familia que siempre se entraron presentes con sus palabras de aliento que no me dejaban decaer para que así siguiera adelante y sea perseverante, que no importa las veces que tropiece de los errores se aprende para así poder cumplir con mis sueños y expectativas.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio me compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, en fin momentos inolvidables que siempre al recordarlo me sacan una sonrisa, por haber compartido una pequeña parte de su vida y lograron que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mi desde siempre, dejando en mi un ejemplo de superación, humildad y sacrificio. A todos ellos les dedico este trabajo por que han sido parte de ello, fue una larga y hermosa trayectoria en la que siempre se encontraron presente, han contribuido a la consecución de este logro. Gracias a mis amigos por siempre contar con su apoyo incondicional, es muy valioso contar con todos para seguir otorgando más logros.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	4
1.2. Objetivos.....	18
Objetivo general:.....	18
Objetivos específicos:.....	18
1.3. Categorías fundamentales	10
1.3.1. Conocimiento de los riesgos del uso de plaguicidas químicos.....	10
1.3.2. Factores que influyen en el uso de estrategias de manejo de plagas	
11	
a. Factores personales	12
b. Factores socioeconómicos.....	13
1.3.3. Conocimiento sobre los métodos sustentables de manejo de plagas	
14	
a. Conocimiento y eficiencia de los principales métodos sustentables.	14
b. Adopción de métodos sustentables para el manejo de plagas	16
CAPÍTULO II.....	19
METODOLOGÍA	19
2.1. Ubicación del estudio	19
2.2. Modalidad de la investigación	19

2.3. Tipo de investigación.....	19
2.4. Población y muestra	19
2.5. Cálculo del tamaño de la muestra	19
2.6. Recolección de la información.....	20
2.7. Diseño de la encuesta	20
2.8. Análisis estadístico.....	21
CAPÍTULO III	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1. Información familiar del entrevistado	22
3.2. Actividades agrícolas.....	22
3.3. Riesgo del uso de agroquímicos.....	26
3.3.1. Percepción sobre los plaguicidas.....	26
3.3.2. Percepción del agricultor sobre los riesgos ambientales y de salud causado por plaguicidas	29
3.4. Problemas de salud debido al uso de agrotóxicos.....	32
3.5. Uso de métodos de control alternativos para el manejo de las plagas agrícolas, capacitación y apoyo institucional.....	36
CAPÍTULO IV	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
4.1. CONCLUSIONES	40
4.2. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	46
ENCUESTA A LOS AGRICULTORES.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características sociodemográficas de los agricultores en el cantón Patate, período diciembre 2022 – febrero 2023	22
Tabla 2. Superficie sembrada y productividad promedios en cultivos comúnmente sembrados en el cantón Patate	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales cultivos frutales producidos en el cantón Patate durante período diciembre 2022 – febrero 2023	23
Figura 3. Principales causas identificadas por los agricultores de Patate respecto al problema de las plagas agrícolas	24
Figura 1. Aspectos relacionados con las actividades agrícolas de los agricultores del cantón Patate relacionados con la toma de decisiones (A), comercialización de la producción (B), venta de la producción (C) y fuentes de información usadas (diciembre 2022 – febrero 2023).....	25
Figura 4. Percepción de los productores del cantón Patate sobre los beneficios del uso de productos químicos para el manejo de plagas	27
Figura 5. Percepción de los productores de frutales del cantón Patate sobre los aspectos negativos del uso de productos químicos para el manejo de plagas	28
Figura 6. Percepción de los agricultores productores del cantón Patate sobre el riesgo del uso de plaguicidas sobre la salud de los humanos y los alimentos	30
Figura 7. Percepción de los agricultores productores del cantón Patate sobre el riesgo del uso de plaguicidas sobre el ambiente.....	31
Figura 8. Percepción de los agricultores del cantón Patate sobre el riesgo a la salud de los plaguicidas químicos.....	32
Figura 9. Identificación de los problemas de salud provocados por el mal uso de los productos químicos para el control de plagas (A) y cuáles son las principales usadas como protección por los productores agrícolas en el cantón Patate	33
Figura 10. Apreciación de los productores agrícolas sobre la necesidad de los plaguicidas en la agricultura	35
Figura 11. Uso de alternativas amigables con el ambiente para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate	37
Figura 12. Conocimiento y confianza que tienen los agricultores sobre el uso de los agentes de control biológico como estrategia para el manejo de plagas agrícolas	38

RESUMEN

La continua producción de cultivos está frecuentemente amenazada por la presencia de plagas que pueden llegar a causar severos daños en la agricultura con consecuencias económicas importantes. Es por ello que se requiere del uso de tácticas de manejo de plagas que sean respetuosas con el ambiente y la salud, tanto del agricultor como del consumidor. En este sentido, en la presente investigación se hizo un diagnóstico sobre el nivel de conocimiento de los productores de especies frutales sobre las alternativas convencionales para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate. La investigación fue conducida bajo un no experimental, transversal mediante la aplicación de una encuesta estructurada. La mayor parte de los agricultores no consideran que exista alto riesgo del uso de plaguicidas sobre la salud de las personas involucradas directa o indirectamente con el proceso de producción agrícola. De la misma manera, la mayoría de los agricultores no perciben el riesgo de los plaguicidas sobre la calidad de los elementos ambientales y los enemigos naturales, salud de los animales domésticos y de la fauna silvestre. De manera concomitante con los hallazgos previos, se encontró que la mayor parte de los entrevistados (71%) no conocían y/o utilizado otras prácticas de manejo de plagas diferente al control químico durante su último cultivo. Del 26% que, si aplicó algún método alternativo de manejo de plagas, principalmente usaron prácticas culturales, control biológico y el uso de trampas con feromonas. El poco nivel de conocimiento que tienen los agricultores sobre las estrategias alternativas de manejo de plagas requiere de la implementación de planes de capacitación para mostrar los beneficios del control biológico y otros métodos mediante la demostración del uso adecuado de estas técnicas.

Palabras clave: prácticas agrosustentables, manejo de plagas, frutales, Patate, Ecuador

ABSTRACT

The continuous crop production is frequently threatened by the presence of pests that can cause severe damage to agriculture with important economic consequences. Thus, the use of pest management tactics that are respectful of the environment and the health of both the farmer and the consumer is required. In this sense, in the present investigation a diagnosis was made on the level of knowledge of the producers of fruit species about the conventional alternatives for the management of agricultural pests in canton Patate. This research was carried out under a non-experimental, cross section through the application of a structured survey. Most of the farmers consider that there is not a high risk of the use of pesticides on the health of the people involved directly or indirectly with the agricultural production process. In the same way, most farmers do not perceive the risk of pesticides on the quality of environmental elements and natural enemies, health of domestic animals and wildlife. Concomitantly with the previous findings, it was found that most of the interviewees (71%) did not know and/or used other pest management practices other than chemical control during their last crop. Of the 26% that did apply an alternative method of pest management, they mainly used cultural practices, biological control, and the use of pheromone traps. The low level of knowledge that farmers have about alternative pest management strategies requires the implementation of training plans to show the benefits of biological control and other methods by demonstrating the proper use of these techniques.

Keywords: agro-sustainable practices, pest management, fruit trees, Patate, Ecuador

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento poblacional en el mundo demanda mayor producción de alimentos a bajo costo y con menor impacto ambiental (Santillán y Rentería, 2018). Se ha estimado que para 2050 la producción agrícola, específicamente alimentos, fibras y biocombustibles, tendrá que aumentar cerca del 50 % comparado con lo producido en el 2012, para lo cual se requerirá mayor intensificación e incremento de los rendimientos de los cultivos, así como la diversificación de sus variedades (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021).

La intensificación de los suelos y el uso de agua en la agricultura a nivel mundial se ha vuelto insostenible (Gerten et al., 2020). Los suelos están sometidos a una intensidad sin precedentes, dada la necesidad de producir alimentos, fibra y energía, la cual aumenta progresivamente con el crecimiento de la población humana y el estilo de vida cambiante; tal intensidad en las prácticas agrícolas provoca la degradación de los suelos, disminuyendo su capacidad productiva a largo plazo, lo que limita la producción de alimentos y trae consigo efectos negativos al ambiente (Kopittke et al., 2019).

Con el aumento del uso de los agroquímicos y la mecanización agrícola, se degrada la tierra y se contaminan los recursos hídricos superficiales y subterráneos, lo que impacta principalmente en las comunidades rurales, en las cuales la dependencia de los recursos suelo y agua es mayor, de modo que el deterioro de éstos reduce el potencial de producción y el acceso a los alimentos, así como la biodiversidad y los servicios ambientales que sustentan los medios de vida saludables y resilientes (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022).

La fuerte presión que ejerce la agricultura en el mundo sobre los límites del planeta hace que la seguridad alimentaria en el futuro represente un desafío que exige cambios hacia sistemas de producción y consumo más sostenibles, para los cuales se requiere la redistribución de las tierras de cultivo, mejoras en el uso de agua y

nutrientes, así como la reducción de los desperdicios y cambios en la dieta alimentaria (Gerten et al., 2020).

El aumento de la demanda mundial de alimentos evidencia la necesidad de mayor investigación sobre la producción de alimentos en la agricultura sostenible (Maluin y Hussein, 2020). Contar con sistemas agroalimentarios sostenibles, que puedan generar el aumento de la productividad, requerirán a su paso la innovación en gestión y tecnología para lograr la transición desde los sistemas tradicionales de cultivo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022).

La producción de cultivos está relacionada con la presencia de plagas, las cuales pueden multiplicarse y propagarse rápidamente, por lo que generalmente son controlados con la aplicación de grandes cantidades de pesticidas (Chen et al., 2020). Cada año, las plagas causan daños graves en la agricultura que generan grandes costos económicos, debido a los altos costos de los pesticidas químicos y la pérdida de productividad de los cultivos (Chattopadhyay et al., 2017).

Tradicionalmente para el control de plagas en los cultivos, la estrategia común ha sido el uso de productos químicos. Estos productos son utilizados para combatir plagas, malezas y enfermedades en plantas con la intención de mejorar el rendimiento de los cultivos; sin embargo, el uso indiscriminado de estos pesticidas ha generado efectos nocivos en el ambiente (Sharma et al., 2019). Altas cantidades de productos químicos provocan desequilibrio de los ecosistemas, lo que favorece la aparición de mayor susceptibilidad a plagas en las plantas cultivadas (Sornoza-Robles et al., 2020).

En el manejo de plagas se pueden utilizar distintas estrategias tecnológicas basadas en la ciencia para manejar problemas de salud humana, ambientales y económicos (Chattopadhyay et al., 2017). A pesar de la existencia de alternativas para controlar la pérdida de cultivos ocasionada por plagas, como los biopesticidas y el desarrollo de variedades resistentes a las plagas, el uso de pesticidas químicos sigue siendo la estrategia preferida para proteger los cultivos de las pérdidas de rendimiento (Sharma et al., 2019).

Bajo el enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP) se integran prácticas preventivas de protección de cultivos y el uso de prácticas agrícolas de control de

plagas, que incluyen la selección de cultivares, manejo del suelo, nutrientes y agua, así como la implementación de estrategias que favorezcan la abundancia y diversidad de especies benéficas (Anderson et al., 2019). La aplicación de pesticidas también puede formar parte del MIP. Sin embargo, esta estrategia se aplica con preferencia en el uso de productos selectivos y con la recomendación del uso de equipo apropiado, la dosis óptima y el momento oportuno, cumpliendo con los requisitos para la protección económica, ambiental y de salud humana (Anderson et al., 2019).

El control biológico de plagas se reconoce como estrategia importante del MIP, dada la integración con el ambiente y la minimización de los peligros humanos asociados con el uso de agroquímicos (El-Wakeil et al., 2020). Las diferentes estrategias de control biológico deben ser usadas con las técnicas adecuadas y específicas para ciertas plagas, de modo que esta metodología resulte altamente efectiva y ambientalmente aceptable (El-Wakeil et al., 2020).

Según avanza la modernización agrícola, los principios ecológicos son desestimados, lo que ocasiona la inestabilidad de los agroecosistemas, cuyo desequilibrio facilita la manifestación de brotes recurrentes de plagas y enfermedades, así como erosión del suelo y contaminación del agua (Sornoza-Robles et al., 2020). El control biológico de insectos, como parte integral de la práctica agrícola ecológica representa una estrategia fundamental que puede ayudar a la restauración y sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Wyckhuys et al., 2019).

Diversos estudios han evaluado los niveles de conciencia de los agricultores sobre los efectos de los plaguicidas en la salud humana y el ambiente, los cuales pueden variar de acuerdo a la región (Abdollahzadeh et al., 2015). Los agricultores con mayor percepción de riesgo pueden ser más propensos a la adopción de prácticas alternativas de control de plagas que aquellos agricultores con una percepción menor de riesgo (Khan y Damalas, 2015). Los agricultores tienen un papel primordial en la implementación de estrategias como el control biológico, de allí que se requiera comprender sus motivaciones para el diseño de políticas de incentivo efectivas (Abdollahzadeh et al., 2016).

1.1. Antecedentes Investigativos

La identificación de las necesidades de conocimiento de los agricultores, así como asegurar la manera eficiente de impartirlo puede representar un proceso complejo (Khan y Damalas, 2015). Se han conducido numerosas investigaciones con el propósito de evaluar el conocimiento de los agricultores y su percepción sobre alternativas de manejo de plagas en distintas regiones del mundo y en ellas ha sido común el uso de instrumentos de medición como la encuesta (Abdollahzadeh et al., 2016; Thompson et al., 2019; Rodríguez González et al., 2020; Martínez-Sastre et al., 2020). El uso de encuestas ha sido útil para probar hipótesis de investigación, diseñar estrategias de extensión y evaluar la eficiencia de intervenciones de desarrollo (Khan y Damalas, 2015).

Abdollahzadeh et al. (2016) estudiaron las motivaciones de los productores de arroz en Mazandaran, Irán para adoptar la práctica de control biológico con *Trichogramma* spp. para el control del barrenador asiático del arroz. Luego del análisis de la encuesta a 283 productores de arroz, los autores señalaron que las motivaciones para la adopción del control biológico y no el químico se relacionaron principalmente con el mantenimiento de la salud, la protección ambiental y el beneficio económico, destacando la preocupación por las consecuencias del uso de plaguicidas en la salud humana.

Thompson et al. (2019) encuestaron a productores de cultivos comerciales en Estados Unidos con el propósito de evaluar sus perspectivas en relación a cuatro tecnologías de agricultura de precisión (aplicación de fertilizantes de tasa variable, muestreo de suelo de precisión, guía y dirección automática y monitoreo de rendimiento) con base en los beneficios que otorgan a sus fincas (mayor rendimiento, menores costos de producción y mayor conveniencia). Entre sus resultados, los autores destacaron que un alto porcentaje de los encuestados utiliza las tecnologías de agricultura de precisión: monitores de rendimiento (93%), dirección automática (91%) y aplicación de fertilizante de tasa variable (73%). En esta investigación también se señaló que en el 66% de las fincas se utiliza el muestreo de suelo de precisión, mientras que la aplicación de semillas a tasa variable y el uso de imágenes satelitales/aéreas se implementan en 60 y 56%, respectivamente. En cuanto a las percepciones de los

agricultores sobre la agricultura de precisión, los autores señalaron que el 88% de los encuestados estaba de acuerdo con la contribución que hacen las tecnologías y servicios de la agricultura de precisión a la rentabilidad financiera de sus plantaciones.

Rodríguez González et al. (2020) evaluaron la percepción de los agricultores y personal técnico sobre la adopción de prácticas agroecológicas en una provincia de Cuba. Estos autores encuestaron a 74 personas, quienes proporcionaron información sobre prácticas de manejo y conservación del suelo, control biológico de plagas y prácticas forestales. Entre los resultados de la investigación, los autores señalaron que todos los entrevistados realizan dos o más prácticas para el mejoramiento y conservación del suelo, sin embargo, tales prácticas son adoptadas por el 25% de la muestra, lo que puede deberse a la tradición de los agricultores con el uso de agroquímicos. En cuanto a las medidas agroecológicas para las plagas, los autores indicaron que se usan combinaciones de algunas tácticas agroecológicas como el uso de biopreparados y las prácticas de manejo.

Martínez-Sastre et al. (2020) informaron sobre las percepciones y conocimiento de los agricultores sobre los enemigos naturales y el control biológico en huertos de manzano en Asturias, España. Los autores encuestaron a 90 agricultores y entre sus resultados destacaron que los productores desconocían los beneficios indirectos del control biológico (aumento de la calidad y rendimiento del producto). Sin embargo, el 90 % de los agricultores consideró la importancia de los enemigos naturales para los cultivos, señalando entre sus beneficios la capacidad de eliminar plagas y su uso como alternativa a los pesticidas. En cuanto al reconocimiento de los enemigos naturales, los agricultores manifestaron haberlos visto (94,3%), conocerlos (88,7%) o reconocerlos como enemigos naturales (57,7%). Los autores señalaron entre sus conclusiones que las percepciones de los agricultores sobre el control biológico y los enemigos naturales son complejas y pueden estar influenciadas por múltiples factores.

Sornoza-Robles et al. (2020) analizaron las percepciones de los agricultores sobre la efectividad de parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del limonero en una localidad de Ecuador. Luego de la encuesta a 250 productores y 30 técnicos, los autores encontraron que los productores utilizan en

mayor grado la estrategia química (40,74%), seguido del control biológico (25,94%) y el manejo integrado (22,22%), resultados que pudieran deberse al desconocimiento por parte de los agricultores sobre los daños que puede ocasionar el uso indiscriminado de productos químicos. Los autores también destacaron que la mayoría de los productores (60,61%) no está de acuerdo con la acción de los parasitoides para evitar daños ambientales, comparado con el uso de productos químicos, lo que se corresponde también con el bajo nivel de conocimiento de los agricultores.

Constantine et al. (2020) investigaron sobre la conciencia y percepción de los agricultores sobre el uso de biopesticidas como alternativas a los pesticidas químicos en Kenia. Los resultados mostraron que el 87% de los agricultores entrevistados usa pesticidas químicos para controlar diversas plagas agrícolas, y estos productos son utilizados mayormente por hombres que mujeres. Por otra parte, los agricultores percibieron que el mayor riesgo de los pesticidas químicos es para la salud del personal que los aplica. Entre los síntomas principales atribuidos al uso de plaguicidas, los agricultores señalaron irritación de la piel (38%), dolores de cabeza (28%), mareos (25%) y dolor de estómago (8%). Sobre el uso de plaguicidas biológicos, los agricultores (48%) señalaron haber escuchado hablar sobre esos productos y su conocimiento sobre estos productos y sus ingredientes activos fue escaso.

Otras investigaciones también han considerado el conocimiento, conciencia y percepción de los agricultores sobre el uso de productos químicos sintéticos y sus daños a la salud humana y al ambiente. El conocimiento de los agricultores sobre las opciones de control químico de plagas, así como la comprensión de sus percepciones sobre los riesgos que supone el uso excesivo de pesticidas puede ser un aspecto relevante para la modificación de su comportamiento hacia la reducción del uso de tales productos y para la adopción de prácticas de manejo integrado de plagas (Jallow et al., 2017; Khan et al., 2021).

Sharifzadeh et al. (2018) investigaron sobre los criterios que pueden tener los agricultores para seleccionar y usar plaguicidas para el control de plagas en Mazandaran, Irán. Para ello, los autores encuestaron a 411 agricultores, quienes manifestaron en su mayoría la dependencia del uso de plaguicidas, mientras que sólo el 24,8% de los encuestados señaló tener experiencia con tácticas de MIP. Entre los

resultados, los autores también señalaron que la mayoría de los agricultores (84,9%) no usaba protección para la aplicación de plaguicidas. Entre los principales criterios seleccionados por los encuestados en esta investigación se identificaron: los pesticidas pueden controlar todas las plagas, los pesticidas sólo atacan plagas objetivo, asequibilidad de uso de los pesticidas, los pesticidas matan rápidamente y es evidente la efectividad de los pesticidas.

Shammi et al. (2020) evaluaron los niveles de percepción y comportamiento de los agricultores sobre el uso de pesticidas y sus riesgos relevantes para el ambiente y la salud humana en dos áreas de Bangladesh. Del análisis de 150 cuestionarios se obtuvo que en cuanto al equipo de protección personal, los agricultores utilizan solo un trozo de tela para cubrirse la cara, no usan equipo protector tradicional como mascarilla, calzado, guantes y cobertor corporal. Sobre la percepción del peligro en el uso de plaguicidas para el ambiente, los agricultores manifestaron en su mayoría (>65%) que la aplicación de plaguicidas disminuyó la fertilidad del suelo y el 83% de los agricultores de una de las localidades indicó que se produjo contaminación del agua superficial como consecuencia del uso de plaguicidas. Además, los agricultores pudieron percibir que el uso excesivo de pesticidas destruyó numerosos insectos depredadores. Los autores señalaron, entre sus conclusiones, que la contaminación ocasionada por plaguicidas y los consecuentes problemas de salud ocupacional de los agricultores constituyen un problema grave para Bangladesh, así como también para el resto de países en desarrollo.

Para evaluar el conocimiento, actitud y prácticas relacionadas con el uso de insecticidas en Punjab, Pakistán, (Bakhtawer, 2021) encuestó a 300 agricultores para obtener información sobre la aplicación de métodos químicos, biológicos o la combinación de ambos. Entre los resultados, los autores señalaron que el 93% de los entrevistados no conocía sobre el modo de acción y composición química de los productos químicos utilizados como insecticidas y tampoco mostraron conocimiento sobre las ventajas del control biológico, lo cual se atribuyó a la falta de formación y conciencia en el uso de plaguicidas, así como los problemas que genera su uso continuo en la aparición de otras plagas, el desarrollo de resistencia y los riesgos a la salud humana y ambiental. En esta investigación también se destacó que solo el 12% de los encuestados manifestó tener capacitación en el uso seguro de insecticidas, los

cuales generalmente se seleccionan y utilizan según recomendación de las empresas agrícolas.

Yang et al. (2014), con el propósito de evaluar el nivel de conocimiento y conciencia de agricultores y minoristas sobre los riesgos del uso de plaguicidas, utilizaron cuestionarios para 209 agricultores y 20 minoristas en dos regiones rurales de China. Entre los resultados se señaló que más del 40% de los agricultores de las dos regiones indicó que raras veces se almacena pesticidas en casa, éstos se compran cuando se considera necesario. El 20% de los agricultores de ambas regiones señaló no tener precauciones después de la aplicación de los pesticidas y más del 75% de los agricultores descarta los contenedores vacíos cerca de los campos donde preparan los productos para su aplicación. Entre las medidas de protección se destacó el lavado de manos como la más común (> 70%), con relación al uso de mascarillas, ducha y cambio de ropa. Entre sus conclusiones, los autores indicaron que a pesar de que se toman algunas medidas de protección, los agricultores desconocen los riesgos potenciales del uso de plaguicidas y tienen conciencia limitada sobre los peligros en el uso de estos productos para la salud humana y el ambiente.

Rijal et al. (2018) evaluaron el conocimiento de los productores de vegetales sobre la seguridad de los pesticidas y las prácticas de manejo en Nepal. Entre los resultados, los autores destacaron que el 80% de los encuestados utilizaba plaguicidas químicos para controlar insectos plaga en sus cultivos, mientras que el 16% aplicaba otros métodos de control (biológico, cultural y mecánico). Además, los agricultores encuestados en esta investigación no consideran los valores de umbral económico para la decisión de aplicación de los productos; la mayoría (54%) aplica pesticidas inmediatamente después de la primera aparición de insectos plaga, mientras que el 18% de los productores aplica el químico antes de la llegada de la plaga. Los autores argumentan que tales aspersiones preventivas pueden deberse a la falta de conocimiento sobre la biología de la plaga y el umbral económico.

En la investigación de Rijal et al. (2018) también se determinó que los agricultores en su mayoría (86%) utilizaban un equipo de protección personal para manipular los plaguicidas, a pesar del poco conocimiento sobre la etiqueta y características de estos químicos. En cuanto al equipo de protección utilizado, éste se

trataba de mascarilla, guantes, ropa de manga larga y zapatos. El 34 % de los encuestados solo usó mascarilla, el 52% uso todo lo contemplado en el equipo de protección y el restante 14% no usó ningún tipo de equipo protector. De acuerdo con los autores, el problema de falta de uso de equipo de protección durante las fumigaciones ha sido reportado en varias investigaciones y los casos de intoxicación por plaguicidas pueden ser comunes sobre todo en países en desarrollo.

Bhandari et al. (2020) encuestaron a 100 agricultores comerciales de Dhading, Nepal para obtener información sobre la percepción y el conocimiento sobre el uso de pesticidas y sus riesgos a la salud. La mayoría de encuestados (84%) prefiere utilizar pesticidas químicos debido a su respuesta rápida, mientras que el 16% de los agricultores justifica su uso por la facilidad y la preferencia que tiene el consumidor por los productos visualmente atractivos. En cuanto a los riesgos a la salud, los autores indicaron que la mayoría de agricultores encuestados no tiene conocimiento sobre el manejo seguro de los plaguicidas; como equipo de protección personal utilizan principalmente la máscara (83%) y el 43% de los agricultores arroja los envases de plaguicidas en un lugar secreto.

Kumela et al. (2019) investigaron sobre el conocimiento, percepciones y prácticas de manejo de *Spodoptera frugiperda* L. en Etiopía y Kenia. Para ello, los autores encuestaron a 343 productores de maíz. Entre los resultados se reportó que la mayoría de agricultores de Kenia (60%) percibió baja efectividad de los insecticidas para controlar el gusano cogollero, mientras que el 46% de los agricultores de Etiopía percibió que las aplicaciones químicas eran efectivas para controlar esta plaga. Los autores destacaron en sus conclusiones la importancia de considerar el conocimiento de los agricultores sobre la plaga, los factores socioeconómicos y las prácticas de manejo para el diseño de estrategias de control innovadoras.

Khan et al. (2021) analizaron las intenciones de los agricultores de Multan, Pakistán de adoptar el manejo integrado de plagas. Para ello, los autores encuestaron a 301 productores. Entre los resultados de esta investigación se señaló que la mayoría de agricultores depende de los plaguicidas para el control de plagas (79,4%). Sobre la intención de los agricultores en Pakistán de adoptar el manejo integrado de plagas se destacó que la misma pudiera estar influenciada por el conocimiento adverso que

tienen sobre los pesticidas, lo que supone que cuanto más sepan los agricultores sobre lo dañino que pueden ser los pesticidas, más probable es que busquen opciones más seguras en el control de plagas.

1.2. Categorías fundamentales

1.2.1. Conocimiento de los riesgos del uso de plaguicidas químicos

Se ha señalado que el uso de plaguicidas químicos ha aumentado en un 9% o más por hectárea en la mayoría de países en desarrollo (Bakhtawer, 2021). El control químico es con frecuencia la táctica más utilizada en los programas de manejo integrado (Deguine et al., 2021). Muchos agricultores dependen de la aplicación de plaguicidas químicos para proteger a sus cultivos de los ataques de plagas sin conocimiento de las consecuencias negativas de estos productos químicos (Bakhtawer, 2021).

La evaluación del conocimiento que tienen los agricultores sobre el manejo seguro de pesticidas puede proporcionar información importante para mejorar la concientización de los mismos mediante programas de capacitación para el abordaje de sus necesidades en la producción agrícola (Rijal et al., 2018; Damalas y Koutroubas, 2017). Los agricultores que reciben capacitación pueden tener mayores niveles de conocimiento sobre los pesticidas y mantener un comportamiento de seguridad, lo que puede incidir en la menor exposición ocupacional a los pesticidas (Damalas y Koutroubas, 2017).

El manejo inadecuado junto al uso indiscriminado de los plaguicidas puede aumentar los riesgos y gastos relacionados con la salud para agricultores y consumidores (Rijal et al., 2018). Cientos de casos de envenenamiento en países en desarrollo son atribuidos a los plaguicidas, los cuales generalmente ocurren por falta de información y capacitación sobre los efectos nocivos de estos productos (Damalas y Koutroubas, 2017). El poco conocimiento sobre el manejo de pesticidas y el manejo de plagas puede condicionar al agricultor a hacer un uso repetido del mismo pesticida sin tomar en cuenta los problemas de resistencia de plagas que se pueden generar (Rijal et al., 2018).

La percepción de los agricultores sobre los riesgos del uso de los plaguicidas puede ser variable. En este proceso pueden influir diversos factores relacionados con el entorno en el que se encuentra el agricultor, dado que el patrón de pensamiento está determinado por aspectos socioculturales (Damalas y Koutroubas, 2017). En la investigación de Abdollahzadeh et al. (2016) se encontró que apenas una tercera parte de los agricultores encuestados consideró que los plaguicidas tienen efectos negativos para la salud humana y el ambiente, mientras que otras fracciones de encuestados señalaron que los plaguicidas no tienen efectos dañinos (13%), o pueden ser levemente dañinos (41,2%), o desconocían los efectos negativos de los pesticidas (11,5%).

El uso de equipo de protección personal es indispensable para reducir la exposición a pesticidas, su uso apropiado y el conocimiento de los peligros potenciales de los plaguicidas deben ser requisitos para el personal que manipula estos productos químicos (Rijal et al., 2018). Estos equipos de protección pueden minimizar los efectos del uso de plaguicidas en la salud, dado que de no usarse tal protección, el producto químico puede entrar por las diferentes aberturas del cuerpo y acumularse en los tejidos grasos (Bhandari et al., 2020).

Para una agricultura sostenible se requiere reducir el uso de insecticidas, controlando el ataque de plagas en los cultivos mediante otras alternativas (Bakhtawer, 2021). Si los agricultores están conscientes de los efectos de los plaguicidas, la adopción de otras estrategias menos perjudiciales, tal como el control biológico puede ser favorecida; por otra parte, si se considera la ineficiencia que puede percibirse en el control de plagas y los altos precios de los productos químicos disponibles, la estrategia de control biológico puede ser percibida positivamente (Abdollahzadeh et al., 2015). El control biológico puede adoptarse junto con el control químico para lograr sostenibilidad, pero se requiere la concientización pública para brindar el conocimiento que los agricultores requieren sobre el uso de plaguicidas químicos (Bakhtawer, 2021).

1.2.2. Factores que influyen en el uso de estrategias de manejo de plagas

Las decisiones que toman los agricultores en torno al uso de las estrategias de manejo de plagas pueden estar influenciadas por diversos factores. Según Abdollahzadeh et al. (2016), con la adopción de una innovación agrícola, los

agricultores esperan el logro de metas personales que pueden incluir objetivos económicos, sociales y ambientales; las decisiones sobre el uso de la tierra no solo se toman con base al contexto comercial (precios de productos y costos de insumos), sino también en un contexto personal. En esta área personal, la toma de decisiones de los agricultores está en función de sus motivaciones intrínsecas y se relaciona con las condiciones individuales y sociales en las que actúan los agricultores, el conocimiento, habilidades y las dimensiones psicológicas (Abdollahzadeh et al., 2015).

a. *Factores personales*

El nivel de educación y el tiempo de dedicación al trabajo del agricultor, además del tamaño de la plantación son factores que pueden influir positivamente en la percepción que sobre el uso de los enemigos naturales pueda tener el agricultor (Martínez-Sastre et al., 2020). Agricultores con mayor nivel de educación, experiencia y contactos de extensión pueden estar a favor del control biológico (Abdollahzadeh et al., 2015).

Pacheco Jiménez (2022) evaluó la influencia de variables como edad, nivel de educación y tiempo de capacitación en la adopción del sistema de producción agroecológica. Entre las argumentaciones de esta investigación se señaló que los agricultores con nivel de escolaridad primaria o ciclo básico fueron los primeros en adoptar la tecnología, lo cual atribuyó a que la capacitación en la adopción de las prácticas apropiadas en el manejo de suelo, agua, cultivos, animales y comercialización fue facilitada en la década de los 80 y los agricultores demostraron la comprensión del sistema de producción agroecológico. La autora agregó que los agricultores consolidados con este sistema de producción tenían el mayor tiempo de haber adoptado este sistema y recibieron el mayor tiempo de capacitación.

En la investigación de Khan y Damalas (2015) se determinó el comportamiento ambientalmente racional en el control de plagas por influencia de factores como educación, capacitación y edad. Los autores encontraron que la educación y capacitación fueron determinantes de este comportamiento, de modo que altos niveles de educación y capacitación pueden bajar el interés en el uso de pesticidas; la edad no fue un predictor significativo del comportamiento ambientalmente racional en el control de plagas.

Agricultores con educación pueden ser más conscientes de la importancia de la información técnica relacionada con el control de plagas e intentan tomar mejores decisiones y más acertadas sobre el uso de plaguicidas considerando criterios de información y concientización, pudiendo obtener el conocimiento necesario de varias vías y recursos tales como extensión local, asesoría de expertos y otros agricultores (Sharifzadeh et al., 2018).

b. *Factores socioeconómicos*

Pacheco Jiménez (2022) encontró correlación significativa entre la pertenencia a una o más organizaciones y la etapa de adopción del sistema de producción, lo que argumentó con el señalamiento de que el capital social puede aumentar cuando se forma parte de una organización, lo cual influye en la adopción.

En la investigación de Abdollahzadeh et al. (2016) se evaluaron las motivaciones de los agricultores según el género. Se determinó que las mujeres preferían motivaciones asociadas con el mantenimiento de la salud, mientras que los hombres prefirieron motivaciones relacionadas con el beneficio económico y la aceptación social; además, la membresía en asociaciones locales favoreció la motivación para la aceptación social, así como la asistencia a programas de extensión favoreció las motivaciones asociadas con el mantenimiento de la salud, aceptación social y protección del ambiente. También se encontró que los agricultores que implementaron programas de control biológico tendieron a tener motivaciones más fuertes para el mantenimiento de la salud y el beneficio económico.

Según Pacheco Jiménez (2022), el nivel económico de los agricultores de Cotopaxi, Ecuador no se correlacionó con la etapa de adopción del sistema productivo, lo que demuestra que la adopción de prácticas agroecológicas no se asocia al nivel económico del agricultor, lo cual se explica considerando que la adopción de estas prácticas no requiere inversiones altas por parte del productor, sino más bien consiste en la adopción de prácticas que resten dependencia de insumos externos. Por su parte, Khan y Damalas (2015) de acuerdo a los resultados de su investigación, señalaron que factores como el tamaño de la finca y el nivel de ingresos no fueron predictores significativos del comportamiento ambientalmente racional en el control de plagas.

1.2.3. Conocimiento sobre los métodos sustentables de manejo de plagas

a. Conocimiento y eficiencia de los principales métodos sustentables

Según (Baker et al., 2019) no todas las tecnologías que aumentan la productividad están libres de ocasionar efectos negativos en la sostenibilidad a largo plazo, lo que justifica la necesidad de desarrollar enfoques productivos, estables, resilientes y sostenibles. En la agricultura sostenible se emplean técnicas que deben adecuarse a las necesidades locales y ayudan a los agricultores en su implementación a través de la capacitación y retroalimentación (Zepeda Jazo, 2018).

Por otra parte, las prácticas de control de plagas existentes requieren ser simplificadas y los agricultores necesitan mayor educación sobre el uso de alternativas de control de plagas (Samada y Tambunan, 2020). Los métodos sustentables se desarrollan para responder a condiciones particulares, área o región con características propias comunes, de modo que se requiere conocimiento y estudios experimentales en las condiciones locales antes de la adopción de algún programa de manejo de plagas (Zepeda Jazo, 2018).

Con el Manejo Integrado de Plagas (MIP) se propone la integración de diferentes técnicas de manejo de plagas (prácticas de cultivo regulares junto con medios genéticos, físicos, biológicos y químicos), así como también se promueve la viabilidad socioeconómica y la reducción en el uso de pesticidas químicos, con la intención de minimizar los riesgos al ambiente y la salud pública (Deguine et al., 2021). El éxito de la implementación del MIP dependerá de factores económicos y sociales de los agricultores, así como de los servicios de asesoramiento agrícola y los enfoques colectivos de los múltiples actores del sistema (Barzman et al., 2015).

En el MIP, la combinación de tácticas de control en estrategias de gestión puede generar resultados efectivos y sostenibles, por ello la investigación y extensión debe favorecer estrategias que integren una variedad de métodos (Barzman et al., 2015). Otro aspecto importante para el MIP es lograr que las técnicas implementadas (principalmente químicas y biológicas) sean compatibles y sinérgicas (Deguine et al., 2021).

El MIP plantea un enfoque sustentable, con su aplicación se pretende garantizar la viabilidad económica del productor y del consumidor, la seguridad ambiental a través del uso equilibrado de las opciones de control de plagas disponibles y la aceptabilidad social, dado que los alimentos producidos bajo el concepto de MIP son seguros y asequibles (Dara, 2019). Tanto el MIP como la agricultura orgánica plantean enfoques con miras a la reducción de la dependencia de los plaguicidas (Baker et al., 2019).

El control biológico de insectos, como componente central de la agroecología, representa una estrategia invaluable que puede contribuir con la regeneración de los sistemas agrícolas el mundo; como alternativa benéfica a los plaguicidas sintéticos, la estrategia de biocontrol favorece la producción rentable de productos agrícolas saludables y nutritivos de sistemas agrícolas biológicamente diversos (Wyckhuys et al., 2019). El control biológico es fundamental para el MIP y representa una oportunidad ecológicamente sustentable para ambos sistemas agrícolas, orgánico y convencional (Baker et al., 2019).

Se ha hecho referencia al manejo de plagas climáticamente inteligente (CSPM, por sus siglas en inglés). Este concepto representa un enfoque intersectorial cuyo objetivo es la reducción de las pérdidas de cultivos ocasionadas por plagas, además de mejorar los servicios ecosistémicos, reducir la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de alimento producido y fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático; con ello se pretende que la producción de cultivos, junto a las áreas de extensión, investigación y políticas puedan actuar coordinadamente hacia sistemas de producción de alimentos más eficientes y resilientes (Heeb et al., 2019).

Sobre la agricultura de precisión, Santillán y Rentería (2018) la definen como un sistema empleado para el análisis y control de la variación espacio-temporal del cultivo y la superficie del terreno; se diferencia de la agricultura convencional en que ésta última considera que el terreno de siembra es homogéneo y se aplican los insumos considerando los valores promedio de la superficie, lo cual aumenta los costos de inversión y el impacto ambiental.

En la agricultura de precisión se detecta, recopila y transfieren datos a una estación de control para la toma de decisiones que mejoren el rendimiento de cultivos y aseguren un crecimiento sostenible; para ello se pueden utilizar tecnologías que consisten en redes formadas por sensores que facilitan el monitoreo remoto de parámetros como temperatura, humedad relativa y luminosidad para la supervisión de los cultivos (Rodríguez et al., 2017).

Con la presión ejercida sobre el sector agrícola dada por la continua expansión de la población humana, tecnologías como la agricultura de precisión han ganado popularidad en el mundo actual (Bonilla Segovia et al., 2021). La agricultura de precisión, también llamada agricultura digital, utiliza enfoques intensivos en datos para impulsar la productividad agrícola y minimizar su impacto ambiental, esto con el uso de sensores que permiten la generación de datos que favorecen la mejor comprensión del entorno e interacciones del cultivo, suelo y clima, que conduce a la mayor precisión y rapidez en la toma de decisiones (Liakos et al., 2018).

La comprensión de las percepciones de los agricultores sobre los beneficios de las tecnologías de agricultura de precisión, así como el conocimiento sobre los factores que influyen en su adopción proporcionará información importante tanto para los proveedores de tecnología, como para los entes encargados de la educación y desarrollo de programas educativos que beneficien a los agricultores en la adopción de tecnologías que puedan mejorar los rendimientos de sus cultivos (Thompson et al., 2019).

b. Adopción de métodos sustentables para el manejo de plagas

Con la intención de minimizar los impactos adversos del uso de pesticidas, los agricultores están recurriendo a métodos alternativos para proteger sus cultivos, tales como medidas biológicas y prácticas culturales, reducir las aplicaciones de pesticidas y utilizar plaguicidas de riesgo reducido para avanzar hacia el enfoque sistémico con base en principios ecológicos (Baker et al., 2019).

Se ha señalado el uso de plaguicidas biológicos como herramienta potencialmente importante en el MIP (Constantine et al., 2020). Los biopesticidas son productos naturales de organismos vivos que incluyen plantas, nematodos, minerales

y microorganismos como bacterias, hongos y virus, cuya acción puede reducir o limitar las poblaciones de plagas; sin embargo, su implementación es limitada comparado con los pesticidas químicos sintéticos, lo que puede deberse a los elevados costos de producción, poca estabilidad en el almacenamiento y a la susceptibilidad a las condiciones ambientales (Samada y Tambunan, 2020).

Bajo el enfoque del MIP, el agricultor debe tomar una decisión apropiada para el manejo de plagas. Para ello, el conocimiento de varias opciones de control, aspectos biológicos y ecológicos de la plaga, así como la idoneidad de los recursos disponibles serán requeridos; sin embargo, su implementación puede verse limitada por la falta de conocimientos, recursos o beneficios económicos inmediatos (Dara, 2019). En países en desarrollo, la adopción del MIP es baja y su uso es afectado por factores sociales y psicológicos que pueden afectar las intenciones de los agricultores, de modo que se requieren políticas relevantes para alentar el uso de esta estrategia por los agricultores en países en desarrollo (Rezaei et al., 2019).

Desde su concepción, el MIP no se ha adoptado satisfactoriamente, sus bajos niveles de adopción por parte de los agricultores y su difusión insuficiente se han asociado con factores relacionados con los contextos agrícolas locales (Deguine et al., 2021). Se ha señalado como barrera importante la falta de conocimiento, dado que muchos agricultores desconocen la existencia de agentes de control biológico para el control de insectos, lo que se agrava con la ausencia de suficiente información accesible al público y la idea errónea e indiferencia general hacia los invertebrados entre el público general (Wyckhuys et al., 2019).

Baker et al. (2019) señalan que las barreras para la adopción del MIP son generalmente los mismos obstáculos que se presentan para el uso del control biológico y entre ellos se encuentran los altos costos directos comparado con los beneficios para los usuarios, poco reconocimiento de los costos indirectos debidos a estrategias de mayor riesgo a la salud y al ambiente, información incompleta, alto costo de fallas de control ocasional y mayor confiabilidad de las opciones de plaguicidas convencionales.

A pesar de las críticas recibidas sobre el MIP y el señalamiento de bajas tasas de adopción, Lamichhane et al. (2018) han indicado que el MIP es un concepto

dinámico en el cual las partes interesadas promueven la necesidad de reflexión sobre la capacidad de adaptar el sistema a las necesidades actuales. Los indicadores reportados sobre niveles de adopción del MIP quizás requieran herramientas que permitan medir la adopción por parte de los agricultores, de modo que tanto la investigación como la política deben considerar el desarrollo de indicadores simples y fácilmente aplicables, lo que pudiera contribuir con el aumento de la confianza de esta tecnología en los consumidores y minoristas (Lamichhane et al., 2018).

Por otra parte, Bottrell y Schoenly (2018) señalan que aunque la tasa de adopción del MIP en los países en desarrollo es baja, este sistema ofrece potencialmente la mejor vía para la protección económicamente eficiente de los cultivos, con una productividad agrícola sostenible y minimización de los peligros a la salud y ambiente, sin embargo, el principal reto es el diseño de sistemas de comunicación y apoyo que brinde a los agricultores con recursos limitados la posibilidad de probar, adoptar y mantener un MIP que mejore los rendimientos de sus cultivos.

1.3. Objetivos

Objetivo general:

Diagnosticar el nivel de conocimiento de los productores de especies frutales sobre las alternativas convencionales para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate.

Objetivos específicos:

- Determinar el grado de conocimiento sobre los riesgos del uso de plaguicidas químicos en los productores de especies frutales en el cantón Patate.
- Establecer los factores que influyen sobre el uso de medidas de manejo de plagas en los productores de especies frutales en el cantón Patate.
- Reconocer el nivel de conocimiento sobre la existencia y eficiencia de los métodos sustentables de manejo de plagas de los productores de especies frutales en el cantón Patate.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del estudio

El estudio sobre el diagnóstico del conocimiento sobre el manejo de plagas fue realizado en el cantón Patate (localización 1°19'00"S y 78°31'00"O) y donde la agricultura es una de las principales actividades productivas, resaltando los rubros frutícolas como mandarina, aguacate, durazno, babaco, tomate de árbol, guayaba, níspero.

2.2. Modalidad de la investigación

La investigación fue conducida bajo la modalidad de un estudio de campo (Hernández-Sampieri et al., 2014), la cual contempla la aplicación de una encuesta que fue diseñada para abordar el tema del conocimiento que tienen los productores de especies frutales del cantón Patate sobre el manejo de plagas.

2.3. Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados y con lo señalado por Hernández-Sampieri et al. (2014), la investigación fue de tipo no experimental, transversal con el fin de hacer un diagnóstico de la variable manejo de plagas en cultivos frutícolas dentro de la población en estudio.

2.4. Población y muestra

De acuerdo con Luis (2004) y Hernández-Sampieri et al. (2014), se considera población al grupo de personas u objetos susceptibles a ser estudiados a través de una o muchas variables de investigación, mientras que cuando se estudia una parte de esta población se denomina muestra poblacional, la cual debe ser representativa para poder inferir sobre el comportamiento de la población total.

2.5. Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} = \frac{(1.645)^2 * 0.5 * 0.5}{0.01^2} = 67$$

Donde

Z= Nivel de confianza (90%, equivalente a un $z= 1,645$)

e= nivel de error (10%)

p = probabilidad de éxito (0,5)

q= probabilidad de fracaso (0,5).

Por tanto, el tamaño de muestra será de 67 encuestados

2.6. Recolección de la información

Para hacer el diagnóstico sobre la forma cómo los productores de especies frutales de Patate se aplicó una encuesta estructurada que incluyó preguntas tanto abiertas como preguntas cerradas. Para garantizar que todos los individuos tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados en el estudio, la muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico de tipo aleatorio simple (Otzen y Manterola, 2017). Para hacer la selección se realizó una reunión con los agricultores interesados para socializar el objetivo del estudio y cada agricultor fue enumerado para luego ser seleccionados mediante la emisión de números aleatorios a los participantes a quienes se aplicó el instrumento de medición (Hernández-Sampieri et al., 2014).

2.7. Diseño de la encuesta

La encuesta utilizada en este estudio fue previamente validada y aplicada en estudios similares en varios estados del Brasil y actualmente se está comenzando a aplicar en el Ecuador, iniciando en la provincia de Tungurahua.

Esta encuesta fue diseñada con seis secciones que se describen a continuación:

Sección 1: Información familiar del entrevistado en la que se recolectó información sobre identificación del entrevistado, sexo, fecha de nacimiento, nivel de educación,

Sección 2: Actividades agrícolas y la toma de decisiones; se preguntó sobre quien o quienes toman las decisiones en cuando a la producción agrícola, destino y forma de comercialización de la producción.

Sección 3. Problemas de plaga observados en los cultivos: en esta sección se obtuvo información relacionada con el tipo de cultivos, nombre de plagas asociadas y medidas

sanitarias tomadas por el agricultor y la percepción de los agricultores respecto a las medidas de uso de agroquímicos

Sección 4: Riesgo del uso de agroquímicos, con lo cual se intentó determinar el nivel de conciencia del agricultor respecto a los posibles efectos negativos de los agroquímicos sobre la salud y el ambiente.

Sección 5: Uso de métodos de control alternativos para el manejo de las plagas agrícolas: con esto se obtuvo información sobre el conocimiento de los agricultores sobre otros métodos de manejo de plagas, tales como control biológico, uso de extractos de plantas, entre otros bioplaguicidas.

Sección 6: Capacitación y apoyo institucional: para determinar si los agricultores reciben capacitación continua sobre el manejo de plagas y si cuentan con apoyo de financiamiento de cooperativas agrícolas

La encuesta se encuentra adjunta al final de este documento (Anexo 1).

2.8. Análisis estadístico

Los datos de la encuesta fueron codificados para realizar los cálculos de frecuencias y relación de variables a través de prueba de chi cuadrado de Pearson ($p < 0,05$) usando el paquete estadístico SPSS versión 22.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Información familiar del entrevistado

En la muestra de agricultores evaluada el mayor porcentaje se correspondió con agricultores hombres (73,8 %) y solo una pequeña proporción fueron mujeres (26,2 %) con edad promedio de 44,9 años, sin embargo, la mayor cantidad de personas se ubicó entre 31 y 52 años; así mismo, un 52,3% dijo tener estudios secundarios, seguido de agricultores con estudios superiores (26,2 %) y estudios primarios (21,5 %) (Tabla 1).

Tabla 1. Características sociodemográficas de los agricultores en el cantón Patate, período diciembre 2022 – febrero 2023

Variable	n (porcentaje)
<i>Género</i>	
Femenino	17 (26,2 %)
Masculino	48 (73,8 %)
<i>Edad (años)</i>	
≤ 30	10 (15,9 %)
31,0 – 52,3	36 (57,1 %)
52,3 – 74,7	16 (25,4 %)
≥ 74,7	1 (1,6 %)
<i>Grado de instrucción formal</i>	
Primaria	14 (21,5 %)
Estudios secundarios	34 (52,3 %)
Superior	17 (26,2 %)

3.2. Actividades agrícolas

Entre los cultivos frutícolas principalmente cultivados en el cantón Patate se encuentran el aguacate, babaco, mandarina, durazno y tomate de árbol, mientras que otros rubros como mora, fresa, claudia y guaba fueron observados con menos frecuencia (Fig. 1).

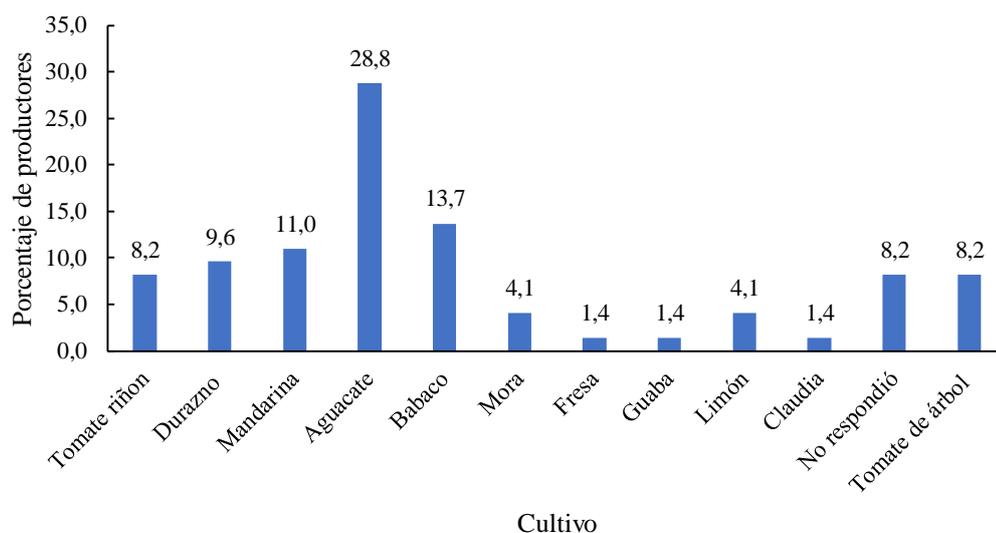


Figura 1. Principales cultivos hortícolas producidos en el cantón Patate durante período diciembre 2022 – febrero 2023

En los principales cultivos, los agricultores encuestados señalaron a ácaros, chinche, gusano trozador, gusano alambre, gusano cogollero, mosca blanca, gusano blanco, minador, pulgones como principales plagas (Tabla 2).

Tabla 2. Superficie sembrada y productividad promedios en cultivos comúnmente sembrados en el cantón Patate

Cultivo	Área (m ²)	Productividad (kg)	Principales plagas
Aguacate	4466,1	11660,1	Ácaros, chinche, gusano trozador, gusano alambre, gusano cogollero, mosca blanca, gusano blanco, minador
Babaco	4615,5	11871,8	Ácaros, nemátodos, mosca blanca, pulgón
Durazno	4519,3	11073,1	Gusano blanco, chinche, gusano, minador
Fresa	1500,0	3000,0	Trips
Guaba	1200,0	2000,0	Gusano cogollero
Limón	4252,1	9569,9	Ácaros, trips
Mandarina	4574,2	12100,8	Gusano, gusano minador, gusano alambre, ácaros, gusano trozador
Mora	4516,7	10534,8	Ácaros
Claudia	100	100	No reportan
Tomate de árbol	4219,1	9707,9	Paratrioza, mosca blanca, nemátodos, palomilla

En cuanto a las condiciones de las plagas agrícolas, la totalidad de los encuestados respondió que el problema del ataque de plagas ha aumentado en los últimos tres años y entre las razones que han causado este aumento, ellos mencionaron que existe una mayor resistencia a los plaguicidas usados, aparición de nuevas plagas, menor eficiencia de los plaguicidas químicos, efectos del cambio climático y mayor resistencia de las plagas (Fig. 2).



Figura 2. Principales causas identificadas por los agricultores de Patate respecto al problema de las plagas agrícolas

Con relación a las decisiones relacionadas con las actividades agrícolas se detectó que el mayor porcentaje de los agricultores (89,2%) dijo tomar sus decisiones sin consultar con nadie más y solo un 9,2% manifestó que consultaba con su esposo (a) (Fig. 3A). En cuanto la proporción de la producción que es destinada a la comercialización se encontró que el 98,5% destina más del 60% de su producción a ser vendida, principalmente en los mercados locales, mientras que apenas un 3,1 y 1,5 % son destinados a exportación o ventas dentro de la comunidad (Fig. 3 B y C). Además, se detectó que el almacén agrícola representó la fuente de información más usada por los productores agrícolas del cantón Patate, mientras que el ingeniero agrónomo, líderes agrícolas no son considerados como fuente confiable (Fig. 3D).

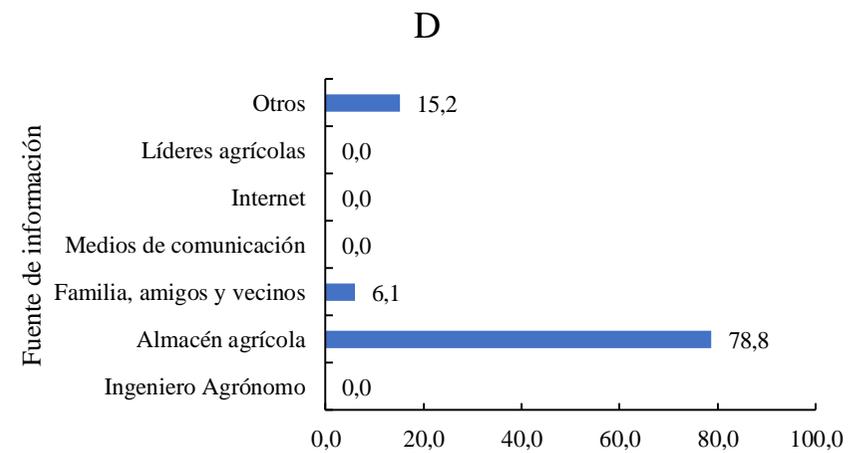
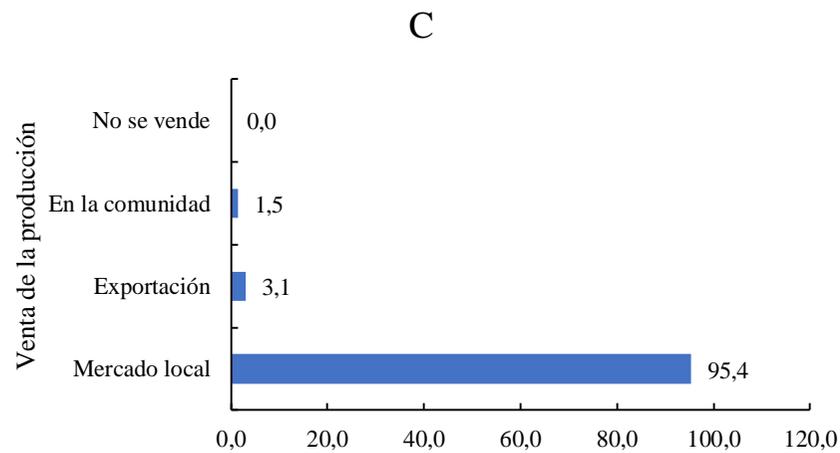
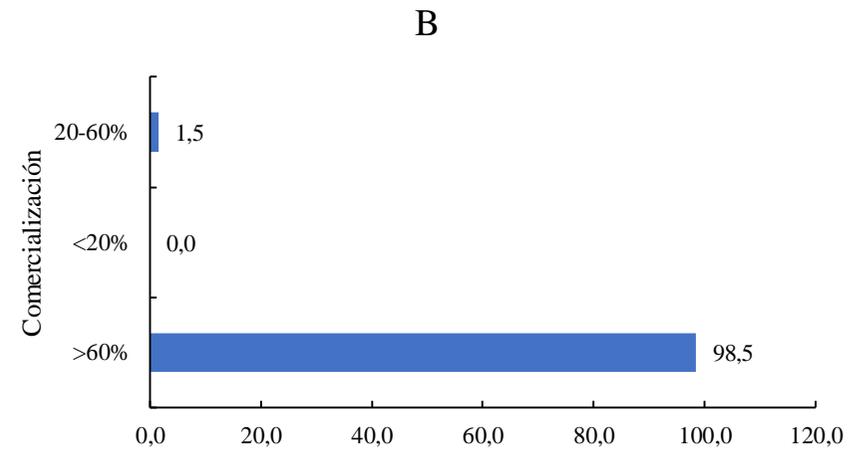
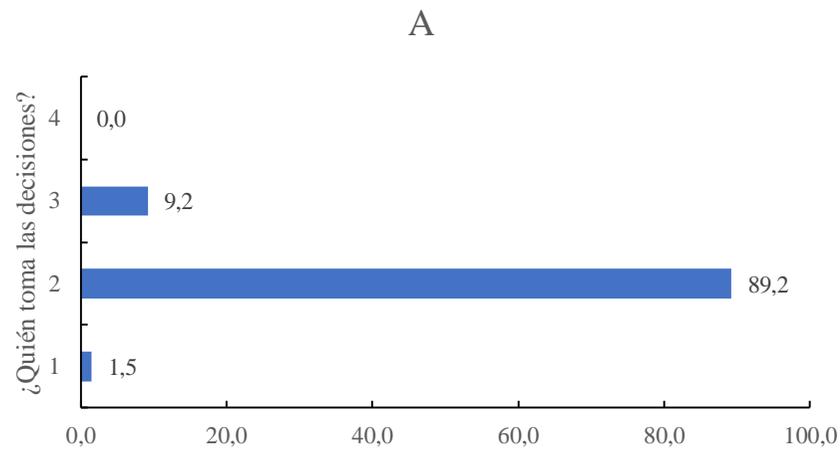


Figura 3. Aspectos relacionados con las actividades agrícolas de los agricultores del cantón Patate relacionados con la toma de decisiones (A), comercialización de la producción (B), venta de la producción (C) y fuentes de información usadas (diciembre 2022 – febrero 2023)

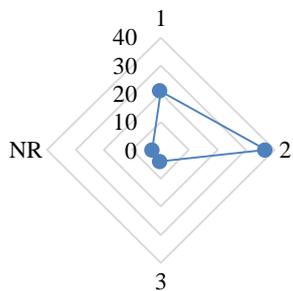
3.3. Riesgo del uso de agroquímicos

3.3.1. Percepción sobre los plaguicidas

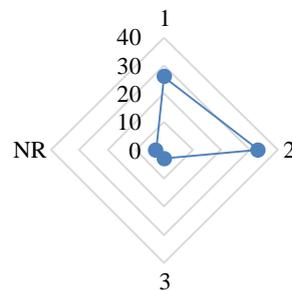
En cuanto a la percepción que tienen los agricultores encuestados en el cantón Patate se encontró que un alto porcentaje no parece percibir los beneficios en cuanto a la eficacia en el control de plagas de diferentes grupos y que este tipo de productos sean fácilmente encontrados en cualquier almacén agrícola (Fig. 4A-C). Por el contrario, un alto porcentaje estuvo de acuerdo en señalar que entre las ventajas de los plaguicidas químicos se incluyen su potencial para aumentar la productividad, estimular el crecimiento de las plantas y que surten un efecto rápido (Fig. 4 D-F).

Contrariamente, entre las percepciones negativas que tienen los agricultores sobre los plaguicidas están el alto costo de estos productos, además se requiere de capacitación especializada y son potencialmente dañinos al ambiente (Fig. 5A-C). Por otra parte, la mayoría sostiene que no consideran que sean potencialmente peligrosos al manipularlos ni que sean difíciles de manejar y aplicar (Fig. 5 D-E).

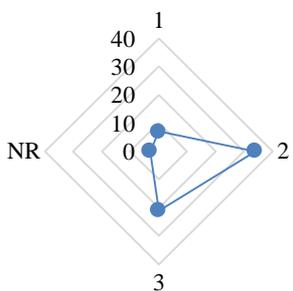
A. Son eficaces en el control de plagas y enfermedades



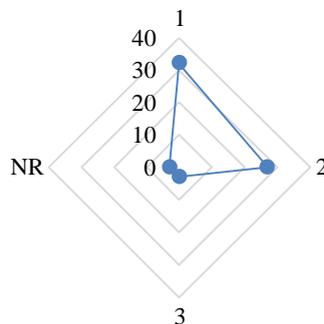
B. Son efectivos para el control de varias plagas



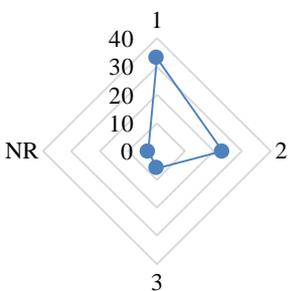
C. Se encuentran fácilmente en cualquier almacén agrícolas



D. Aumentan la productividad



E. Estimulan el crecimiento de las plantas



F. Surten efecto rápido

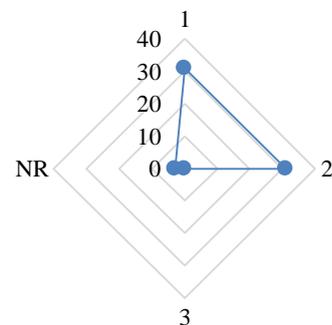


Figura 4. Percepción de los productores del cantón Patate sobre los beneficios del uso de productos químicos para el manejo de plagas

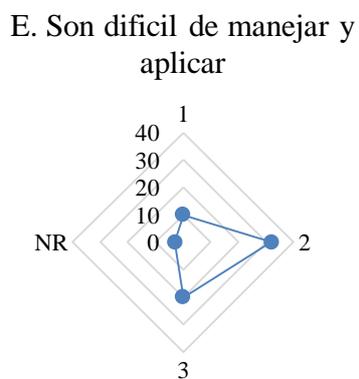
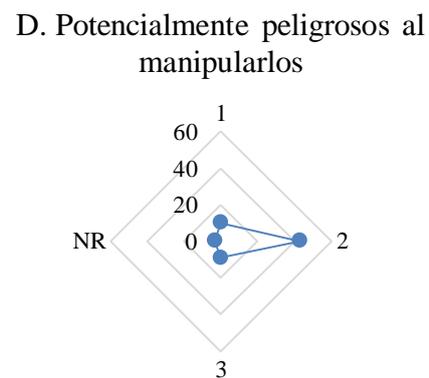
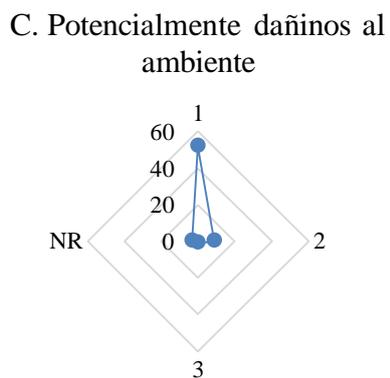
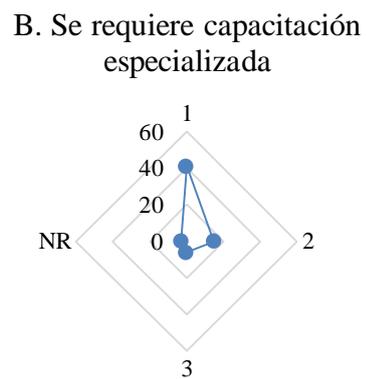
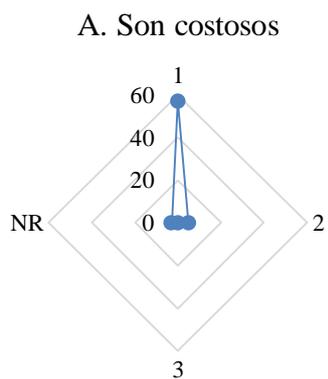


Figura 5. *Percepción de los productores de hortalizas del cantón Patate sobre los aspectos negativos del uso de productos químicos para el manejo de plagas*

3.3.2. Percepción del agricultor sobre los riesgos ambientales y de salud causado por plaguicidas

Es de resaltar que, de acuerdo con los resultados, la mayor parte de los agricultores no consideran que exista alto riesgo del uso de plaguicidas sobre la salud del aplicador ni de otras personas en la finca ni vecinos y les resulta indiferente el posible daño sobre la seguridad de los alimentos (Fig. 6 A-D). De la misma manera, la mayoría de los agricultores parecen no percibir el riesgo de los plaguicidas sobre la calidad de los elementos ambientales como agua, del aire y suelo (Fig. 7A-C) y sobre los enemigos naturales, salud de los animales domésticos y de la fauna silvestre (Fig. 7 D-F).

En un estudio realizado por Ponce-Caballero et al. (2022) en México demostraron que los agricultores conocen los riesgos ambientales y de salud relacionados con el uso de plaguicidas; sin embargo, desconocen las consecuencias del mal uso de este tipo de productos, evidenciado por la falta del uso de equipos y/o vestimenta de protección personal durante la aplicación y disposición incorrecta de envases vacíos y desechos. Los autores también concluyeron que el comportamiento de los agricultores sobre el manejo de plaguicidas y su percepción del daño a la salud y al medio ambiente es afectado por múltiples factores, siendo el nivel de educación uno de las causas principales asociadas con el mal uso de plaguicidas y la falta de información y capacitación.

Adicionalmente, Simoglou & Roditakis (2022) identificaron otros factores relacionados con el comportamiento del agricultor en relación con el uso de plaguicidas, tales como el género, la confianza en los procedimientos de control y certificación y la información recibida por parte de los agentes de extensión agrícola.

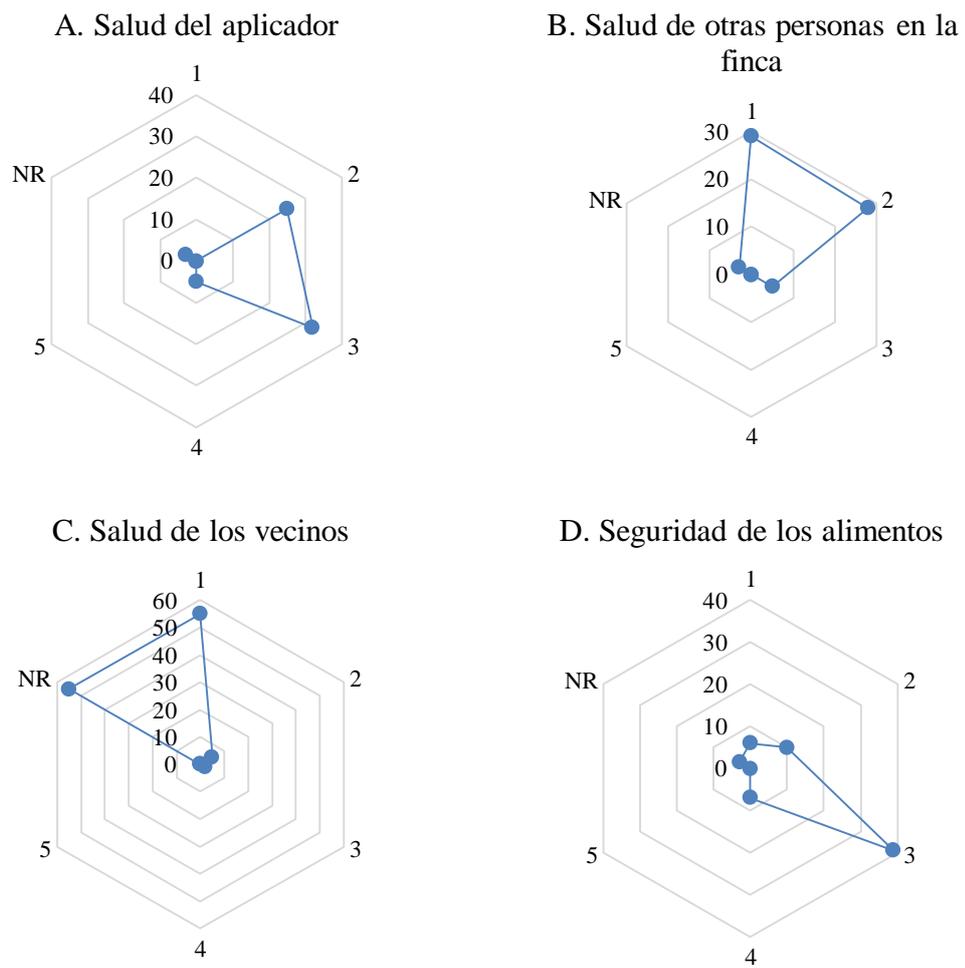


Figura 6. *Percepción de los agricultores productores del cantón Patate sobre el riesgo del uso de plaguicidas sobre la salud de los humanos y los alimentos*

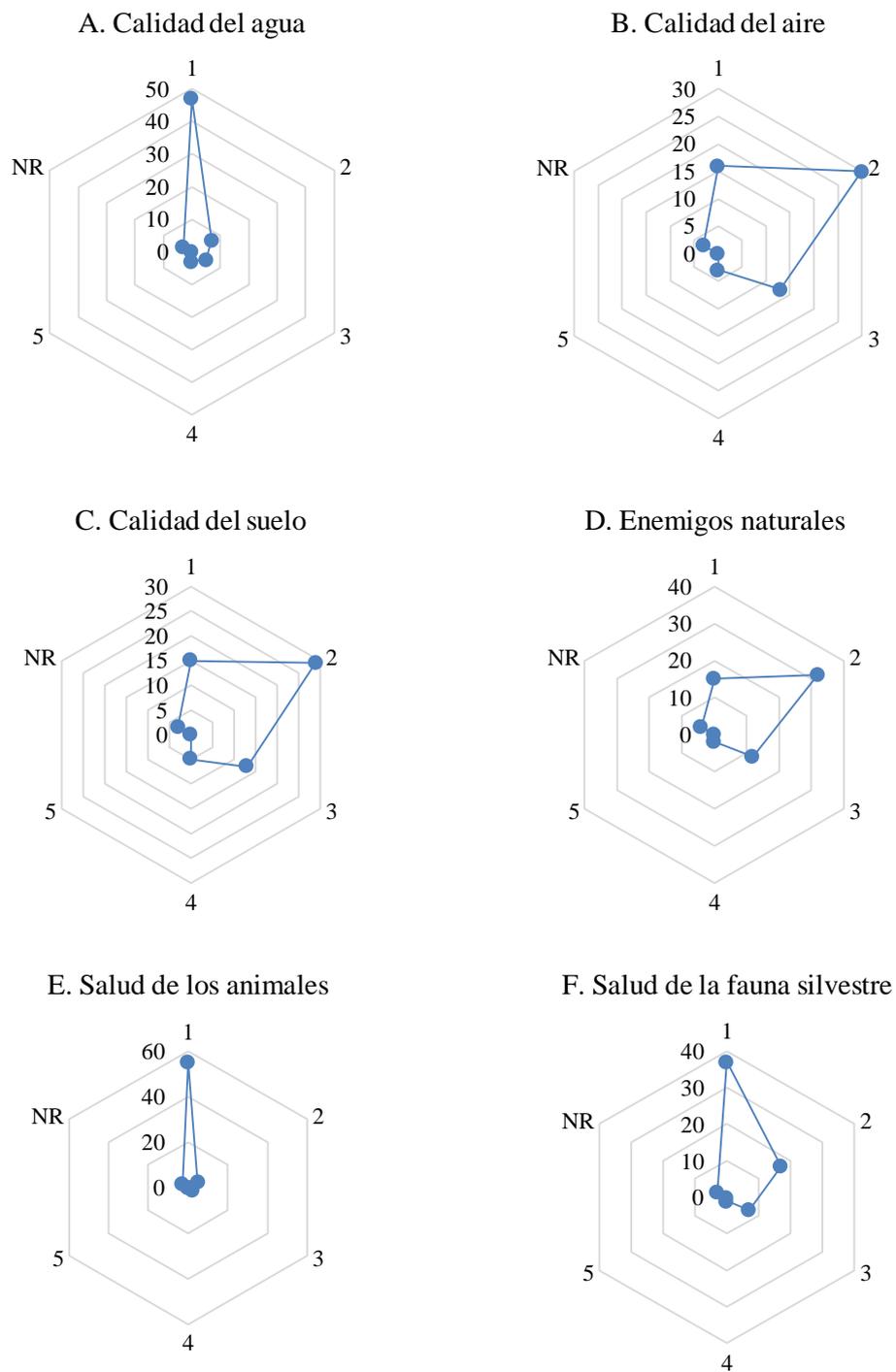


Figura 7. *Percepción de los agricultores productores del cantón Patate sobre el riesgo del uso de plaguicidas sobre el ambiente*

3.4. Problemas de salud debido al uso de agrotóxicos

Aun cuando en las preguntas previas los agricultores no parecían percibir el riesgo de los plaguicidas a la salud, cuando fueron interrogados directamente cuáles serían los riesgos al no usar equipos de protección si reconocen el riesgo potencial, llegándolo a catalogar como riesgo alto (52%) seguido de un 41% que solo consideran que se exponen a un riesgo medio (Fig. 8).

En cuanto a los problemas de salud se citó la irritación de la piel después de las aplicaciones de plaguicidas, dolor de cabeza, mareos y vómitos (Fig. 9A). En tal sentido, los entrevistados señalan que toman medidas de protección como el uso de equipos de protección tales como guantes, botas, mascarilla, sombrero, overol y camisa (Fig. 9B). Tudi et al. (2022) resalta la importancia del uso del equipo para la

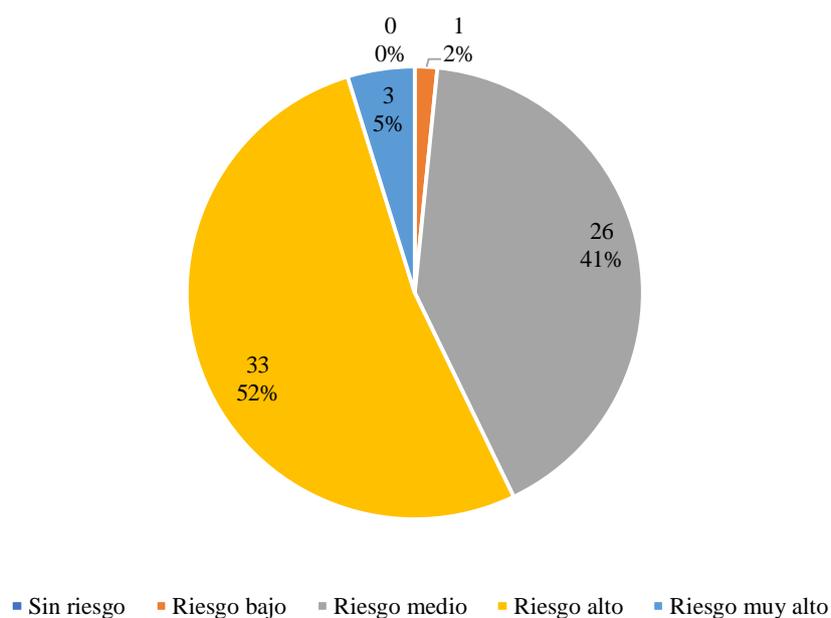


Figura 8. *Percepción de los agricultores del cantón Patate sobre el riesgo a la salud de los plaguicidas químicos*

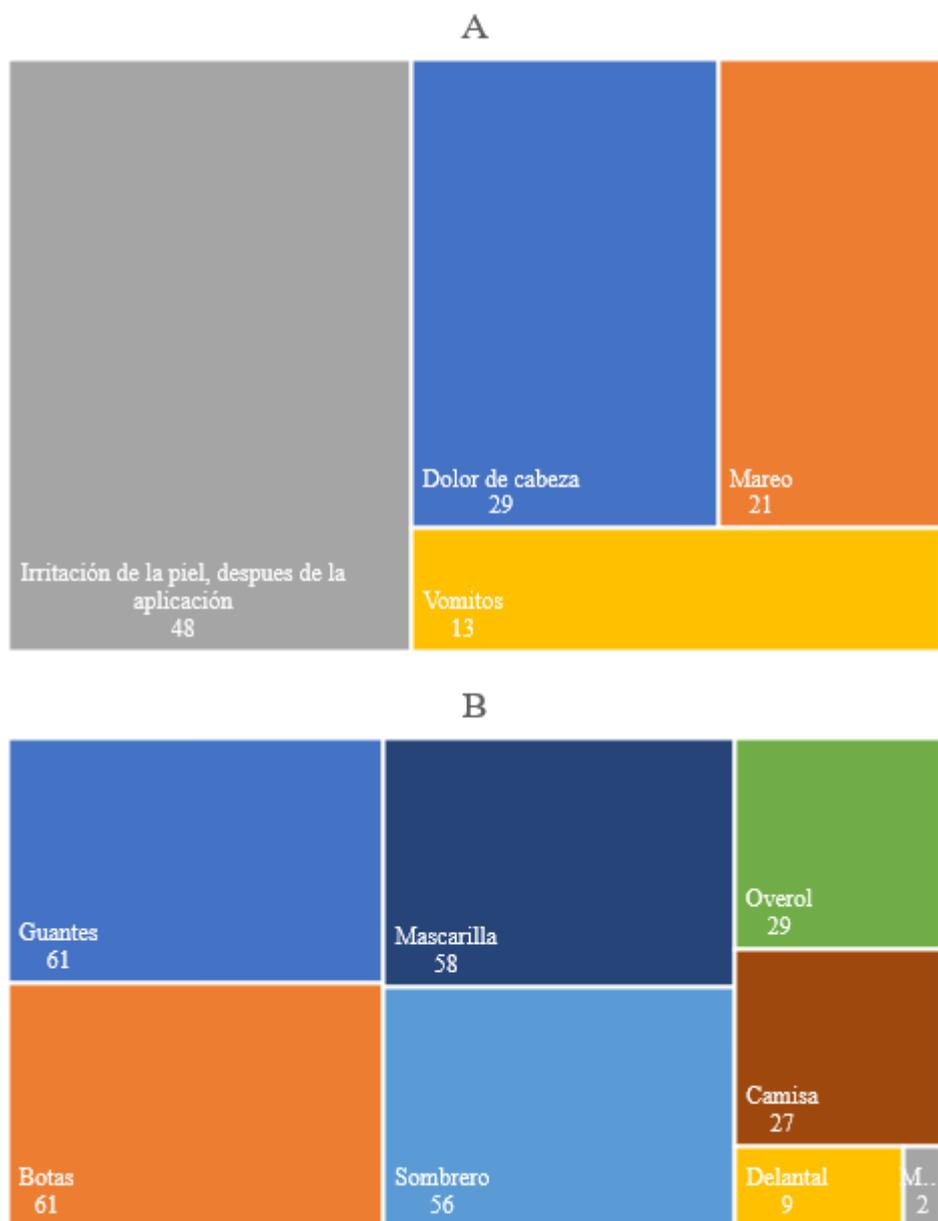


Figura 9. Identificación de los problemas de salud provocados por el mal uso de los productos químicos para el control de plagas (A) y cuáles son las principales usadas como protección por los productores agrícolas (B) en el cantón Patate

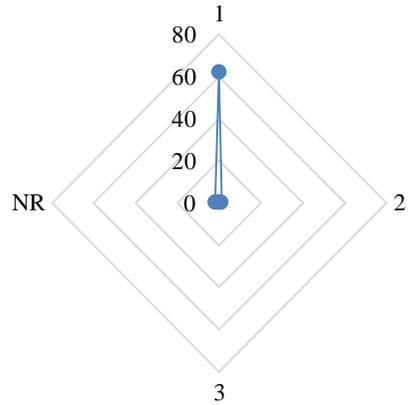
aplicación adecuada de plaguicidas de manera de aumentar la eficiencia de la aplicación para minimizar la pérdida de la solución asperjada, así como para reducir los residuos de plaguicidas en el ambiente y los efectos adversos para la salud humana debido al exceso de aplicación y los residuos. En este sentido, los entes encargados de formular políticas deben implementar leyes de manejo integrado de plagas (MIP) que limiten el uso de plaguicidas con alto riesgo y el desarrollo de un plan nacional de

implementación para reducir los efectos adversos de los pesticidas en el medio ambiente y en la salud humana (Tudi et al., 2021, 2022).

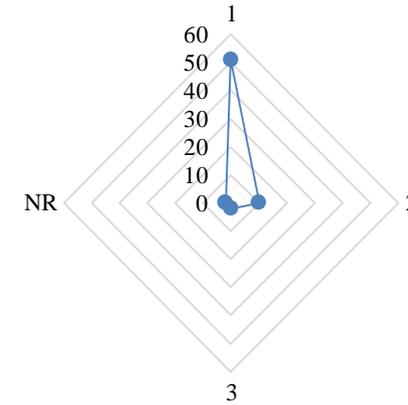
Es de resaltar que la totalidad de los entrevistados piensa que los plaguicidas son estrictamente necesarios para la producción agrícola, a pesar de conocer que estos pueden ser dañinos para su salud y que estos efectos pueden llegar a ser serios y aun cuando dicen saber que existen otras alternativas al uso de plaguicidas en la producción agrícola (Fig. 10).

De manera similar a los hallazgos de la presente investigación, Simoglou & Reditakis (2022) demostraron por un lado que en Grecia los consumidores muestran preocupación por los residuos de pesticidas en los alimentos y los efectos en la salud, pero por otra parte, los agricultores defienden el uso de plaguicidas debido a los efectos

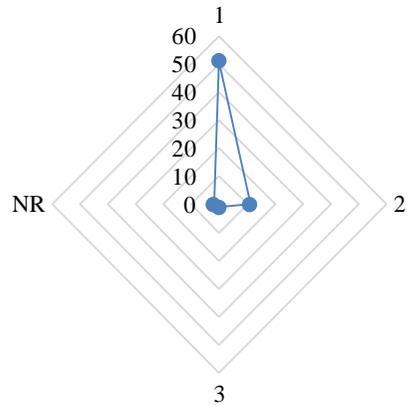
1. Los plaguicidas son necesarios en la producción agrícola



2. El uso de plaguicidas pueden ser dañinos para su salud



3. Los efectos dañinos de los plaguicidas pueden ser serios



4. Existen otras alternativas al uso de plaguicidas en la producción agrícola?

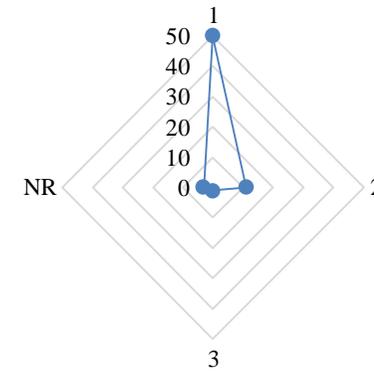


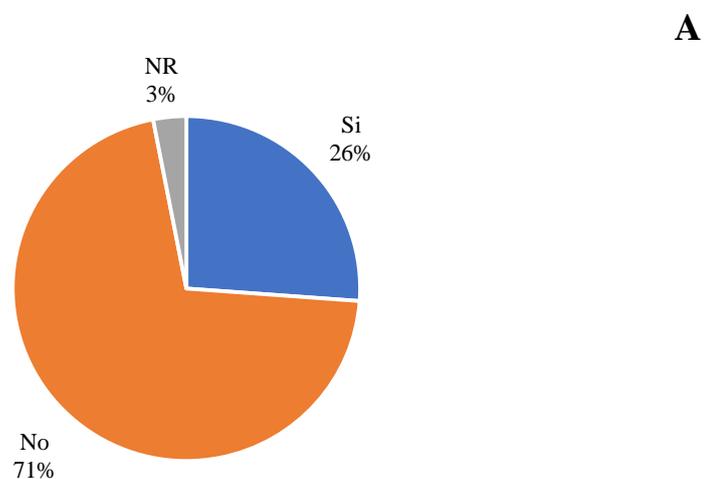
Figura 10. *Apresiasi3n de los productores agr3colas sobre la necesidad de los plaguicidas en la agricultura*

beneficiosos sobre la seguridad alimentaria y también a la economía nacional, sin embargo, se necesitan mayores esfuerzos que promuevan la capacitación de los agricultores sobre los riesgos para abordar los problemas de seguridad alimentaria dirigidos al público en general.

3.5. Uso de métodos de control alternativos para el manejo de las plagas agrícolas, capacitación y apoyo institucional

De manera concomitante con los hallazgos previos, se encontró que la mayor parte de los entrevistados (71%) no conocían y/o utilizado otras prácticas de manejo de plagas diferente al control químico durante su último cultivo (Fig. 11A). Del 26% que dijo conocer o aplicar algún método alternativo de manejo de plagas, principalmente hicieron alguna aplicación de un método de control biológico, tales como botánicos o entomopatógenos (94,4%); seguido del uso de trampas con feromonas (5,6%) (Fig. 11B).

Al indagar sobre el conocimiento, uso y efectividad de los agentes de control biológico se observó que los agentes más conocidos son el hongo *Trichoderma* para el control de enfermedades causadas por hongos, *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana*, mientras que los menos conocidos con los ácaros depredadores, avispas parasitoides y azadiractina (Fig. 12). Una tendencia similar fue observada en cuando al uso, donde se encontró que el 70,8% y 47,7% usaron *Trichoderma* o *B. thuringiensis* en algún momento dentro de su cultivo, los cuales surtieron efecto satisfactorio en el control de plagas (Fig. 12).



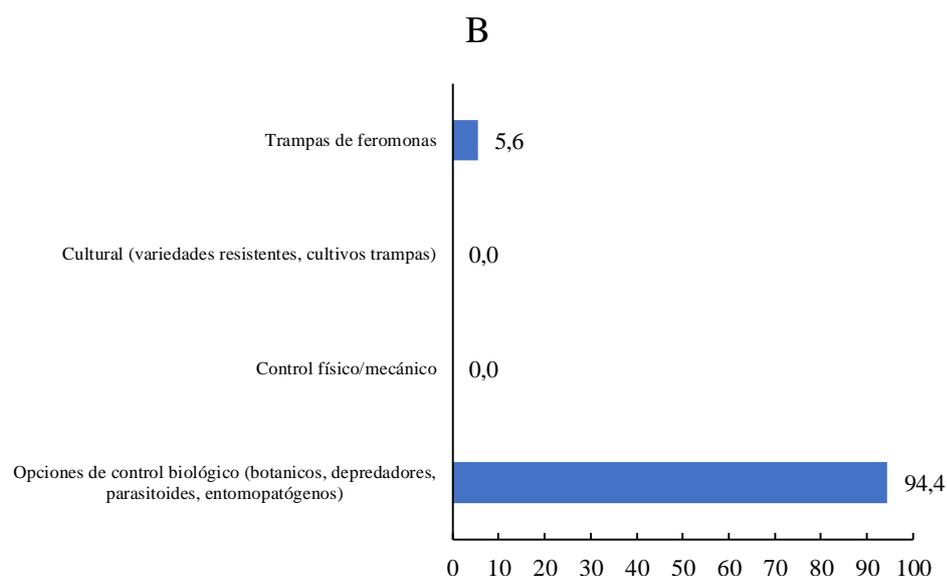
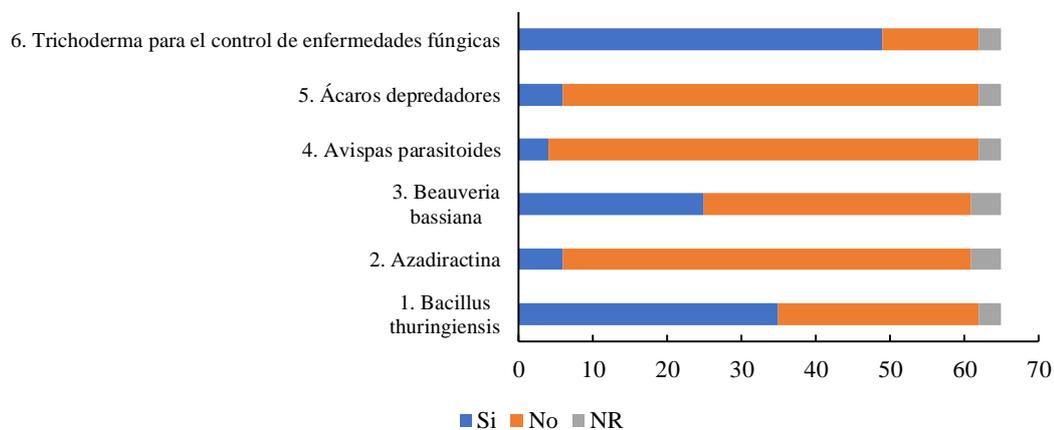


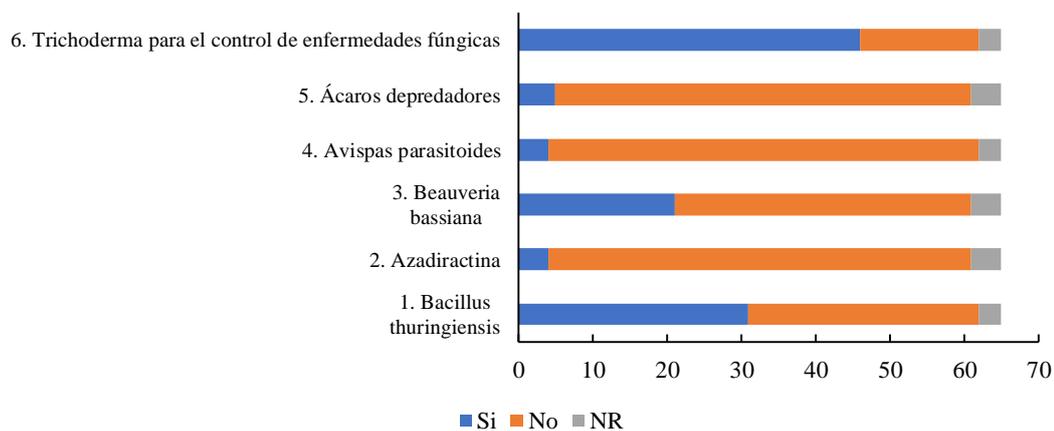
Figura 11. *Uso de alternativas amigables con el ambiente para el manejo de plagas agrícolas en el cantón Patate*

En los últimos años, *Trichoderma* ha sido propuesto como agente de biocontrol de insectos plaga, tanto de forma directa, a través del parasitismo y la producción de metabolitos secundarios insecticidas, compuestos antialimentarios y metabolitos repelentes, así como de manera indirecta, a través de la activación de respuestas defensivas sistémicas de las plantas, la atracción de enemigos naturales o el parasitismo de microorganismos simbiotes de insectos, por lo tanto, su uso representa una alternativa de futuro en el desarrollo de una agricultura sustentable (Poveda, 2021). En este sentido, Andrade-Bustamante et al. (2022) demostraron que *T. harzianum* mostró un efecto biorregulador sobre el gorgojo del maíz (*Sitophilus granarius*), el cual aumenta con el uso de concentraciones del hongo mayor a 10^9 conidios/mL. De

Conocimiento sobre agentes de control biológico



Uso de los agentes de control biológico



Efectividad de los agentes de control usados

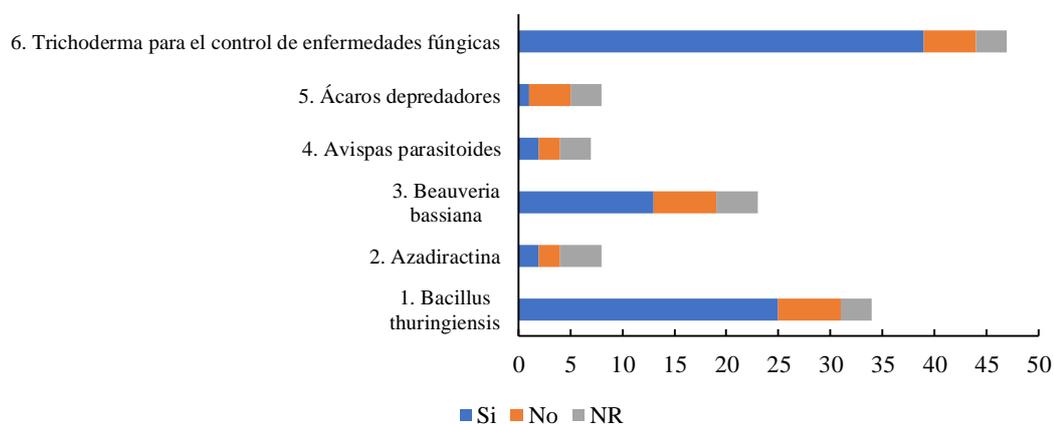


Figura 12. Conocimiento y confianza que tienen los agricultores sobre el uso de los agentes de control biológico como estrategia para el manejo de plagas agrícolas

manera similar, Caccavo et al. (2022) mostraron que la inoculación con *T. harzianum* podría reducir la abundancia de plagas específicas en plantaciones de tomate sembrado a campo abierto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se determinó que un alto porcentaje de los agricultores incluidos en este estudio no consideran como importante el riesgo por el uso de plaguicidas sobre la salud de las personas involucradas directa o indirectamente en la producción agrícola, así como en la seguridad de los alimentos, ni en los factores del ambiente como agua, aire y suelo y los enemigos naturales, salud de los animales domésticos y de la fauna silvestre.

La mayor parte de ellos se inclinan por el uso del método convencional de control de plagas a través del uso de productos químicos sintéticos, dejando de un lado, otras alternativas más amigables con el ambiente.

La mayor parte de los agricultores no conoce ni han utilizado otras prácticas de manejo de plagas diferente al control químico durante su último cultivo, mientras que solo una mínima proporción ha usado algún método alternativo de manejo de plagas, tales como métodos culturales, opciones de control biológico y el uso de trampas con feromonas, lo cual pone de manifiesto la necesidad de implementar programas de capacitación que promuevan los beneficios de estas prácticas agroecológicas.

4.2. RECOMENDACIONES

Dado el pobre conocimiento que tienen los agricultores sobre las estrategias alternativas de manejo de plagas se sugiere desarrollar planes de capacitación que propendan a mostrar los beneficios del control biológico y otros métodos mediante la demostración del uso adecuado de estas técnicas.

Adicionalmente, se deben explicar de manera simple y fácilmente comprensible para cada agricultor sobre la forma de uso correcto y seguro de los plaguicidas químicos, además de mostrar las potencialidades de los otros métodos de control no químicos, con el fin de promover una agricultura más respetuosa con el ambiente y la salud tanto del productor como del consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahzadeh, G., Sharifzadeh, M. S., & Damalas, C. A. (2015). Perceptions of the beneficial and harmful effects of pesticides among Iranian rice farmers influence the adoption of biological control. *Crop Protection*, *75*, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.05.018>
- Abdollahzadeh, G., Sharifzadeh, M. S., & Damalas, C. A. (2016). Motivations for adopting biological control among Iranian rice farmers. *Crop Protection*, *80*, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.10.021>
- Anderson, J. A., Ellsworth, P. C., Faria, J. C., Head, G. P., Owen, M. D. K., Pilcher, C. D., Shelton, A. M., & Meissle, M. (2019). Genetically engineered crops: Importance of diversified integrated pest management for agricultural sustainability. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *7*(FEB), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00024>
- Andrade-Bustamante, G., Suárez Hernández, A. M., Aispuro-Hernández, E., & Martínez-Ruiz, F. E. (2022). Trichoderma harzianum y espinosina en el control de gorgojo del trigo Sitophilus granarius (L. 1758). *Biotecnia*, *25*(1), 94–99. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1819>
- Baker, B., Green, T., & Loker, A. (2019). *Biological Control and Integrated Pest Management in Organic and Conventional Systems*. 1–19.
- Bakhtawer, S. A. (2021). A cross sectional survey of knowledge, attitude and practices related to the use of insecticides among farmers in industrial triangle of Punjab, Pakistan. *PLoS ONE*, *16*(8 August), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255454>
- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J. E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J. R., Messéan, A., Moonen, A. C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J. L., & Sattin, M. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(4), 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
- Bhandari, S., Paneru, S., Pandit, S., Rijal, S., Manandhar, H. K., & Ghimire, B. P. (2020). Assessment of pesticide use in major vegetables from farmers' perception and knowledge in Dhading district, Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, *3*(1), 265–281. <https://doi.org/10.3126/janr.v3i1.27180>
- Bonilla Segovia, J. S., Dávila Rojas, F. A., & Villa Quishpe, M. W. (2021). Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelos para el sector agrícola. *Recimundo*, *5*(1), 4–19. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(1\).enero.2021.4-19](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(1).enero.2021.4-19)
- Bottrell, D. G., & Schoenly, K. G. (2018). Integrated pest management for resource-limited farmers: Challenges for achieving ecological, social and economic sustainability. *Journal of Agricultural Science*, *156*(3), 408–426. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000473>
- Caccavo, V., Forlano, P., Mang, S. M., Fanti, P., Nuzzaci, M., Battaglia, D., &

- Trotta, V. (2022). Effects of *Trichoderma harzianum* Strain T22 on the Arthropod Community Associated with Tomato Plants and on the Crop Performance in an Experimental Field. *Insects*, *13*(5), 1–20. <https://doi.org/10.3390/insects13050418>
- Chattopadhyay, P., Banerjee, G., & Mukherjee, S. (2017). Recent trends of modern bacterial insecticides for pest control practice in integrated crop management system. *3 Biotech*, *7*(1). <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0717-6>
- Chen, C. J., Huang, Y. Y., Li, Y. S., Chang, C. Y., & Huang, Y. M. (2020). An AIoT Based Smart Agricultural System for Pests Detection. *IEEE Access*, *8*, 180750–180761. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3024891>
- Constantine, K. L., Kansime, M. K., Mugambi, I., Nunda, W., Chacha, D., Rware, H., Makale, F., Mulema, J., Lamontagne-Godwin, J., Williams, F., Edgington, S., & Day, R. (2020). Why don't smallholder farmers in Kenya use more biopesticides? *Pest Management Science*, *76*(11), 3615–3625. <https://doi.org/10.1002/ps.5896>
- Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2017). Farmers' training on pesticide use is associated with elevated safety behavior. *Toxics*, *5*(3). <https://doi.org/10.3390/toxics5030019>
- Dara, S. K. (2019). The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. *Journal of Integrated Pest Management*, *10*(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>
- Deguine, J. P., Aubertot, J. N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A. G., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *41*(3). <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- El-Wakeil, N., Saleh, M., & Abu-hashim, M. (2020). Cottage Industry of Biocontrol Agents and Their Applications. In *Cottage Industry of Biocontrol Agents and Their Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33161-0>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *THE STATE OF THE WORLD'S LAND AND WATER RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE Systems at breaking point*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *THE STATE OF THE WORLD'S LAND AND WATER RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE. Main Report*.
- Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Leon, B., Fetzer, I., Jalava, M., Kummu, M., Lucht, W., Rockström, J., Schaphoff, S., & Schellnhuber, H. (2020). Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability*, *3*(3), 200–208. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0465-1>
- Heeb, L., Jenner, E., & Cock, M. J. W. (2019). Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science*, *92*(3), 951–969. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGraw-Hill/Interamericana Editores,

S.A.

- Jallow, M. F. A., Awadh, D. G., Albaho, M. S., Devi, V. Y., & Thomas, B. M. (2017). Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. *Science of the Total Environment*, 574, 490–498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.085>
- Khan, F. Z. A., Manzoor, S. A., Gul, H. T., Ali, M., Bashir, M. A., Akmal, M., Haseeb, M., Imran, M. U., Taqi, M., Manzoor, S. A., Lukac, M., & Joseph, S. V. (2021). Drivers of farmers' intention to adopt integrated pest management: a case study of vegetable farmers in Pakistan. *Ecosphere*, 12(10). <https://doi.org/10.1002/ecs2.3812>
- Khan, M., & Damalas, C. (2015). Factors preventing the adoption of alternatives to chemical pest control among Pakistani cotton farmers. *International Journal of Pest Management*, 61(1), 9–16. <https://doi.org/10.1080/09670874.2014.984257>
- Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132(August). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. (2019). Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>
- Lamichhane, J. R., Akbas, B., Andreasen, C. B., Arendse, W., Bluemel, S., Dachbrodt-Saaydeh, S., Fuchs, A., Jansen, J. P., Kiss, J., Kudsk, P., Malet, J. C., Masci, A., de la Peña, A., Willener, A. S. T., & Messéan, A. (2018). A call for stakeholders to boost integrated pest management in Europe: a vision based on the three-year European research area network project. *International Journal of Pest Management*, 64(4), 352–358. <https://doi.org/10.1080/09670874.2018.1435924>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors (Switzerland)*, 18(8), 1–29. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- Luis, P. (2004). Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, 09(8), 69–74.
- Maluin, F. N., & Hussein, M. Z. (2020). Chitosan-based agronanochemicals as a sustainable alternative in crop protection. *Molecules*, 25(7), 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules25071611>
- Martínez-Sastre, R., García, D., Miñarro, M., & Martín-López, B. (2020). Farmers' perceptions and knowledge of natural enemies as providers of biological control in cider apple orchards. *Journal of Environmental Management*, 266(April). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110589>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco Jiménez, J. S. (2022). *Innovaciones agroecológicas y su contribución al*

- desarrollo sostenible de toacaso, cotopaxi, ecuador*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ponce-Caballero, C., Cardeña-Echalaz, F., Giacomán-Vallejos, G., Vega De Lille, M., & Góngora-Echeverría, V. R. (2022). Pesticide Management and Farmers Perception of Environmental and Health Issues Due To Pesticide Use in the State of Yucatán, Mexico: a Study Case. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 38, 289–300. <https://doi.org/10.20937/RICA.54134>
- Poveda, J. (2021). Trichoderma as biocontrol agent against pests: New uses for a mycoparasite. *Biological Control*, 159, 104634. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104634>
- Rezaei, R., Safa, L., Damalas, C. A., & Ganjkanloo, M. M. (2019). Drivers of farmers' intention to use integrated pest management: Integrating theory of planned behavior and norm activation model. *Journal of Environmental Management*, 236(November 2018), 328–339. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.097>
- Rijal, J. P., Regmi, R., Ghimire, R., Puri, K. D., Gyawaly, S., & Poudel, S. (2018). Farmers' knowledge on pesticide safety and pest management practices: A case study of vegetable growers in Chitwan, Nepal. *Agriculture (Switzerland)*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/agriculture8010016>
- Rodríguez González, N., Marzin, J., & Vázquez Moreno, L. L. (2020). Percepción de agricultores y personal técnico sobre adopción de prácticas agroecológicas en municipios de la provincia de Holguín, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 27–32.
- Rodríguez, S., Gualotuña, T., & Grilo, C. (2017). A System for the Monitoring and Predicting of Data in Precision Agriculture in a Rose Greenhouse Based on Wireless Sensor Networks. *Procedia Computer Science*, 121, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.042>
- Samada, L. H., & Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66–76. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.66.76>
- Santillán, O., & Rentería, M. E. (2018). Agricultura de Precisión. In *INCTU* (Issue 15).
- Shammi, M., Sultana, A., Hasan, N., Rahman, M., & Islam, S. (2020). Pesticide exposures towards health and environmental hazard in Bangladesh : A case study on farmers ' perception. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(2), 161–173. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.08.005>
- Sharifzadeh, M. S., Abdollahzadeh, G., Damalas, C. A., & Rezaei, R. (2018). Farmers' criteria for pesticide selection and use in the pest control process. *Agriculture (Switzerland)*, 8(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agriculture8020024>
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N., Kohli, S. K., Yadav, P., Bali, A. S., Parihar, R. D., Dar, O. I., Singh, K., Jasrotia, S.,

- Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R., & Thukral, A. K. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, *1*(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>
- Simoglou, K. B., & Roditakis, E. (2022). Consumers' Benefit—Risk Perception on Pesticides and Food Safety—A Survey in Greece. *Agriculture*, *12*(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020192>
- Sornoza-Robles, D., Zambrano-Gavilanes, F. E., Moreira-Saltos, J. R., Zambrano-Dueñas, J. F., Armiñana-García, R., & Fimia-Duarte, R. (2020). Percepción de los agricultores sobre la eficacia de parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del limonero, Riochico, Portoviejo, Ecuador. *Neotropical Helminthology*, *14*(1). <https://doi.org/10.24039/rnh2020141629>
- Thompson, N. M., Bir, C., Widmar, D. A., & Mintert, J. R. (2019). Farmer perceptions of precision agriculture technology benefits. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, *51*(1), 142–163. <https://doi.org/10.1017/aae.2018.27>
- Tudi, M., Li, H., Li, H., Wang, L., Lyu, J., Yang, L., Tong, S., Yu, Q. J., Ruan, H. D., Atabila, A., Phung, D. T., Sadler, R., & Connell, D. (2022). Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. *Toxics*, *10*(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/toxics10060335>
- Tudi, M., Ruan, H. D., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(3), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- Wyckhuys, K. A. G., Pozsgai, G., Lovei, G. L., Vasseur, L., Wratten, S. D., Gurr, G. M., Reynolds, O. L., & Goettel, M. (2019). Global disparity in public awareness of the biological control potential of invertebrates. *Science of the Total Environment*, *660*(2), 799–806. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.077>
- Yang, X., Wang, F., Meng, L., Zhang, W., Fan, L., Geissen, V., & Ritsema, C. J. (2014). Farmer and retailer knowledge and awareness of the risks from pesticide use: A case study in the Wei River catchment, China. *Science of the Total Environment*, *497–498*, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.07.118>
- Zepeda Jazo, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, *15*(1), 99–108. <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i1.752>

ANEXOS

ENCUESTA A LOS AGRICULTORES

Objetivo: Conocer las percepciones, factores y prácticas de los agricultores que influyen en la adopción de productos biológicos en el control de plagas agrícolas en el cantón Patate.

Aceptación de participación

¿Está de acuerdo en participar em esta investigación?

Si

No

NOTA: Al seleccionar SÍ, Ud. acepta completar este cuestionario y participar en la encuesta. Puede detener su participación en cualquier momento y solicitar que se eliminen sus datos. La información contenida en la presente encuesta será manejada con la mayor discreción y solo será usada con fines académicos.

¡Muchas gracias por su participación!

SECCIÓN 1: INFORMACIÓN FAMILIAR

2.1. Proporcione detalles sobre el entrevistado principal

Nombre del entrevistado	Sexo 1 = Masculino 0=Femenino	Año de nacimiento	Nivel de escolaridad 1=Sin ningún estudio formal 2=Primaria 3=Estudios secundarios 4=Superior

SECCIÓN 2: ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y TOMA DE DECISIONES

2.2. ¿Quién toma las decisiones sobre la actividad agrícola, por ejemplo, tipo de cultivo, variedades a usar?

Usted

Esposa

Decisión conjunta (marido y esposa)

Otra persona. Menciónela: _____

2.3. Especialización agrícola: ¿Cómo se distribuyen los cultivos en su propiedad?

Alimentos [Más de 2/3 de la tierra utilizada para cultivos esencialmente con fines de alimentación]

Cultivos de para la venta [Más de 2/3 de la tierra destinada principalmente a cultivos de interés comercial]

Ganadería [Más de 2/3 de la tierra destinada a la producción animal]

2.4. Comercialización: ¿Qué proporción de su producción agrícola se comercializa generalmente?

Una pequeña parte (<20%)

Una parte mediana (20-60%)

La mayoría (>60%)

2.5. ¿Dónde Ud. vende su producción?

Se vende a personas particulares dentro de la comunidad

Mercado local en la ciudad o ciudades cercanas

Se destina a la exportación

No se comercializa

2.6. ¿De dónde obtiene información/consejos agrícolas cuando los necesita?

Familia, amigos o vecinos

Líderes agrícolas de la comunidad

Extensionista

Medios de comunicación (televisión, radio o periódico)

Internet y otros recursos en línea

Almacén agrícola

Otros Especificar

SECCIÓN 3: PROBLEMAS DE PLAGAS OBSERVADOS EN PRINCIPALES CULTIVOS Y PRÁCTICAS DE MANEJO

3.1. ¿Cuáles son los principales cultivos que usted sembró en los últimos ciclos? Menciones máximo 3, comenzando por el más:

Cultivo	Variedad usada	Área cultivada	Productividad

3.2. En el caso que usted solo tenga un cultivo, ¿consideraría sembrar otros cultivos en su propiedad si esto le sirviera para el manejo de las plagas?

Si

No

Por qué?:

3.3. ¿Usted hace rotación de cultivos?

Si

No

3.4. ¿Usted tiene cultivos asociados en su propiedad?

Si

No

- 3.5. Para los principales cultivos que sembró, ¿Cuáles fueron las **principales plagas** durante el último ciclo de cultivo y que tipo de agroquímico usó para controlarlas? Solo menciones aquellas plagas más frecuentes o las que causen mayor daño.

NOTA: UTILICE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA DEBAJO Y QUE ESTÁN SEÑALADAS CON ASTERISCOS

a) Cultivo	b) Nombre de la plaga en el último ciclo [incluya en postcosecha si fuera el caso]	c) Superficie del área cultivada afectada durante el último ciclo de cultivo	d) Agroquímico usado para el manejo de la plaga	e) Costo	f) ¿Por qué seleccionó este agroquímico? Vea en *	h) ¿Número de aplicaciones por cultivo?	I) Eficiencia del agroquímico? Vea en **
1	1.						
	2.						
	3.						
2.	1.						
	2.						
	3.						
3.	1.						
	2.						
	3.						

* Selección de los agroquímicos.

1. Precio
2. Disponibilidad
3. Uso previo
4. Recomendación de un amigo/familia
5. Recomendación de un vendedor
6. Recomendación del extensionista
7. Eficiencia
8. Facilidad de aplicación
9. Seguridad a la salud de personas, animales y ambiente
10. Otro (*especificar*)

**

- 1 = Muy eficiente
- 2 = Buena
- 3 = Razonable
- 4 = Baja eficiencia
- 5 = Muy malo

- 3.6. ¿Cree usted que la aparición o prevalencia de las plagas ha cambiado en los últimos 3 años?
 Aumento
 Disminuido
 No han habido cambios
- 3.7. Si respondió afirmativamente en la pregunta anterior, ¿Qué cree usted que causó este cambio?
 Mayor eficacia de los plaguicidas químicos
 Mayor resistencia a pesticidas químicos
 Cambios climáticos
 Aparición de nuevas plagas
 Otros (especificar)
- 3.8. En una escala del 1 al 3, ¿cuánto está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre los productos químicos?:

1 – De acuerdo
 2 – No estoy de acuerdo ni en desacuerdo
 3 - Desacuerdo

	1	2	3
1. Son eficaces en el control de plagas y enfermedades.			
2. Son efectivos para el control de varios tipos de plagas			
3. Son de efecto rápido			
4. Pueden aumentar la productividad			
5. Estimulan el crecimiento de las plantas			
6. Son costosos			
7. Se encuentran fácilmente en cualquier almacén agrícola			
8. Son difíciles de maneja y de aplicar			
9. Para su uso se requiere capacitación especializada			
10. Son potencialmente peligroso al manipularlos			
11. Son potencialmente dañinos al medio ambiente			

SECCIÓN 4: RIESGO DE LOS AGROQUÍMICOS

4.1. Riesgos asociados al uso de plaguicidas: ¿Cuál es su percepción de los riesgos ambientales y a la salud humana causados por el uso de plaguicidas?

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. No existe riesgo 2. Riesgo ligero 3. Riesgo moderado 4. Riesgo alto 5. Riesgo extremadamente alto |
|--|

	No hay riesgo ←————→ Extremadamente riesgoso				
	1	2	3	4	5
1. Riesgo a la salud del aplicador					
2. Riesgo a la salud de otras personas presentes en la propiedad					
3. Riesgo a la salud de otros agricultores vecinos					
4. Riesgo para los animales domésticos					
5. Riesgo a la salud de la vida silvestre nativa					
6. Riesgo a la seguridad alimentaria					
7. Daños a la calidad del agua					
8. Daños a la calidad del aire					
9. Daños a la calidad del suelo					
10. Daños a los enemigos naturales de las plagas					

4.2. Efectos en la salud. ¿Usted conoce a alguien que haya tenido problemas de salud después de aplicar plaguicidas?

Si

No

4.3. En caso afirmativo, ¿cuáles fueron los problemas de salud?

- Dolores de cabeza
- Mareos
- Irritación de la piel
- Vómito
- Otro (especificar)

4.4. ¿Usted usa algún equipo de protección cuando aplica plaguicida?

Si

No

4.5. ¿Cuál (es) de los siguientes equipos o ropa utiliza para la aplicación de plaguicidas?

Guantes	[]	Overol	[]
Botas	[]	Mascarilla	[]
Máscara	[]	Camisa	[]
Delantal	[]		
Sombrero	[]		

4.6. Si no usa equipo de protección, ¿cómo califica usted el riesgo al que está expuesto?

Nivel de riesgo	Seleccione	Motivo
Sin riesgo		
Riesgo bajo		
Riesgo medio		
Risco alto		
Risco muy alto		

4.7. Apreciación que tiene el agricultor sobre los plaguicidas: En una escala del 1 al 3, ¿cómo describe su nivel de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso de pesticidas?:

1 – De acuerdo
2 – No estoy de acuerdo ni en desacuerdo
3 – En desacuerdo

Pregunta	Seleccione	Motivo
1. Los plaguicidas son estrictamente necesarios en la producción agrícola		
2. El uso de pesticidas puede ser dañino para la salud		
3. Los efectos nocivos de los plaguicidas pueden ser graves		
4. ¿Existen otras alternativas al uso de plaguicidas en la producción agrícola?		

SECCIÓN 5: USO DE MÉTODOS DE CONTROL ALTERNATIVOS PARA EL MANEJO DE LAS PLAGAS AGRÍCOLAS

Definición: Los bioplaguicidas se derivan de organismos naturales como ciertos hongos, plantas y bacterias.

5.1. ¿Usted utilizó otras prácticas de manejo de plagas en el último cultivo?

Si

No

5.2. En caso de haber respondido afirmativamente la pregunta anterior, qué métodos fueron utilizados (marque todas las opciones que correspondan)

Opciones de control biológico (depredadores, parasitoides, entomopatógenos)

Físico/mecánico, ej. control manual

Culturales, por ejemplo, variedades resistentes, cultivos trampa

Trampas con feromonas

Preparaciones caseras (por ejemplo, extractos de plantas)

Otros (especificar)

5.3. ¿Alguna vez ha oído hablar de alguno de estos productos orgánicos?

Biopesticidas	Descripción	¿Ha oído hablar o ha visto este producto?		Ha usado alguno de estos productos		Fueron eficientes en el control de la plaga para la cual la usó	
		Si	No	Si	No	Si	No
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacterias en polvo utilizadas para el manejo de gusanos						

2. Azadiractina	Productos para el control de insectos a base de neem (excluye preparaciones caseras)						
3. <i>Beauveria bassiana</i>	Hongos para el manejo de insectos en hortalizas						
4. Avispas parasitas de otros insectos plaga	Para el manejo de insectos, especialmente orugas, pulgones, escamas						
5. Ácaros depredadores	Para combatir los ácaros						
6. Hongo <i>Trichoderma</i> para combatir las enfermedades de plantas	Manejo de enfermedades causadas por el complejo de hongos del suelo, como el marchitamiento del tomate						

SECCIÓN 6: CAPACITACIÓN Y APOYO INSTITUCIONAL

6.1. ¿Ha participado en capacitaciones sobre cualquiera de los temas a continuación?

- | | Si | No |
|--|-------|-------|
| 1. Capacitación en el manejo integrado de plagas | [] | [] |
| 2. Capacitación sobre el uso correcto y seguro de agroquímicos | [] | [] |

6.2. ¿Usted o algún miembro de su hogar ha recibido servicios de asistencia de extensionistas en los últimos 12 meses?

- Si []
- No []

Si responde afirmativamente, ¿cuántas veces por cultivo recibió este tipo de servicios?
 _____ veces

6.3. ¿Usted pertenece a alguna Cooperativa Agrícola?

- Si []
- No []

.....**FIN**.....