Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura - Lima, 2024

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTORES

Grace Alexandra Xiomara BEJAR ÑOPO

Renzo Isaias SANTILLAN ZEVALLOS

ASESORAS

Dra. Yadira FERNÁNDEZ JERÍ

Dra. Elena Rafaela BENAVIDES RIVERA (Coasesor)

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Bejar G, Santillan R. Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura - Lima, 2024 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2025.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Grace Alexandra Xiomara Bejar Ñopo
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	73106571
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-7041-9917
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Renzo Isaias Santillan Zevallos
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	73808788
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1572-9043
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Yadira Fernández Jerí
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	2830733
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5775-065X
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	Elena Rafaela Benavides Rivera
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	08561544
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0929-9574

Datos de investigación	
Línea de investigación	Cambios Metabólicos por Factores Ambientales y Genéticos. Toxicología Ambiental
Grupo de investigación	**Bioquímica Toxicológica (BIOTOX)**
Agencia de financiamiento	-
Ubicación geográfica de la investigación	Perú, Lima, Provincia de Huaura, Distrito de Huaura, Centro Poblado de Acaray.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024 - 2025
URL de disciplinas OCDE	Salud pública, Salud ambiental http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.03.05 Toxicología http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.07

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Decanato

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura-Lima, 2024

Que presentan los Bachilleres en Farmacia y Bioquímica:

GRACE ALEXANDRA XIOMARA BEJAR ÑOPO Y
RENZO ISAIAS SANTILLAN ZEVALLOS

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, ha obtenido la siguiente calificación final:

15 (QUINCE) APROBADO

de conformidad con el Art. 14.° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Lima, 18 de noviembre de 2025.

Dra. Gloria Clotilde Gordillo Rocha
Presidente

Dr. César Augusto Canales Martínez
Miembro

Dra. Gabriela Norma Solano Canchaya
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Yadira Fernández Jerí, en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EP N° 016-FFB-EPFB-2025 de la tesis, cuyo título es **Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura – Lima, 2024**, presentado por los Bachilleres **Bejar Ñopo, Grace Alexandra Xiomara y Santillan Zevallos, Renzo Isaias** para optar por el Título Profesional de Químico Farmacéutico (a), CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 8% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico (a).

Lima, 24 de noviembre del 2025



Firma del Asesor: .....

Nombres y Apellidos del asesor: Yadira Fernández Jerí

DNI: 2830733

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A mi familia, pilar fundamental en mi vida. En especial a mis padres, Mary y Breck, por su amor incondicional y su apoyo constante; a mi hermana Daniela, por su compañía y motivación permanente; y a mis abuelas y tíos, por su cariño, consejos y presencia a lo largo del camino.

Grace

"A mis padres, Rafael y Rosa, y a mis hermanos Gerson, Silvana, María Fe y Matías, gracias por creer en mí y brindarme todo su cariño y apoyo incondicional. Y a Chizan, mi fiel compañero de tantas jornadas de estudio"

Renzo

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Dra. Yadira Fernández Jerí y a la Dra. Elena Rafaela Benavides, por haber aceptado ser nuestras asesoras de tesis y mentoras en el área de investigación. Agradecemos profundamente su confianza, guía y constante apoyo durante la planificación, desarrollo y culminación de este trabajo.

A los pobladores del Centro Poblado de Acaray, por su valiosa participación y la calidez de las atenciones brindadas durante la ejecución de este estudio.

A la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y a cada uno de los docentes que, con sus enseñanzas y compromiso, contribuyeron significativamente a nuestra formación personal, académica y profesional.

INDICE

INDICE 6
ÍNDICE DE FIGURAS 8
ÍNDICE DE TABLAS 9
ÍNDICE DE GRAFICOS 9
ABREVIATURAS 10
RESUMEN 11
I. INTRODUCCIÓN 12
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA 16
II.1. Marco teórico 16
II.1.1. Plaguicidas. 16
II.1.1.1. Clasificación de plaguicidas 16
II.1.1.1.1. Clasificación según su origen 16
II.1.1.1.2. Clasificación según su función 17
II.1.1.1.3. Clasificación según estructura química 18
II.1.1.2. Vías de exposición a plaguicidas químicos 19
II.1.1.3. Toxicocinética de plaguicidas químicos 20
II.1.1.4. Toxicodinámica de plaguicidas químicos 22
II.1.2. Riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas 24
II.1.3. Manejo de Plaguicidas 25
II.2. Aspectos claves en el manejo de plaguicidas 26
II.2.1. Criterios de selección de plaguicidas. 27
II.2.2. Manejo de residuos de los plaguicidas químicos 29
II.2.3. Legislación vigente sobre el Uso de Plaguicidas en la Agricultura del Perú. 31
II.2.4. Políticas y programas de control de plaguicidas. 32
II.2.5. Datos y estadísticas nacionales sobre el uso de plaguicidas y salud 33
II.3. Antecedentes del estudio 35
II.4. Glosario de términos 43
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 44
III.1. Hipótesis 44
III.2. Variables 44
III.3. Operacionalización de variables 44
IV. MATERIALES Y MÉTODOS 45
IV.1. Área de estudio 45
IV.2. Diseño de investigación 46
IV.3. Población y muestra 46
IV.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información 47
IV.5. Consideraciones Éticas 48
IV.6. Análisis estadístico 48

V. RESULTADOS 49
V.1. Características Sociodemográficas de la población 49
V.2. Características del manejo y aplicación de plaguicidas 51
V.3. Pesticidas empleados en Acaray 54
V.4. Características de la gestión de residuos y disposición de envases 58
V.3. Efectos en la salud relacionados con la exposición a plaguicidas 62
VI. DISCUSION 63
VII. CONCLUSIONES 68
VIII. RECOMENDACIONES 69
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71
X. ANEXOS X.1. Matriz de consistencia: 1
X.2. Formato para evaluación de Expertos 2
X.3. Consentimiento informado 8
X.4. Instrumento 9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas..29

Figura 2. Porcentaje de productores/as que utilizan solo plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022 33

Figura 3. Porcentaje de productores que utilizan fertilizantes y plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022.....34

Figura 4. Porcentaje de productores/as que realizan buenas prácticas en el uso de fertilizantes y plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022.....34

Figura 5 Porcentaje de productores/as que gestionan adecuadamente los residuos de los plaguicidas, 2014-2019 y 2022.....35

Figura 6 Vista satelital del distrito de Huaura, Centro Poblado Acaray.....45

Figura 7. Preparación de plaguicidas en campo, realizada por agricultores del Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024. 52

Figura 8. Aplicación de plaguicidas mediante pulverización con mochila en el Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024. 53

Figura 9. Almacenamiento de plaguicidas en área común de un hogar del Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024 57

Figura 10. Lavado de envases vacíos en canal de riego en el Centro Poblado de Acaray, 7 de diciembre de 2024. 59

Figura 11. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en áreas de cultivo Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024. 59

Figura 12. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en áreas de cultivo del Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024. 60

Figura 13. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en los alrededores del área de cultivo del Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024. 60

Figura 14. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en los alrededores del área de cultivo y fuente de agua Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024. 61

Figura 15. Almacenamiento de envases vacíos de plaguicidas en zona destinada a la preparación de alimentos Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.....61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de plaguicidas organoclorados 18
Tabla 2. Operacionalización de variables..... 44
Tabla 3. Aspectos sociodemográficos de los agricultores del Centro Poblado Acaray 49
Tabla 4. Prácticas de manejo y aplicación de plaguicidas..... 51
Tabla 5. Clasificación de plaguicidas empleados en Acaray según su composición . 54
Tabla 6. Capacitación y uso de equipo de protección personal (EPP) 56
Tabla 7. Almacenamiento de plaguicidas en el Centro Poblado de Acaray..... 57
Tabla 8. Gestión de residuos y disposición de envases de plaguicidas 58
Tabla 9. Efectos en la salud relacionados con la exposición a plaguicidas en aplicadores del Centro poblado de Acaray..... 62

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Principales cultivos sembrados en el centro Poblado de Acaray 50
Gráfico 2. Clasificación de plaguicidas empleados en Centro Poblado de Acaray, según la peligrosidad. 55

ABREVIATURAS

ALT: Alanina Aminotransferasa

BPA: Buenas Prácticas de Almacenamiento

CDC: Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades

CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario

CICUP: Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas

CM: Carbamatos

DDE: Diclorodifenildicloroetileno

DDT: Diclorodifeniltricloroetano

DGAAA: Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental

EPP: Equipo de Protección Personal

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GABA: Ácido Gamma-Aminobutírico

IAP: Intoxicación aguda por plaguicidas

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

MIDAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego

MINSA: Ministerio de Salud

MIP: Manejo Integrado de Plagas

OC: Organoclorados

OHE: Hidroxiestrona

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OP: Organofosforados

PA: Fosfatasa Alcalina

PBI: Producto Interno Bruto

PIB: Producto Interno Bruto

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PY: Piretroides

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú

SNC: Sistema Nervioso Central

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características de exposición y la gestión de residuos de plaguicidas, así como sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura - Lima. El estudio tuvo un enfoque descriptivo, observacional y transversal, con una muestra de 92 agricultores seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se aplicó una encuesta validada con 35 ítems y se realizó observación directa en campo. El análisis de los datos se efectuó mediante estadística descriptiva con el software *IBM SPSS Statistics 29.0*. El 66.3 % fueron varones con edad promedio de 36 años. Predominaron las avermectinas (14.9%), carbamatos (7.9%), ciclohexanodionas (7.5%), benzimidazoles (6.5%) y piretroides (6.5%). La pulverización con mochila fue la técnica principal (73.9%) y un 46.7% preparaba mezclas en el campo. Aunque el 84.8 % refirió usar guantes y el 76.1% gafas, el uso de equipo de protección personal (EPP) fue incompleto. En cuanto al almacenamiento, el 6.5 % de los encuestados lo realizaba en áreas comunes del hogar. Sobre la disposición y gestión de envases vacíos, el 43.5% arrojaba envases al campo. Los síntomas más comunes fueron irritación ocular (87%), ardor facial (71.7%), cefalea (67.4%) y prurito cutáneo (66,3%), con solo un 34.8% que buscó atención médica. El estudio concluyó que existen prácticas inadecuadas en la aplicación, almacenamiento y disposición de plaguicidas, lo que incrementa los riesgos de intoxicación. La alta prevalencia de síntomas y el uso de plaguicidas de elevada toxicidad resaltan la necesidad urgente de fortalecer la capacitación, el uso efectivo del EPP y la supervisión en el manejo seguro de plaguicidas en Acaray.

Palabras clave: Plaguicidas, Exposición ocupacional, Gestión de residuos, Intoxicación por plaguicidas.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Planteamiento del problema

Los plaguicidas son sustancias o mezclas utilizadas para prevenir o controlar plagas que afectan a humanos, animales, plantas o productos agrícolas. También incluyen compuestos que regulan el crecimiento vegetal, eliminan hojas, evitan la caída prematura de frutos o protegen los cultivos tras la cosecha durante su almacenamiento o transporte (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) los clasifica según su nivel de toxicidad aguda en las categorías Ia, Ib, II, III y V. Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) los agrupa, según su tipo químico, en aproximadamente siete clases: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, amidas, anilinas y compuestos heterocíclicos azufrados (1). Se estima que alrededor de dos millones de toneladas de plaguicidas se utilizan a nivel mundial cada año; sin embargo, para el año 2020, el uso global aumentó a aproximadamente 3.5 millones de toneladas anuales (2). Este incremento resulta alarmante, dado que muchos plaguicidas se asocian con problemas de salud y daños ambientales. En los países en vías de desarrollo, la exposición de los agricultores y trabajadores agrícolas es especialmente frecuente (3). En 1990, la OMS calculó cerca de un millón de casos de intoxicación por plaguicidas (IAP) cada año, con aproximadamente 20 000 decesos (4). Actualmente, se estima que ocurren unos 385 millones de casos anuales de IAP, con alrededor de 11 000 muertes asociadas (5). A nivel nacional, hasta mayo de 2023 se reportaron 15 casos nuevos de IAP, con un total acumulado de 747. En comparación con los años 2020 y 2022, se notificaron menos casos hasta esa fecha (6, 7).

La agricultura constituye uno de los sistemas productivos más importantes a nivel mundial y representa alrededor del 4% del Producto Interno Bruto (PIB) global (7). En el Perú, el sector agropecuario se encuentra entre las principales actividades económicas; en 2022, pese a las restricciones por la COVID-19, aportó el 4.31 % al PBI nacional (8). Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2022, el porcentaje de productores que emplean plaguicidas, o que combinan su uso con fertilizantes, ha aumentado en comparación con

años anteriores. No obstante, el porcentaje de quienes aplican buenas prácticas agrícolas ha disminuido (9).

En el distrito de Huaura, departamento de Lima, de un total de 48 443 hectáreas, unas 14 553,57 (30%) están dedicadas al cultivo. Dado que la agricultura es una de las principales actividades económicas de esta zona, los cultivos más representativos incluyen maíz chala, cereales, tubérculos, frutas, productos agroindustriales como algodón y caña de azúcar, hortalizas y leguminosas. El IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) de 2012 reveló que cerca del 96% de las unidades agropecuarias en Huaura utiliza algún tipo de plaguicida (10). Por otro lado, el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades del Ministerio de Salud (CDC MINSA) (11), identificaron 323 distritos con al menos un caso de intoxicación aguda por plaguicidas notificados. En Huaura, la incidencia acumulada de IAP estaba entre 4.99 y 9.99 por 10 000 habitantes en el 2022. Además, el uso de plaguicidas genera residuos peligrosos como los envases, que se disponen de forma inadecuada, siendo la forma más común incinerarlos y/o arrojarlos a basurales. Solo el 3% de las unidades agropecuarias los depositan en un contenedor especial o lo devuelven a quién se los vendió (10).

El distrito de Huaura está conformado por 26 centros poblados, entre los cuales se encuentra el Centro Poblado de Acaray, una zona representativa por su alta actividad agrícola. Allí se cultivan diversos productos que requieren plaguicidas para su producción (11). Sin embargo, la información específica sobre las características de exposición y la gestión de residuos en esta localidad es limitada, lo que hace necesario un estudio que permita comprender mejor la situación actual y sus posibles efectos en la salud de los agricultores.

El desconocimiento sobre el manejo, la dosificación, el tipo de plaguicidas utilizados y su impacto en la salud representa un problema que debe abordarse. Por ello, se planteó la presente investigación, orientada a evaluar las características de exposición, la gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray.

I.2. Formulación del problema de investigación

¿Cuáles son las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray?

I.3. Objetivos

I.3.1 Objetivo general

Evaluar las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado Acaray**.**

I.3.2 Objetivos específicos

1. Describir las características sociodemográficas de los agricultores del Centro Poblado Acaray.
2. Identificar los principales plaguicidas que se usan en Centro Poblado Acaray.
3. Describir las características del manejo y aplicación de los plaguicidas.
4. Identificar las principales prácticas de manejo de residuos de plaguicidas y disposición de envases.
5. Evidenciar el manejo de plaguicidas, la gestión de sus residuos y la disposición de los envases por parte de los agricultores del Centro Poblado Acaray.
6. Determinar los principales efectos a la salud causados por exposición a plaguicidas.

I.4. Importancia y alcance de la investigación

El manejo inadecuado de plaguicidas puede tener consecuencias graves para la salud humana y el ambiente. Las exposiciones agudas pueden causar efectos inmediatos como mareos, náuseas o irritaciones, mientras que la exposición prolongada se asocia a enfermedades respiratorias, trastornos neurológicos y riesgo de cáncer. Además, la contaminación del agua y del suelo afecta no solo a los agricultores, sino también a las comunidades vecinas (12).

El Centro Poblado de Acaray, por su intensa actividad agropecuaria, depende del agua subterránea y del río Huaura para el riego y la ganadería local. Sin embargo, la falta de un manejo adecuado de los plaguicidas químicos implica un riesgo potencial de contaminación de estos recursos hídricos. Debido a la permeabilidad del suelo característico de la región, los residuos de plaguicidas aplicados en las prácticas agrícolas podrían filtrarse hacia los acuíferos subterráneos y, finalmente, llegar al río Huaura (13).

Esta situación resalta la importancia de abordar no solo las prácticas de aplicación, sino también la gestión adecuada de los residuos que generan los plaguicidas. Los resultados de esta investigación brindan una base sólida para implementar medidas que promuevan prácticas agrícolas seguras, protejan la salud de la población rural y favorezcan un entorno más sostenible. Asimismo, este estudio puede servir como antecedente para futuras investigaciones relacionadas con la gestión de plaguicidas y sus implicancias en la salud en contextos rurales.

I.5. Limitaciones de la investigación

Una de las principales limitaciones del estudio fue la falta de acceso a información oficial actualizada por parte de instituciones como SENASA y otras entidades gubernamentales, particularmente en lo referente al número exacto de agricultores en la zona de estudio, lo que limitó la posibilidad de establecer un marco muestral más representativo.

Asimismo, se presentaron otras dificultades relevantes, tales como:

- Resistencia inicial de algunos agricultores a participar en la encuesta, debido a desconfianza o falta de tiempo, lo cual pudo haber afectado la diversidad de opiniones y experiencias recogidas.
- Sesgo de autoselección, ya que los participantes fueron aquellos que aceptaron voluntariamente responder, lo que podría haber excluido a quienes tienen prácticas más informales o menos seguras con los plaguicidas.

Estas limitaciones deben ser consideradas al interpretar los resultados, y también ofrecen oportunidades para el diseño de investigaciones futuras más amplias y detalladas.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

II.1. Marco teórico

II.1.1. Plaguicidas.

Los plaguicidas, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1), se refieren a cualquier compuesto formulado con el propósito de prevenir, eliminar, atraer, repeler, regular o controlar organismos catalogados como plagas en entornos agrícolas, de salud pública o en el ambiente con el fin de garantizar la inocuidad, calidad y productividad de los cultivos. Esta clasificación engloba una diversidad de agentes químicos, tales como insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas, los cuales son empleados en el control de plagas durante las fases de producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos alimentarios. Es así como, según la sustancia activa que contengan los plaguicidas estos pueden ser de origen biológico o químico.

II.1.1.1. Clasificación de plaguicidas

Los plaguicidas comprenden diversos grupos, como insecticidas, fungicidas, herbicidas y raticidas, que se emplean para eliminar o proteger contra distintas plagas (14). Existen varios enfoques para su clasificación, entre los más comunes se encuentran:

II.1.1.1.1. Clasificación según su origen

Los plaguicidas pueden agruparse en dos grandes categorías según su procedencia: químicos y biológicos. Los primeros están formulados a partir de compuestos inorgánicos o sustancias sintéticas, como el azufre, la cal, el sulfato de cobre o el sulfato ferroso. Suelen caracterizarse por tener estructuras químicas simples, ser altamente solubles en agua y presentar

una acción rápida y efectiva sobre las plagas. Por otro lado, los bioplaguicidas son productos derivados de fuentes naturales, como microorganismos, extractos vegetales o incluso nanomateriales de origen biológico. Su propósito es el control de plagas de manera más ecológica, promoviendo así el rendimiento agrícola. Algunas bacterias y hongos liberan metabolitos que actúan como plaguicidas microbianos, mientras que ciertas plantas producen compuestos como terpenos, alcaloides y fenoles, los cuales también poseen propiedades plaguicidas. Además, se han desarrollado nano-bioplaguicidas, obtenidos mediante procesos biotecnológicos utilizando plantas o microorganismos. Estos presentan ventajas por sus propiedades fisicoquímicas, como su tamaño reducido, alta reactividad y capacidad de interacción con las plantas, lo que los hace eficaces y controlables en el ambiente agrícola (15).

II.1.1.1.2. Clasificación según su función

Los plaguicidas pueden definirse como sustancias físicas, químicas o biológicas empleadas para eliminar organismos considerados perjudiciales o no deseados, ya sean animales, plantas o microorganismos. Este término actúa como una denominación general que abarca distintos tipos de agentes, los cuales pueden clasificarse con mayor precisión según su función específica o el tipo de organismo al que están dirigidos (16). Los plaguicidas se agrupan de la siguiente manera:

- Insecticidas: Sustancias diseñadas para eliminar o repeler insectos y especies afines, como los organofosforados, organoclorados y carbamatos.

- Herbicidas: Productos destinados a erradicar o inhibir el crecimiento de malezas y hierbas no deseadas, como el paraquat o la atrazina.

- Fungicidas: Compuestos utilizados para combatir hongos y mohos; ejemplos comunes son el captan y el captafol.

- Rodenticidas: Sustancias empleadas para eliminar roedores como ratas, ratones o topos; entre ellos destacan los anticoagulantes, el arsénico o la estricnina.

- Acaricidas: Formulados para exterminar ácaros, garrapatas y arañas, como el azobenceno o el clorobencilato.

- Nematicidas: Dirigidos al control de nematodos; un ejemplo es el bromuro de etileno.

- Molusquicidas: Utilizados para eliminar moluscos como caracoles y babosas, siendo el metaldehído uno de los más conocidos.

- Otros plaguicidas: Incluyen compuestos que contienen metales pesados como plomo, cobre o mercurio, así como alcaloides como la nicotina.

II.1.1.1.3. Clasificación según estructura química

Carbamatos (CM)

Los CM son N-metilcarbamatos derivados del ácido carbámico (17), dentro de ellos tenemos: tiobencarb, propoxur, molinato, disulfiram, piridostigmina, metiocarb y carbarilo.

Organofosforados (OP)

Los OP se generan a través del proceso de esterificación, que implica la reacción química entre el ácido fosfórico y un alcohol. Los organofosforados tienen la capacidad de experimentar hidrólisis, en la cual se separa el alcohol del enlace éster (18). Algunos ejemplos son: Paratión, clorpirifos, ciazinón, malatión, metil paratión.

Organoclorados (OC)

Por su estructura se dividen en 4 grupos: derivados clorados del etano, derivados clorados del benceno y ciclohexano, ciclodienos y canfenos clorados (19). Es importante recalcar que debido a sus efectos adversos en la salud y el ambiente están prohibidos en la mayoría de los países desarrollados (20).

Tabla 1. Clasificación de plaguicidas organoclorados (19).

Derivados clorados del etano	Diclorodifeniltricloroetano (DDT) y diclorodifenildicloroetileno (DDE)

Derivados clorados del benceno y ciclohexano	Hexaclorociclohexano (HCH) y hexaclorobenceno (HCB)
Ciclodienos	Endosulfán, aldrina, dieldrín, endrina
Canfenos clorados	Toxafeno y clordecona

Piretroides

Los piretroides son sustancias orgánicas que se extraen de las flores naturales de las plantas de piretro, como el *Chrysanthemum Coccineum* y el *Chrysanthemum cinerariaefolium.* Los piretroides sintéticos se producen al replicar la estructura de las piretrinas naturales. En comparación con las piretrinas naturales, los piretroides sintéticos tienden a ser más duraderos y efectivos. Dentro de los más utilizados están: Cipermetrina, fenvalerato, fluvalinato, deltametrina, letrina, furetrina y permetrina (21).

II.1.1.2. Vías de exposición a plaguicidas químicos

La exposición a plaguicidas ocurre principalmente en contextos laborales, como en trabajadores agrícolas que laboran en campos abiertos o invernaderos, así como en empleados de la industria de plaguicidas y profesionales encargados de la eliminación de plagas en entornos domésticos (22). La probabilidad de exposición aumenta cuando las instrucciones para el uso de plaguicidas no se siguen adecuadamente, especialmente cuando se descuidan aspectos cruciales de seguridad, como el uso de equipo de protección personal (EPP) y prácticas básicas de higiene. En contraste, la exposición no laboral afecta a la población general y ocurre principalmente a través del consumo de alimentos y agua contaminados con residuos de plaguicidas. Además, existe el riesgo de una exposición significativa al vivir cerca de áreas donde se utilizan plaguicidas, e incluso por la transferencia de contaminantes a través de objetos que los trabajadores llevan a sus hogares (22).

Las principales formas en que los plaguicidas entran en contacto con el cuerpo humano son a través de la vía dérmica, oral y respiratoria. La forma más

frecuente de exposición para los agricultores a los plaguicidas es a través de la piel, ya que están expuestos a salpicaduras, derrames o desviaciones durante la aplicación de plaguicidas, especialmente en actividades agrícolas o tareas domésticas (23). La exposición por vía oral puede ocurrir cuando las personas involucradas en la fabricación o uso de plaguicidas no se lavan las manos antes de comer. Además, la población en general puede experimentar exposición oral al consumir alimentos contaminados con plaguicidas (24). Se ha observado que este tipo de exposición puede dar lugar a problemas de salud graves, como cáncer, efectos en la reproducción, así como impactos en el sistema inmunológico o nervioso (25). La exposición por inhalación se produce debido a los componentes volátiles de los plaguicidas (26), y puede representar un riesgo para la nariz, la garganta y los tejidos pulmonares si se inhalan cantidades significativas (27).

II.1.1.3. Toxicocinética de plaguicidas químicos

La toxicocinética se refiere al estudio de cómo el cuerpo absorbe, distribuye, metaboliza y elimina las sustancias químicas, incluyendo los plaguicidas, con el tiempo (28). Comprender la toxicocinética de los plaguicidas es fundamental para evaluar su impacto en la salud de los agricultores, ya que permite identificar los procesos biológicos que determinan su exposición y toxicidad.

- Carbamatos

Los carbamatos son plaguicidas que pueden generar intoxicaciones agudas o crónicas, dado que se absorben a través de la piel, los pulmones, la conjuntiva, las mucosas y el tracto gastrointestinal. La absorción cutánea suele ser baja, aunque puede aumentar significativamente en casos de lesiones en la piel o cuando se trata de carbamatos altamente tóxicos. Los carbamatos con mayor lipofilicidad tienden a redistribuirse rápidamente hacia los depósitos grasos, lo que atenúa sus efectos clínicos iniciales.

Su metabolismo se produce principalmente en el hígado mediante hidrólisis, hidroxilación y conjugación, mientras que alrededor del 90% de los metabolitos se eliminan por vía renal en pocos días. A diferencia de los

organofosforados, los carbamatos no experimentan el fenómeno de "envejecimiento" en la unión con la acetilcolinesterasa, ya que el enlace se hidroliza de manera espontánea en pocas horas, lo que explica la reversibilidad de sus efectos (29).

- Organofosforados

La toxicocinética de los organofosforados se caracteriza por una rápida absorción a través de la piel, el tracto gastrointestinal y las vías respiratorias, con una distribución sistémica amplia, incluyendo el sistema nervioso central, debido a su alta liposolubilidad. Su metabolismo hepático (principalmente por oxidación e hidrólisis) genera metabolitos tanto activos como inactivos, siendo la vida media variable según el compuesto. La excreción es predominantemente renal, aunque algunos metabolitos pueden detectarse en la orina durante varios días. Estos compuestos inhiben de forma irreversible la acetilcolinesterasa, lo que provoca una acumulación de acetilcolina en el sistema nervioso y genera síntomas colinérgicos graves, con un curso clínico que puede variar según factores como el índice de masa corporal, que influye en la distribución y eliminación del tóxico (30).

- Organoclorados

Los insecticidas organoclorados son absorbidos a través de las vías respiratorias y el sistema digestivo, y tienen la capacidad de penetrar la piel sin dificultad, debido a su alta lipofilia, con la excepción del DDT. Además, tienden a acumularse en el tejido adiposo, por lo que tiene una lenta tasa de eliminación y pueden mantenerse mucho tiempo sin causar daños en la salud. No obstante, los insecticidas organoclorados pueden ser movilizados por lipolisis lo que podría dar lugar a efectos perjudiciales para la salud con el tiempo. La biotransformación del DDT es un proceso lento y comprende la deshalogenación reductora que produce DDE, una sustancia con una vida media más prolongada. En consecuencia, la detección de DDE en la sangre sugiere una exposición prolongada, mientras que la presencia de DDT indica una exposición más reciente (31).

- Piretroides

Son compuestos lipofílicos por lo que se distribuyen ampliamente en el cuerpo humano. Son de mala absorción dérmica y su metabolismo es hepático por oxidación, hidroxilación y conjugación. Su eliminación es renal (32).

II.1.1.4. Toxicodinámica de plaguicidas químicos

La toxicodinámica se centra en describir la respuesta biológica adversa que genera un estímulo químico, cuya naturaleza y origen dependen directamente del mecanismo de acción del agente tóxico. Dicho mecanismo se inicia cuando la molécula entra en contacto con su diana, ya sea un receptor o una enzima, lo que desencadena una serie de procesos que culminan en la reacción biológica observada (33).

- Organofosforados

El principal blanco de los plaguicidas organofosforados (OP) es la acetilcolinesterasa (AChE), enzima responsable de degradar la acetilcolina (ACh) en ácido acético y colina, finalizando así la transmisión sináptica mediada por ACh en la unión neuromuscular, el sistema nervioso autónomo y el cerebro. Los OP actúan uniéndose y fosforilando un residuo de serina en el sitio catalítico de la enzima, lo que bloquea la hidrólisis de la ACh y ocasiona una acumulación excesiva de este neurotransmisor en las sinapsis colinérgicas. En insectos, donde la ACh es el principal neurotransmisor excitatorio, esta inhibición causa la hiperestimulación de receptores nicotínicos, los más abundantes en su sistema nervioso central, lo que lleva a la muerte casi inmediata. En mamíferos, en cambio, la exposición aguda a un OP genera una cascada de efectos graves y potencialmente letales derivados de la hiperestimulación tanto de receptores nicotínicos como muscarínicos (34).

- Organoclorados

El principal blanco del DDT es el sistema nervioso. Este compuesto interfiere en el funcionamiento normal de los canales de sodio dependientes de voltaje

de las neuronas. Normalmente, estos canales se abren y cierran rápidamente para permitir la transmisión controlada de los impulsos nerviosos. El DDT, en cambio, retrasa de forma significativa la inactivación de dichos canales, prolongando la entrada de sodio y manteniendo la membrana en un estado despolarizado. Esto genera descargas nerviosas repetitivas y anómalas, provocando hiperexcitabilidad y, en dosis elevadas, convulsiones. Además, disminuye la conductancia de potasio, lo que dificulta la repolarización de la membrana, y afecta canales de calcio, receptores de GABA y de glutamato, alterando el equilibrio excitación/inhibición del sistema nervioso (35).

- Carbamatos

Los carbamatos ejercen su acción mediante la carbamilación de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en distintos niveles: en las uniones neuroefectoras parasimpáticas generando efectos muscarínicos, en la unión neuromuscular del músculo esquelético y en los ganglios autonómicos produciendo efectos nicotínicos, así como en el sistema nervioso central. Al inhibir la colinesterasa provocan una acumulación excesiva de acetilcolina, lo que explica su toxicidad en humanos (36).

- Piretroides

Los piretroides son insecticidas sintéticos que actúan principalmente sobre los canales de sodio dependientes de voltaje (SVDC) de las neuronas. Estos canales son esenciales para la transmisión de impulsos nerviosos, ya que permiten la entrada rápida de iones de sodio (Na^+) cuando la membrana se despolariza. Normalmente, los SVDC se abren y cierran de forma muy precisa para generar el potencial de acción y mantener el equilibrio entre excitación y repolarización, en coordinación con los canales de potasio (37).

Sin embargo, cuando los insectos se exponen a piretroides, la dinámica normal de los canales de sodio se ve alterada. En primer lugar, estos compuestos ralentizan la fase inicial de apertura del canal, retrasando la entrada de sodio. Además, prolongan el tiempo en que el canal permanece abierto, ya que dificultan tanto la activación como la inactivación. Como consecuencia, la membrana neuronal se mantiene en un estado

despolarizado durante más tiempo, lo que interrumpe la transmisión nerviosa y produce una hiperexcitación seguida de parálisis y, finalmente, la muerte del insecto (37).

II.1.2. Riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas.

Los efectos clínicos agudos derivados de la exposición a concentraciones elevadas de OP y CM abarcan síntomas como aumento de la salivación, exceso de lágrimas, micción frecuente, bradicardia, secreción bronquial excesiva, broncoespasmo, insuficiencia respiratoria, temblores, debilidad muscular, parálisis, agitación, falta de coordinación, confusión y disfunción neurológica (38). Por otro lado, la exposición crónica a los OP afecta el neuro comportamiento, la neurodegeneración, el neurodesarrollo y el sistema nervioso periférico (39). Varios estudios indican que la exposición laboral a plaguicidas OP está vinculada con una disminución del rendimiento neuropsicológico. No obstante, no hay acuerdo generalizado acerca de las capacidades cognitivas particulares que se ven afectadas (40). Respecto a los CM un estudio encontró un exceso de tumores primarios del SNC en usuarios de fungicidas y herbicidas de CM (41).

Los OC son neuróticos, los derivados clorados del etano en intoxicaciones agudas causan parestesia de lengua, labios y cara, temblores y convulsiones. Los ciclodienos causan mareos, náuseas, vómitos, mioclonías, hiperexcitabilidad motora y convulsiones (12). A largo plazo pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana, ya que se han vinculado con diversos problemas, incluyendo acciones divergentes sobre la hipertensión arterial y el sistema endocrino (42). También se asoció con biomarcadores que indican disfunción hepática, como bilirrubina, Alanina Aminotransferasa (ALT) y Fosfatasa Alcalina (PA). Lo que sugiere que estos compuestos pueden tener efectos adversos en la función del hígado (43).

Los piretroides en intoxicaciones agudas causan parestesia facial, picazón y sensación de ardor en la piel, vértigo, náuseas, vómitos, y en casos más severos fasciculaciones musculares (44). Respecto a los efectos crónicos de los piretroides se ha informado diversos efectos respiratorios y neurológicos.

Sin embargo, los hallazgos neurológicos no fueron consistentes entre los estudios y la evidencia general sigue siendo limitada todavía. También hay hipótesis que relacionan la exposición con la disminución de la calidad del esperma y los daños en el ADN del esperma (45).

II.1.3. Manejo de Plaguicidas

La correcta aplicación de plaguicidas desempeña un papel crucial en el manejo de plagas. La adecuada técnica y el equipo utilizado para la aplicación son elementos esenciales para lograr un control efectivo. Estas prácticas buscan alcanzar la máxima eficiencia con el mínimo esfuerzo, garantizando el control de plagas y reduciendo al mínimo la contaminación de organismos no deseados y del entorno (46).

El éxito del control de plagas mediante la aplicación de plaguicidas depende en gran medida de los siguientes factores:

- Calidad del plaguicida.
- Momento de la aplicación.
- Calidad de la aplicación y cobertura.

La efectividad de la aplicación de plaguicidas se maximiza al dirigirse a la etapa más vulnerable de la plaga. Si se presta atención al momento adecuado y se sigue un enfoque cuidadoso, se obtendrán resultados positivos y económicamente eficientes. Por lo tanto, al tratar vastas áreas, es esencial elegir con atención el equipo para garantizar que se pueda abordar la región dentro del tiempo disponible (46). Además, se deben asegurar los siguientes puntos:

- Debe aplicarse la dosis adecuada de manera uniforme.
- El tóxico debe llegar al objetivo.
- Tamaño de gota adecuado.
- Densidad adecuada de gotas en el objetivo.

Técnica de pulverización

Esta técnica es aplicable en formulaciones liquidas de plaguicidas. En función del volumen de la mezcla de pulverización, la técnica de pulverización se clasifica como:

1. Pulverización de alto volumen (300–500 L/ha).
2. Pulverización de bajo volumen (50–150 L/ha).
3. Pulverización de ultra-bajo volumen (<5 L/ha)

Aplicadores de Polvo

Se aplica para las formulaciones en polvo de plaguicidas en las cuales el ingrediente activo se combina comúnmente con una sustancia de poco peso, como talco o arcilla. Es recomendable leer cuidadosamente la documentación proporcionada por el fabricante. Además, se debe incluir en el equipo de seguridad gafas y respiradores. Es imperativo que el operador conozca las operaciones y limitaciones de cada componente del equipo. Después de finalizar el trabajo, es necesario eliminar por completo el polvo que pueda quedar en la tolva y en cualquier extensión del aplicador (46).

II.2. Aspectos claves en el manejo de plaguicidas

- Periodo de aplicación: El momento adecuado para aplicar plaguicidas es a menudo mal comprendido, ya que depende de varios factores. El cultivo, la plaga, el estado de crecimiento de malezas y enfermedades son determinantes clave. Aunque la etiqueta del producto proporciona pautas, generalmente se recomienda actuar al principio de la infestación con dosis menores. Además, las condiciones meteorológicas, como temperatura, humedad, viento y la posibilidad de lluvia influyen en la eficiencia de la aplicación. Estos factores pueden resultar en pérdidas físicas y volatilidad de la aspersión, por lo que es crucial considerarlos para lograr una aplicación segura y eficaz de los plaguicidas (47).
- Almacenamiento: Es fundamental que los plaguicidas se transporten y almacenen exclusivamente en sus envases y paquetes originales. El almacenamiento adecuado es crucial para garantizar un entorno laboral seguro, prolongar la vida útil del producto y reducir el riesgo de incendios y

derrames. Se recomienda almacenar los plaguicidas en un área designada, accesible en caso de emergencia y que pueda cerrarse con llave cuando no esté en uso. Es imperativo evitar el almacenamiento cercano a productos alimenticios en cualquier circunstancia (48).

- Manipulación de los plaguicidas: a etiqueta del producto es la primera fuente de información para el manejo adecuado de plaguicidas formulados, indicando los requisitos del Equipo de Protección Personal (EPP) tanto para la manipulación del concentrado como para la solución diluida utilizada en el campo. Es fundamental seleccionar, usar y mantener el EPP de manera adecuada para asegurar la protección del usuario. Además, el equipo debe someterse a un mantenimiento periódico para garantizar la seguridad del operario. El EPP debe ser cómodo y fabricado con materiales que impidan la penetración del plaguicida (47).
- Derrames: En caso de accidentes durante el transporte o manipulación de un plaguicida, las salpicaduras resultantes pueden provocar incendios, lesiones humanas, daños a la propiedad o contaminación ambiental. Después del incidente, se debe tomar acción rápidamente para reducir al mínimo los efectos adversos (47).

II.2.1. Criterios de selección de plaguicidas.

La elección de plaguicidas desempeña un papel crítico en la gestión de plagas, dado que influye en la eficacia del control de estas y puede tener repercusiones en la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad. En este sentido, hay ciertos criterios que deben considerarse al utilizar un plaguicida, enfocándose en la seguridad y el riesgo potencial de daño a organismos no deseados (49). A continuación, se presentan algunos criterios importantes a considerar al seleccionar plaguicidas:

- Eficacia contra el objetivo específico
  Los plaguicidas deben ser eficaces en el control de la plaga o enfermedad específica que se desea manejar. Se deben tener en cuenta aspectos como el ciclo de vida de la plaga, así como la resistencia y susceptibilidad del organismo (48).
- Selectividad

Se busca que el plaguicida tenga un impacto mínimo en organismos no objetivos, como insectos beneficiosos, animales domésticos y humanos. La selectividad puede reducir los efectos secundarios no deseados (50).

- Degradación y persistencia

  Es fundamental considerar la persistencia ambiental de los plaguicidas, ya que aquellos con mayor duración en el entorno pueden acumularse en el suelo, ríos, lagos y organismos no objetivo, generando impactos ecológicos a largo plazo. Desde una perspectiva de sostenibilidad, los plaguicidas con menor persistencia —que se degradan rápidamente— suelen ser más deseables, pues reducen el riesgo de bioacumulación y efectos residuales en los ecosistemas (51).

- Toxicidad para humanos y animales domésticos

  Es crucial optar por plaguicidas que tengan niveles bajos de toxicidad para seres humanos y animales domésticos. Esto implica examinar tanto la toxicidad aguda como la crónica, así como evaluar la exposición potencial a través de la ingestión, inhalación y contacto dérmico (48).

- Resistencia y persistencia en plagas

  Evitar el uso excesivo de plaguicidas que puedan llevar al desarrollo de resistencias en las poblaciones de plagas. También es importante considerar la persistencia de la acción del plaguicida en el tiempo (48).

- Impacto ambiental

  Evaluar el riesgo ambiental del plaguicida, incluyendo su impacto en organismos acuáticos, aves, abejas y otros organismos no objetivos. Se deben considerar factores como la bioacumulación y la movilidad en el suelo (48).

- Registro y regulación.

  Utilizar solo plaguicidas registrados y aprobados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Cumplir con las normativas y regulaciones locales sobre el uso de plaguicidas (51).

- Costo y disponibilidad.

  Evaluar el costo y la disponibilidad del plaguicida, considerando la viabilidad económica de su uso a largo plazo (48).

II.2.2. Manejo de residuos de los plaguicidas químicos

- **Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas**

  La FAO establece una jerarquía del manejo de desechos la cual es aplicada por varios países en su legislación ambiental (52).

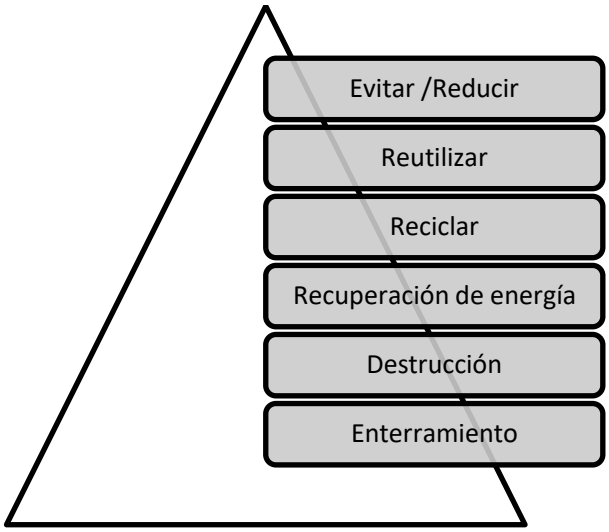

Figura 1. Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas (52).

Limpieza de los envases: Es fundamental realizar la limpieza de los envases de plaguicidas inmediatamente después de agotarlos (52). Existen tres métodos de lavado:

- **Triple lavado:** El método de triple enjuague se utiliza cuando no se dispone de equipos mecánicos diseñados para el enjuague. Esta técnica suele ser la alternativa más viable en países en desarrollo. Es aplicable a envases de distintos tamaños, aunque su aplicación varía según se trate de envases pequeños que pueden agitarse manualmente, o de envases grandes que no permiten ese tipo de manipulación. Consiste en un procedimiento estandarizado que implica realizar tres enjuagues consecutivos para asegurar una limpieza adecuada (52).

- **Lavado a presión:** El equipo de enjuague a presión utiliza agua a presión (normalmente a tres bares) en forma de un chorro pulverizador estático o giratorio con válvula. Los chorros de agua impactan las superficies internas del envase, eliminando y disolviendo los residuos de plaguicidas. Algunos equipos de enjuague a presión incluyen un dispositivo afilado que perfora las paredes del envase con fines de enjuague, lo que ofrece la ventaja adicional de inutilizar el envase para su posterior almacenamiento. Estos dispositivos deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante para evitar lesiones al operador (52).
- **Lavado a presión integrado:** La tecnología de enjuague integrado incorpora el proceso de enjuague directamente en equipos de pulverización montados en tractores a gran escala. Siempre que sea posible, se debe utilizar equipo de enjuague integrado. El enjuague integrado es el método más eficiente para enjuagar envases y ofrece un alto nivel de seguridad para el operador. También es más rápido que el triple enjuague y el enjuague a presión (52).
- **Enjuague con solvente:** Este método es necesario para Para los plaguicidas que están formulados en un disolvente o aceite y que no son solubles ni dispersables en agua, el proceso de enjuague debe realizarse utilizando un disolvente como medio de enjuague. Los residuos de enjuague con disolvente pueden no ser adecuados para añadirse al producto formulado para su aplicación, en cuyo caso deben tratarse como desechos de plaguicidas y eliminarse de manera ambientalmente segura (52).

Evitar/ reducir: Utilizar menos plaguicidas siguiendo la adopción del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Utilizar plaguicidas solubles en agua para evitar tener residuos (52).

Reutilizar: La utilización de envases recargables con un sistema de circuito cerrado posibilita que el envase sea empleado en múltiples ocasiones antes de alcanzar el término de su periodo de utilidad (52).

Reciclaje: Se debe buscar que los envases sean transformados en productos con poco potencial de contacto con los seres humanos (52).

Recuperación de energía: Los envases de plaguicidas debido a su alto valor calorífico puede ser aprovechado como combustible alternativo en plantas cementeras (52).

Eliminación: se realiza solo en casos que no se pueda reciclar el envase (52). Hay dos procesos para hacerlo:

- **Destrucción:** Se realiza por incineración, declorinación catalítica de base, reacción química en fase gaseosa, o arco de plasma.
- **Enterramiento:** Solo aplica para envases previamente lavados y clasificados como no peligrosos. Se realiza en un área controlada de material de relleno previamente autorizado por las autoridades pertinentes.

II.2.3. Legislación vigente sobre el Uso de Plaguicidas en la Agricultura del Perú.

En la actualidad, en Perú se encuentra vigente el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola, aprobado por el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI) mediante el Decreto Supremo Nº 001-2015-MIDAGRI en el año 2015. El propósito de esta normativa es prevenir y resguardar la salud humana y el medio ambiente, asegurando la eficacia biológica de los productos y orientando su uso adecuado mediante la adopción de buenas prácticas agrícolas a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de los plaguicidas. Este reglamento ha sido objeto de contribuciones y revisiones consensuadas por diversas autoridades, incluyendo la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSA) y la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA), la entidad ambiental del MIDAGRI, así como otros sectores como gremios, industria, academia, sociedad civil y asociaciones sin fines de lucro (51).

Entre los beneficios destacados de esta normativa se encuentra la consolidación de todas las actividades relacionadas con el ciclo de vida de los plaguicidas de uso agrícola en una única regulación, abarcando aspectos como la importación, fabricación, formulación, comercialización, distribución, envasado, manejo de emergencias fitosanitarias, así como la vigilancia y control de los plaguicidas registrados. Este reglamento se aplica a todas las entidades, ya sean personas naturales o jurídicas, sociedades de hecho, patrimonios autónomos u otras entidades, tanto de derecho público como privado, con o sin fines de lucro, que estén involucradas en actividades relacionadas con el ciclo de vida de los plaguicidas de uso agrícola en todo el territorio nacional. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA) es la entidad responsable de su implementación en todo el país (53).

II.2.4. Políticas y programas de control de plaguicidas.

Convenio de Róterdam: Este acuerdo internacional se centra en el intercambio de información sobre plaguicidas peligrosos y productos químicos a nivel internacional. Su objetivo es promover la toma de decisiones informada sobre la importación y exportación de productos químicos peligrosos, incluidos los plaguicidas (54).

Convenio de Estocolmo: Este convenio se enfoca en la eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs), que incluyen algunos plaguicidas. Busca reducir o eliminar la producción y el uso de COPs que representan un riesgo para la salud humana y el ambiente (55).

Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas (CICUP): Este código promueve la gestión segura y la distribución responsable de plaguicidas a nivel mundial. Establece pautas para la fabricación, etiquetado, comercialización y uso de plaguicidas, con el objetivo de minimizar los riesgos para la salud y el ambiente (56).

Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA): El PNUMA trabaja en la promoción de políticas y prácticas sostenibles relacionadas con plaguicidas y químicos en todo el mundo. A través de iniciativas como el Convenio de Róterdam y el Convenio de Estocolmo, el

PNUMA busca abordar cuestiones de gestión y regulación de plaguicidas a nivel global (57).

II.2.5. Datos y estadísticas nacionales sobre el uso de plaguicidas y salud

En los años 2014 – 2019 y 2021 – 2022, se ejecutó la "Encuesta Nacional Agropecuaria 2022" por parte del INEI en alianza con el MIDAGRI y coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Los resultados de dicha encuesta contienen información acerca de las pequeñas y medianas Unidades Agropecuarias a nivel nacional y consta de seis capítulos: Características del productor agropecuario, Sistema de producción, Aspectos ambientales, Características de la unidad agropecuaria, Producción y productividad e ingreso de la unidad agropecuaria y principales indicadores de Política Nacional Agraria y Plan Nacional de Desarrollo Ganadero (9).

Referente al capítulo de Aspectos Ambientales, la encuesta revela que el porcentaje de productores que utilizan solo plaguicidas es del 16% y no presenta mayor variación desde el año 2014.

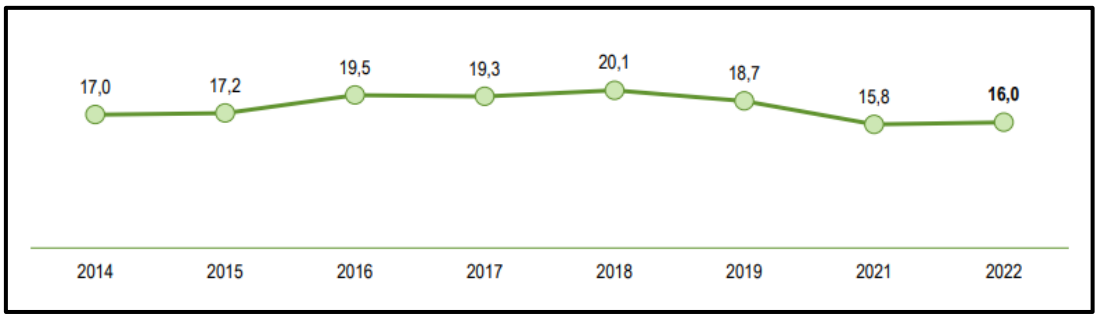

Figura 2. Porcentaje de productores/as que utilizan solo plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022 (9)

Por otro lado, la población de productores que utiliza fertilizantes y plaguicidas presenta una tendencia al alza desde el año 2015.

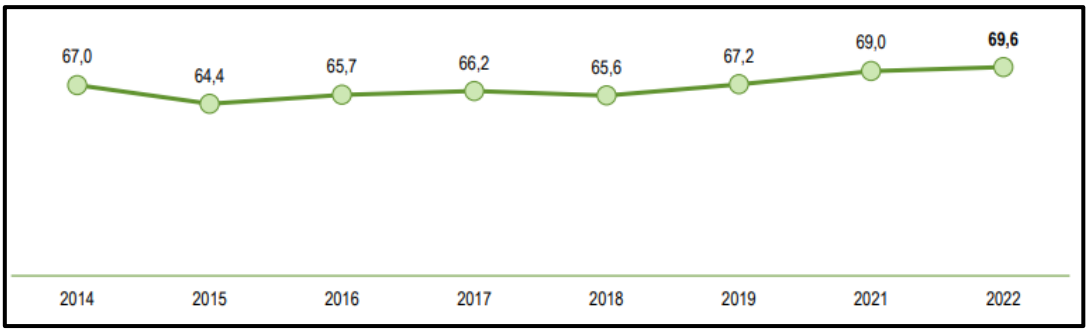

Figura 3. Porcentaje de productores que utilizan fertilizantes y plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022 (9).

En el apartado de aplicación de buenas prácticas ambientales encontramos al uso adecuado de fertilizantes y plaguicidas que, a su vez, implica diversos aspectos como: Uso de la cantidad necesaria de fertilizantes y plaguicidas, uso de insumos de buena calidad, uso de fertilizantes y/o plaguicidas siguiendo la recomendación de un especialista, condiciones adecuadas de almacenamiento de fertilizantes y plaguicidas y manejo adecuado de envases.

Los resultados presentaron una tendencia creciente desde el año 2015, sin embargo, en el año 2022, hubo una interrupción en dicha tendencia, disminuyendo a un 72% de productores que cumplen con las buenas prácticas en el uso de fertilizantes y plaguicidas.

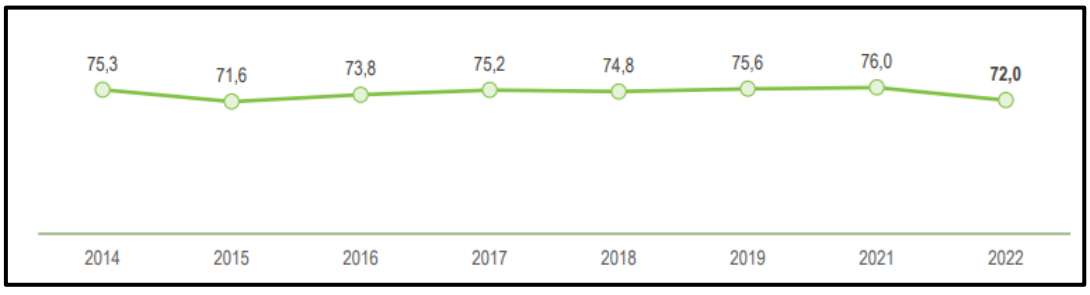

Figura 4. Porcentaje de productores/as que realizan buenas prácticas en el uso de fertilizantes y plaguicidas, 2014-2019 y 2021-2022 (9).

Finalmente, los productores que gestionan adecuadamente los residuos de los plaguicidas utilizados en su actividad agrícola, actividad que comprende el almacenamiento y el manejo de los envases vacíos con el fin de prevenir

la contaminación del suelo y de los alimentos, ha mantenido una tendencia creciente desde el año 2014 hasta el 2022 con un 29%.

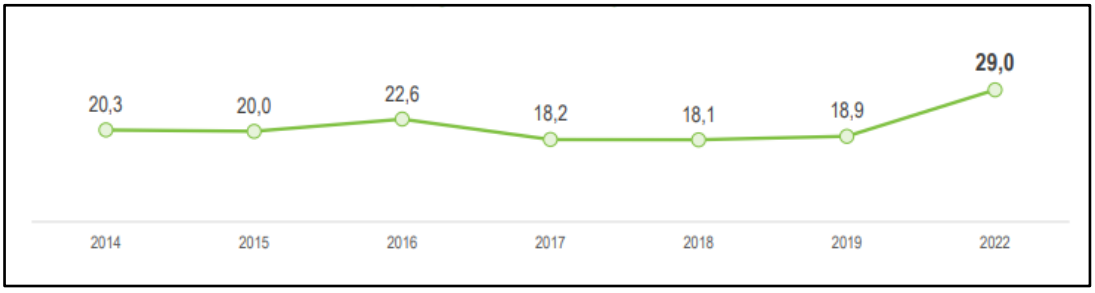

Figura 5 Porcentaje de productores/as que gestionan adecuadamente los residuos de los plaguicidas, 2014-2019 y 2022 (9).

II.3. Antecedentes del estudio

El uso de plaguicidas en la agricultura ha sido una práctica extendida a nivel mundial con el objetivo de incrementar la productividad y reducir pérdidas causadas por plagas. Sin embargo, su uso indiscriminado y el manejo inadecuado representan un riesgo significativo para la salud humana y el ambiente. Los principales grupos de plaguicidas utilizados incluyen organoclorados (OC), organofosforados (OP), carbamatos (CM) y piretroides (PY) (58, 59), los cuales pueden ingresar al organismo humano por ingestión, inhalación o absorción dérmica, provocando efectos agudos y crónicos, especialmente en contextos de exposición ocupacional prolongada (59).

Las exposiciones ocupacionales a los plaguicidas han sido materia de investigación en diversas partes del mundo:

En África, Boateng et al. (60) realizaron en 2023 una investigación en las regiones Ashanti, Western North, Central y Eastern de Ghana, con el objetivo de evaluar el conocimiento, la percepción de riesgo y las prácticas de aplicación de plaguicidas entre pequeños agricultores dedicados al cultivo de cacao. El estudio fue desarrollado por investigadores de *la Kwame Nkrumah University of Science and Technology* y del *Ghana Cocoa Board*. Se trató de un artículo científico de carácter descriptivo y transversal, en el cual se aplicaron encuestas estructuradas a 404 agricultores seleccionados aleatoriamente en 26 comunidades. Los resultados mostraron que el 87% de

los encuestados pertenecía a cooperativas y grupos de certificación, y que alrededor del 70% de los insecticidas empleados estaban aprobados por la *Ghana Cocoa Board*. Sin embargo, pese al conocimiento general sobre los plaguicidas, se observó una discrepancia entre el nivel de conocimiento y las prácticas seguras de aplicación, evidenciándose un uso limitado de equipos de protección personal y la exposición a riesgos ocupacionales. Los autores concluyeron que fortalecer la educación y la capacitación continua en el uso seguro de plaguicidas era esencial para mejorar las prácticas agrícolas y reducir los riesgos para la salud de los agricultores y el ambiente.

Fan et al. (61), en 2015, realizaron una investigación descriptiva y transversal en la cuenca del río Wei, al norte de China, con el objetivo de analizar los factores que influyen en el comportamiento de los agricultores respecto al uso de plaguicidas. El estudio, publicado como artículo científico, fue desarrollado por investigadores de la Universidad Politécnica de Henan y de la Universidad de Wageningen. Se aplicó un cuestionario detallado a una muestra de 307 hogares agrícolas seleccionados aleatoriamente, utilizando escalas tipo Likert para evaluar conocimientos, percepciones y comportamientos. Los resultados mostraron que solo tres de las ocho prácticas protectoras eran adoptadas por la mayoría, como el almacenamiento seguro de plaguicidas (con medias superiores a 4,4 en una escala de 5), mientras que prácticas como no desechar los envases en el campo obtuvieron las puntuaciones más bajas (1,44–1,78). Se identificó que el comportamiento protector estaba influido significativamente por la percepción de las consecuencias (coeficiente *path* estandarizado = 0,42) y el nivel de conocimiento (0,33), mientras que la confianza en los distribuidores y en el gobierno mostró un efecto moderado y débil, respectivamente. Los autores concluyeron que la falta de conocimiento, la búsqueda de altos rendimientos y la brecha de confianza entre los actores clave contribuyen a las prácticas inseguras, y recomendaron fortalecer la capacitación de los distribuidores, la educación de los agricultores y la transparencia en la comunicación para promover un uso más seguro de plaguicidas.

Lekei et al. (62), en 2014, realizaron un estudio en aldeas agrícolas rurales del distrito de Arumeru, región de Arusha, al norte de Tanzania, con el propósito de describir el perfil de exposición a plaguicidas de los agricultores, su nivel de conocimiento sobre los riesgos asociados, las prácticas inseguras que favorecen la intoxicación aguda por plaguicidas (APP) y la magnitud del subregistro de dichos casos. La investigación, publicada como artículo científico, fue desarrollada por el *Tropical Pesticides Research Institute* de Tanzania en colaboración con la Universidad de Ciudad del Cabo. Se trató de un estudio descriptivo de corte transversal que incluyó a 121 jefes de familia seleccionados de siete aldeas dedicadas al cultivo de café y hortalizas. Se aplicó un cuestionario estructurado y se realizaron observaciones directas sobre almacenamiento, uso de equipo de protección personal (EPP) y eliminación de envases, además de verificarse los registros hospitalarios de los casos autodeclarados. Los resultados indicaron que el 93% de los agricultores reportó haber sufrido intoxicaciones agudas por plaguicidas en algún momento de sus vidas, siendo los organofosforados y los productos clasificados por la OMS como moderadamente peligrosos (clase II) los principales responsables. Además, se encontró que el 81% almacenaba plaguicidas dentro de sus hogares, el 67% no utilizaba EPP y el 80% no calibraba su equipo de aspersión. Se concluyó que existía un alto riesgo de exposición humana y ambiental, asociado a un manejo inadecuado de plaguicidas y con la falta de relación entre el nivel de conocimiento y las prácticas seguras. Recomendaron fortalecer la capacitación práctica de agricultores y distribuidores, mejorar la legibilidad de las etiquetas y establecer sistemas de vigilancia comunitaria y nacional para la notificación de APP.

Akter et al. (63), en 2018, llevaron a cabo una investigación descriptiva y transversal en el distrito de Jamalpur, Bangladesh, con el objetivo de analizar el comportamiento, el nivel de conocimiento y los problemas de salud asociados al uso de plaguicidas entre agricultores dedicados al cultivo de hortalizas. El estudio, publicado como artículo científico y desarrollado en el marco de la Universidad de Wageningen, la Universidad Politécnica de Henan y la Universidad Agrícola de Bangladesh, aplicó un cuestionario

estandarizado a una muestra de 101 hogares agrícolas seleccionados aleatoriamente. Los resultados revelaron que solo tres de las ocho prácticas protectoras eran adoptadas con frecuencia, como el almacenamiento seguro de plaguicidas (media de 3,93 en una escala de 5), mientras que el uso de EPP durante la aplicación presentó una baja adherencia (media de 2.82). Síntomas de intoxicación, como vómitos (82%) y dolor de cabeza (84%), fueron altamente prevalentes. Los autores concluyeron que el comportamiento protector estaba significativamente influido por el nivel de conocimiento y las experiencias previas de intoxicación, y recomendaron implementar programas de capacitación participativa basados en la comunidad, dirigidos especialmente a agricultores de mayor edad y orientados a mejorar la comprensión de los riesgos y la adopción de prácticas seguras.

Gesesew et al. (64), en 2016, realizaron un estudio de tipo transversal en comunidades rurales de Jimma, Etiopía, con el objetivo de evaluar el conocimiento, las actitudes, las prácticas y los problemas de salud asociados al uso de plaguicidas entre agricultores. La investigación fue desarrollada por el Departamento de Epidemiología de la Universidad de Jimma en colaboración con la Universidad de Flinders. La metodología consistió en un diseño transversal basado en la comunidad, con una muestra de 796 agricultores seleccionados mediante muestreo multietápico, a quienes se aplicó un cuestionario estructurado mediante entrevistas asistidas. Entre los resultados más relevantes se encontró que el 89.6% había estado expuesto previamente a plaguicidas, mientras que el 90.4% y el 88.9% identificaron la inhalación y la ingestión, respectivamente, como principales vías de exposición. No obstante, el 41.8% de los participantes admitió no utilizar ningún EPP, y solo el 6.2% reconoció los efectos de los plaguicidas durante el embarazo. Los agricultores reportaron diversos síntomas tras la exposición, como dolor de cabeza, vómitos, erupciones cutáneas y dolor abdominal. Pese a ello, más de la mitad de los agricultores (53.7%) mostraron actitudes positivas hacia el uso seguro de plaguicidas. Los autores concluyeron que, aunque existía cierto nivel de conciencia, las prácticas inadecuadas y la escasa protección seguían siendo comunes, por

lo que recomendaron desarrollar estrategias de salud pública orientadas a promover el uso de EPP y el manejo integrado de plagas.

Butinof et al. (65), en el 2015, realizaron un estudio transversal en la provincia de Córdoba, Argentina, con el objetivo de describir el estado de salud de los aplicadores terrestres de plaguicidas en relación con sus prácticas laborales y características sociodemográficas. La investigación, publicada como artículo científico y desarrollada por investigadores de la Universidad Nacional de Córdoba, incluyó la aplicación de un cuestionario estandarizado a una muestra de 880 aplicadores. Se emplearon modelos de regresión logística para identificar factores de riesgo y de protección. Los resultados revelaron una alta prevalencia de síntomas asociados a la exposición ocupacional: el 47.4% reportó irritación, el 40.4% cefaleas, el 35.5% fatiga y el 27.6% ansiedad o depresión. Los factores de riesgo identificados incluyeron el uso inadecuado de EPP, la exposición combinada a más de diez plaguicidas y la aplicación de insecticidas como endosulfán y clorpirifos. A pesar de que solo el 32.7% de los aplicadores utilizaba EPP correctamente, aquellos que lo hacían presentaron menor frecuencia de síntomas irritativos. Los autores concluyeron que el estado civil, la antigüedad laboral, el bajo nivel de protección, la exposición múltiple a plaguicidas y el uso de endosulfán se asociaron significativamente con una mayor frecuencia de síntomas, consultas médicas y hospitalizaciones, por lo que recomendaron fortalecer los sistemas de vigilancia y las políticas de prevención en salud ocupacional.

En el Perú, Yengle et al. (66) realizaron en 2008 un estudio descriptivo y transversal en el distrito de Huaral, con el objetivo de describir las prácticas de utilización de plaguicidas entre los agricultores de la zona. La investigación, publicada como artículo científico y desarrollada por investigadores de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, incluyó un muestreo por conveniencia de 119 agricultores, a quienes se aplicó una encuesta validada mediante entrevista estructurada para evaluar sus prácticas antes, durante y después de la fumigación. Entre los resultados más relevantes se encontró que el

44.9% de los insecticidas utilizados eran de uso restringido, siendo el metamidofos el más frecuente; el 74,4% de los agricultores mezclaba diferentes insecticidas durante la preparación, y el 54.6% y el 51.3% utilizaban protección personal inadecuada durante la preparación y la fumigación, respectivamente. Además, se identificó una asociación significativa entre haber recibido capacitación y el uso correcto de equipos de protección durante la fumigación ($p = 0,043$). Los autores concluyeron que las prácticas inadecuadas eran frecuentes en la población estudiada, que la capacitación constituía un factor favorable para la adopción de buenas prácticas y que el uso de plaguicidas restringidos podía considerarse un marcador de riesgo, por lo que recomendaron reforzar las acciones de capacitación y vigilancia.

En los valles de Chancay-Huaral y Chillón, zonas agrícolas costeras del Perú, ubicadas al norte de Lima, en 2024, Chávez-Dulanto et al. (67) llevaron a cabo un estudio en colaboración con investigadores de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Este artículo científico de enfoque observacional, transversal y descriptivo tuvo como objetivo identificar los factores de exposición en el uso de plaguicidas y determinar si la proximidad a Lima facilitaba un mejor acceso a servicios de asesoramiento técnico. Mediante un diseño basado en encuestas, se entrevistó a 102 agricultores y trabajadores de campo utilizando un cuestionario semiestructurado que evaluó aspectos socioeconómicos, ocupacionales y de conocimiento. Los resultados mostraron que la exposición a plaguicidas comenzaba en promedio a los 15 años, con una duración media de 30 años, y que el 73.9% de los participantes no utilizaba EPP. Los plaguicidas más empleados fueron organofosforados y carbamatos, siendo la exposición dérmica y por inhalación las principales vías de intoxicación. A pesar de la cercanía a la capital, no se encontró presencia de servicios oficiales de asesoría agrónoma, siendo este rol asumido por empresas comercializadoras de agroquímicos. Los autores concluyeron que es urgente implementar un servicio de asesoramiento técnico oficial, programas de capacitación y un sistema de vigilancia epidemiológica para reducir los riesgos sobre la salud

humana y ambiental, así como para avanzar en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

En la región de Puno, específicamente en la zona Circunlacustre del lago Titicaca, en 2024, Inquilla et al. (68), como parte de un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno realizaron el artículo científico de enfoque descriptivo-correlacional y transversal que tuvo como objetivo conocer la percepción de riesgo para la salud humana y ambiental asociada al uso y manipulación de agroquímicos en comunidades campesinas. Mediante un diseño no experimental, se aplicaron 255 entrevistas semiestructuradas a agricultores, utilizando un cuestionario que evaluó cinco dimensiones de riesgo. Los resultados mostraron que un 43,54 % de los agricultores reconocía la nocividad de los agroquímicos, mientras que se identificó que la percepción del riesgo era 3,15 veces mayor en jóvenes que en adultos mayores, 2,14 veces mayor en mujeres que en hombres, y 4,28 veces mayor en personas con mayor nivel educativo. Los autores concluyeron que la percepción general del riesgo fue negativa y se asoció al uso excesivo de plaguicidas, observándose que una mayor escolaridad y menor edad reducían significativamente dicha práctica.

En la región de Ayacucho, provincia de La Mar, en 2021, Cotrina et al. (69) realizaron un estudio descriptivo y explicativo en el distrito de San Miguel, por investigadores de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco y la Universidad Nacional de Huancavelica, con el objetivo de evaluar el uso y manejo de plaguicidas en el cultivo de papa y su relación con el ambiente y la salud. La investigación empleó un diseño no experimental, aplicando encuestas validadas a una muestra de 111 agricultores seleccionados mediante muestreo probabilístico de una población de 363 productores. Los resultados mostraron que el 100% de los agricultores utilizaba plaguicidas químicos, el 51% basaba sus aplicaciones en la experiencia propia, el 64% desconocía métodos alternativos de control de plagas y el 70% no recibía orientación sobre manejo seguro al momento de la compra. Además, se reportaron síntomas de intoxicación como irritación cutánea (16%), mareos y vómitos (12%) y dolor de cabeza (11%). A pesar de estas prácticas y

efectos, una prueba de Chi-cuadrado llevó a los autores a no rechazar la hipótesis de un manejo considerado adecuado según los criterios locales, aunque concluyeron que existía un elevado desconocimiento sobre los riesgos crónicos, como el cáncer (72% lo desconocía), y recomendaron la implementación de programas de capacitación en manejo integrado de plagas y uso seguro de plaguicidas.

En la región de Junín, en la sierra central del Perú, en 2009, Montoro et al. (70) realizaron un estudio descriptivo y transversal en las provincias de Chupaca y Concepción, por parte de investigadores de la Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA), con el objetivo de caracterizar el uso de plaguicidas químicos y evaluar los riesgos asociados para la salud de los agricultores. La investigación empleó un cuestionario aplicado a 435 agricultores seleccionados aleatoriamente, complementado con la evaluación de centros de expendio y el análisis de registros de intoxicaciones. Los resultados evidenciaron que los plaguicidas más vendidos y utilizados pertenecían a las categorías extremada y altamente peligrosas, como el metamidofos (Tamaron®), usado por el 44.6% de los agricultores en Concepción, y que solo entre el 15% y 23% de los aplicadores utilizaba mascarilla como EPP. Asimismo, se reportaron prácticas de disposición final inadecuadas, con un 37% a 50% de envases abandonados en el campo. Los autores concluyeron que la combinación de un uso predominante de plaguicidas altamente peligrosos, la mínima adopción de equipos de protección y la ubicación inapropiada de los puntos de venta constituían un riesgo significativo para la salud pública y ambiental, recomendando la implementación de programas de capacitación y un control más estricto del comercio de estos productos.

En la región Pasco, distrito de Oxapampa, en 2018, Maraví Sandoval. (71), desde la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, desarrolló una tesis de ingeniería ambiental con un enfoque descriptivo y un diseño cuali-cuantitativo no experimental, con el objetivo de evaluar la situación del manejo de envases vacíos de plaguicidas en la cuenca San Alberto. La investigación empleó observación directa, encuestas aplicadas a 25

agricultores y la caracterización de 245 envases recolectados en campos de cultivo. Los resultados mostraron que el 84% de los agricultores desconocía la normativa vigente, el 68% no realizaba el triple lavado de los envases y el 88% no utilizaba el EPP completo, a pesar de que el 64% identificaba la peligrosidad mediante las bandas de color. Además, el 68% de los envases eran abandonados en el campo, el 24% quemados a cielo abierto y el 8% enterrados. Se concluyó que existe un manejo inadecuado de los envases vacíos, asociado a un bajo nivel de conocimiento y a la falta de capacitación y fiscalización, lo que representa un riesgo significativo para la salud y el ambiente en esta zona de interés hídrico.

II.4. Glosario de términos

- **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**: Conjunto de métodos y técnicas que promueven la gestión sostenible de la agricultura, incluyendo el uso responsable de plaguicidas químicos (9).
- **Efecto sinérgico**: Un fenómeno que ocurre cuando ciertas sustancias actúan de manera conjunta y producen un efecto combinado que supera la suma de los efectos que tendrían por separado (72).
- **Efectos subclínicos**: Cambios en la salud de los agricultores que pueden no ser evidentes clínicamente, pero que son detectables a través de pruebas de laboratorio u otros métodos de diagnóstico (73).
- **Monitoreo de salud ocupacional**: El seguimiento regular de la salud de los trabajadores agrícolas para detectar posibles efectos adversos de la exposición a plaguicidas químicos (74).
- **Normativas de seguridad**: Regulaciones y pautas establecidas por las autoridades para garantizar un uso seguro y adecuado de los plaguicidas químicos (47).
- **Plaguicidas químicos**: Sustancias químicas utilizadas en la agricultura para controlar plagas, enfermedades y malezas que afectan los cultivos (75).
- **Residuos de plaguicidas**: Restos de plaguicidas químicos que pueden quedar en los alimentos y en el ambiente después de su aplicación (52).

- **Resistencia a los plaguicidas**: La capacidad de plagas y enfermedades para desarrollar inmunidad o resistencia a los plaguicidas químicos con el tiempo (50).
- **Toxicidad aguda**: La capacidad de un plaguicida químico para causar efectos nocivos en la salud de una persona después de una única exposición o exposiciones breves (76).
- **Toxicidad crónica**: Los efectos perjudiciales a largo plazo en la salud de los agricultores que resultan de la exposición continua (exposición repetida a largo plazo) de plaguicidas químicos (76).
- **Toxicidad subcrónica:** Este fenómeno se origina debido a la exposición reiterada a ciertos factores a lo largo de un periodo de semanas o meses, siendo esta exposición de duración inferior a la vida útil del organismo que está siendo expuesto (76).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

III.1. Hipótesis

El estudio no cuenta con hipótesis.

III.2. Variables

- Características de exposición a plaguicidas
- Gestión de residuos
- Efectos a la salud causados por exposición a plaguicidas

III.3. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables.

VARIABLE(S)	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Características de exposición a plaguicidas	Categórica, ordinal	Actividades involucradas en el uso de plaguicidas.	Medida mediante cuestionario sobre datos sociodemográficos, uso, aplicación, capacitación, seguridad y almacenamiento de plaguicidas, complementado con observación directa.	Características sociodemográficas de los agricultores. Características de plaguicidas, su aplicación, capacitación, seguridad y almacenamiento. Registro de evidencias	Prácticas adecuadas o inadecuadas	Persona encuestada

Gestión de residuos	Categórica, ordinal	Actividades destinadas a gestionar de manera segura y responsable los restos de plaguicidas y sus envases vacíos.	Evaluada a través de cuestionario y observación sobre disposición de envases y manejo de residuos de plaguicidas.	Disposición de envases vacíos y manejo de residuos Registro de evidencias	Prácticas adecuadas o inadecuadas	Persona encuestada, observación directa
Efectos a la salud causados por exposición a plaguicidas	Categórica, ordinal	Impactos negativos en la salud de los agricultores debido a la exposición a plaguicidas	Se determinó a partir de las respuestas de los agricultores en el cuestionario respecto a síntomas de intoxicación	Incidencia de síntomas de intoxicación	Sin efectos, efectos leves, efectos agudos o graves	Persona encuestada

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Área de estudio

La población de esta investigación estuvo conformada por agricultores que emplean plaguicidas en el Centro Poblado Acaray (11°03'10.8"S,77°32'54.7"W), distrito de Huaura, provincia de Huaura, departamento de Lima.



Figura 6. Vista satelital del distrito de Huaura, Centro Poblado Acaray.

IV.2. Diseño de investigación

Descriptivo, observacional, transversal.

La presente investigación es de tipo descriptivo, ya que no se centra en investigar una relación causal, sino que su objetivo principal es proporcionar una descripción detallada de una situación como punto de partida para investigaciones futuras y de diseño observacional, ya que el investigador no interviene en la asignación del factor de estudio. En su lugar, el investigador observa, mide y analiza las variables sin ejercer un control directo sobre el factor en cuestión. Se clasifica como un estudio transversal, ya que los individuos se examinan en un solo punto en el tiempo, para evaluar la frecuencia de una exposición y/o resultado en una población específica.

IV.3. Población y muestra

La población de esta investigación estuvo conformada por aplicadores de plaguicidas del centro poblado de Acaray, ubicado en el distrito de Huaura, provincia de Huaura, departamento de Lima.

- Criterios de inclusión:
  Tener entre 18 y 70 años de edad.
  Laborar como aplicador de plaguicidas.
  Aceptar participar en la encuesta.
- Criterios de exclusión:
  Tener menos de 18 años de edad.
  No desempeñar la función de aplicador de plaguicidas.
  Haber desistido de continuar con la entrevista durante su aplicación.

La selección de la muestra fue no probabilística y por conveniencia, incluyendo únicamente a aquellos agricultores que aceptaron participar voluntariamente y cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

Para el recojo de información, se realizaron visitas a las chacras del centro poblado de Acaray, donde se invitó a participar a 120 personas. De este total, 92 cumplieron con los criterios de inclusión y conformaron la muestra final del estudio.

IV.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información

Técnica de recolección de datos: La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario asistido en los hogares o campos de trabajo de la unidad de análisis. Se verificó si hubo algún error o incumplimiento en el cuestionario; y se volvió a visitar el hogar o campo de trabajo respectivamente. Además se recolectó evidencia fotografica sobre el manejo de plaguicidas, la gestión de sus residuos y la disposición de los envases.

Instrumento: Se utilizó un cuestionario anónimo compuesto por 35 preguntas, cuyo objetivo fue recopilar información sobre datos generales de los participantes, características de la exposición a plaguicidas, prácticas de gestión de residuos y posibles efectos en la salud asociados a dicha exposición.

Validación de la encuesta: Para asegurar la validez de contenido del cuestionario elaborado, se realizó un proceso de validación por juicio de expertos. Se contó con la participación de cuatro especialistas en el campo relacionado con el tema de estudio, quienes evaluaron el instrumento en términos de claridad, coherencia, pertinencia y relevancia de cada uno de los ítems propuestos.

El cuestionario fue enviado de manera individual a cada experto, junto con una ficha de evaluación en la que se les solicitó emitir sus observaciones y sugerencias. A partir del análisis de sus apreciaciones y recomendaciones, se realizaron las modificaciones necesarias, obteniendo así una versión final del cuestionario validado.

Posteriormente, esta versión fue aplicada en un estudio piloto con una muestra de 15 personas del centro poblado de Sayán, distrito de Huaura. Este piloto permitió verificar la comprensión de los ítems y la funcionalidad general del instrumento antes de su aplicación definitiva en la muestra principal del estudio.

IV.5. Consideraciones Éticas

Antes de llevar a cabo la encuesta, se informó a los participantes sobre los propósitos de la investigación y se les solicitó su participación voluntaria. Aquellos que aceptaron participar firmaron un documento de consentimiento informado para registrar su conformidad. Asimismo, se les garantizó que podrían retirarse de la encuesta en cualquier momento si así lo deseaban. Se implementó un riguroso control en la recopilación, almacenamiento y acceso a los datos, los cuales se utilizaron únicamente para los fines específicos del estudio y se conservaron de forma segura durante un período determinado, cumpliendo con las regulaciones y estándares éticos vigentes.

IV.6. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados en Microsoft Excel 2021 y analizados utilizando el paquete estadístico *IBM SPSS Statistics 29.0.* Las respuestas se tabularon en hojas de cálculo de Excel, y se aplicó estadística descriptiva para analizar la distribución de frecuencias, porcentajes y medias a través de *SPSS*. Finalmente, los resultados fueron representados mediante gráficos para su correspondiente descripción y análisis.

V. RESULTADOS

V.1. Características Sociodemográficas de la población

Tabla 3. Aspectos sociodemográficos de los aplicadores del Centro Poblado Acaray.

Pregunta		Frecuencia (%) o % de casos
Sexo	Hombre	66.3%
	Mujer	33.7%
Estado civil	Soltero (o viudo o divorciado)	34.7%
	Conviviente	43.5%
	Casado	21.7%
Grado de instrucción	Primaria incompleta	5.4%
	Primaria completa	7.6%
	Secundaria incompleta	8.7%
	Secundaria completa	22.8%
	Técnico	18.5%
	Universitaria incompleta	25.0%
	Universitaria completa	12.0%
Otras labores en el campo*	Siembra	47.8%
	Fertiliza	28.3%
	Cosecha	44.6%
	Mantenimiento del campo	60.9%
Años de trabajo como aplicador	1-10 años	62.0%
	>10 años	38.0%
Cultivos*	Cereales y granos	44.6%
	Hortalizas	41.3%
	Frutas	80.4%
	Tubérculos	31.5%
Temporada de cultivo*	Primavera – verano	64.1%
	Verano - otoño	54.3%
	Otoño – invierno	55.4%
	Invierno - primavera	65.2%

**Preguntas de opción múltiple: los porcentajes no suman 100 %, ya que los encuestados pudieron seleccionar más de una alternativa. Los valores se expresan en porcentaje de casos.*

El presente estudio contó con la participación de 92 aplicadores de plaguicidas que aceptaron responder la encuesta. La edad media de los participantes fue de 36 años. En cuanto a las características sociodemográficas (Tabla 3), el 66,3% eran hombres y el 62% tenía entre 1 y 10 años de experiencia como aplicadores de plaguicidas. Asimismo, se observó que la mayoría realizaba labores de mantenimiento del campo (60.9%), además de la aplicación de plaguicidas, y que el nivel educativo predominante correspondía a educación universitaria incompleta (25%), seguido por secundaria completa (22.8%). En relación con la temporada de cultivo, las más frecuentes fueron invierno–primavera (65.2%) y primavera–verano (64.1%), lo que evidencia la continuidad de la actividad agrícola durante gran parte del año.

Respecto a los cultivos predominantes en Acaray, se observó que las frutas constituyen el principal tipo de producción agrícola en la zona. Un análisis por categoría mostró que el maíz chala destacó como el principal cereal, la col como la hortaliza más frecuente, la fresa como la fruta predominante, y el camote como el tubérculo de mayor relevancia, tal como se observa en el Gráfico 1.

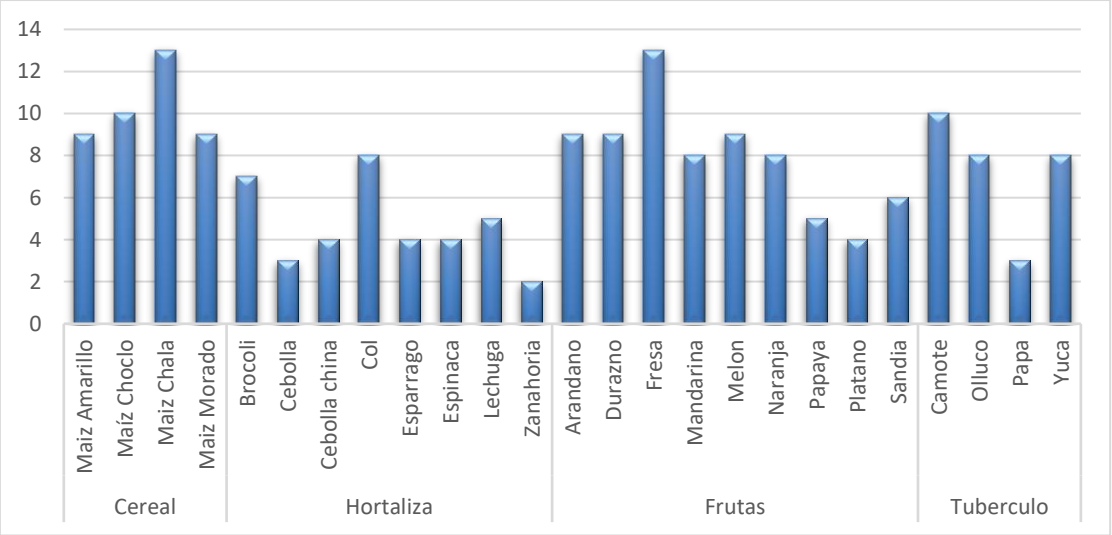

Gráfico 1. Principales cultivos sembrados en el centro Poblado de Acaray.

V.2. Características del manejo y aplicación de plaguicidas

Tabla 4. Prácticas de manejo y aplicación de plaguicidas.

Pregunta		Frecuencia (%) o % de casos
¿Para qué plagas usa los plaguicidas?*	Insectos	71.7%
	Ácaros	58.7%
	Nemátodos	41.3%
	Hongos	72.8%
	Bacterias	37.0%
	Maleza	35.9%
¿Dónde adquiere los plaguicidas?*	Distribuidor/Vendedor local	66.3%
	Tienda en línea especializada	34.8%
	De amigo o familiar	35.9%
	Directamente del fabricante	37.0%
¿Cómo decide qué plaguicidas usa en sus cultivos?*	Recomendación de expertos/agrónomos	68.5%
	Experiencia previa	42.4%
	Publicidad/marketing de productos	28.3%
	Recomendación de otros agricultores	41.3%
¿Cómo sabe la cantidad de plaguicidas que debe usar?*	Recomendaciones del envase	41.6%
	Asesoramiento de expertos/agrónomos	78.7%
	Experiencia previa	37.1%
	Pruebas en pequeña escala	22.5%
¿Cómo aplica los plaguicidas?*	Pulverización con mochila	73.9%
	Riego	29.3%
	Fumigación	55.4%
	Aplicación manual	32.6%
¿Conoce la peligrosidad de los plaguicidas según el color de su etiqueta?	Sí	71.7%
	No	28.3%
¿Dónde prepara los plaguicidas?	Campo	46.7%
	Área designada y ventilada	29.3%
	Ambientes del hogar	12.0%
	Cualquier lugar disponible	12.0%
	Diario	4.3%

¿Cada cuánto tiempo aplica los plaguicidas al cultivo?	Una vez por semana	20.7%
	Cada 15 días	33.7%
	Una vez al mes	41.3%
¿Cuándo fue la última vez que aplicó plaguicidas?	Hace un día	17.4%
	Hace una semana	41.3%
	Hace 15 días	28.3%
	Hace un mes	13.0%

**Preguntas de opción múltiple: los porcentajes no suman 100 %, ya que los encuestados pudieron seleccionar más de una alternativa. Los valores se expresan en porcentaje de casos.*

En la Tabla 4 se observa que los agricultores del Centro Poblado Acaray utilizan principalmente plaguicidas para combatir hongos (72.8%) e insectos (71.7%), adquiriéndolos principalmente a través de distribuidores locales (66.3%). La decisión sobre qué plaguicidas usar se basa mayormente en recomendaciones de expertos (68.5%), mientras que la cantidad a aplicar se determina principalmente por asesoramiento de agrónomos (78.7%). El método de aplicación más común es la pulverización con mochila (73.9%), seguido de la aplicación manual (32.6%). Cabe destacar que un 46.7% de los agricultores prepara los plaguicidas directamente en el campo, y un 12.0% lo hace en ambientes del hogar o en cualquier lugar disponible. Además, un 28.3% desconoce la peligrosidad de los plaguicidas según el color de la etiqueta.



Figura 7. Preparación de plaguicidas en campo, realizada por aplicadores del Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024.



Figura 8. Aplicación de plaguicidas mediante pulverización con mochila en el Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024.

Las Figuras 7 y 8 evidencian prácticas comunes de aplicación de plaguicidas en el Centro Poblado de Acaray. La Figura 7 muestra la preparación de plaguicidas directamente en el campo, reportada por el 46.7% de los agricultores, mientras que la Figura 8 ilustra el método de aplicación más frecuente: la pulverización con mochila (73.9%). En ambas imágenes se observa la ausencia de equipos de protección personal (EPP) adecuados por parte de los aplicadores; en la mayoría de los casos, solo se utiliza un gorro y, ocasionalmente, un polo cubriendo el rostro a modo de mascarilla

V.3. Pesticidas empleados en Acaray

Tabla 5. Clasificación de plaguicidas empleados en Acaray según su composición.

Clasificación de plaguicidas		
Según su composición química	**Principio Activo**	**% casos**
Organofosforados	Diazinón, Clorpirifos, Malathion, Dimetoato	4.2
Carbamatos	Metomilo, Oxamil	7.9
Fenilpirazoles	Fipronil	2.3
Fenoxi-carboxílicos	Ácido 2,4-diclorofenoxiacético	0.5
Neonicotinoides	Imidacloprid, Acetamiprid, Dinotefuran	6.1
Triazoles	Difenoconazol, Tebuconazole	6.1
Ditiocarbamatos	Mancozeb	3.3
Imidazoles	Procloraz	2.3
Cloronitrilos	Clorotalonil	0.5
Benzimidazoles	Carbendazima, Benomilo, Tiabendazol	6.5
Piretroides	Alfacipermetrina, Permetrina	6.5
Estrobilurinas	Azoxiestrobina	4.7
Oxazolinas	Etoxazol	3.3
Benzoylureas	Lufenuron	2.8
Fosfonatos	Glyfosato	2.3
Pirroles	Clorfenapir	1.9
Cetoenol	Spirotetramat	0.5
Diamidas Antranílicas	Clorantraniliprol	0.9
Acilalanina	Metalaxyl	1.9
Dinitroanilinas	Pendimetalina	2.3
Beta-ceto nitrilos:	Cyflumetofen	1.9
Carbazate	Bifenazate	5.6
Ciclohexanodionas	Cletodima	7.5
Derivados de Bacterias (Espinosinas):	Espinosad	3.3
Derivados de Fermentación Microbiana (Avermectinas)	Abamectina	11.2
	Benzoato de emamectina	3.7

En la Tabla 5 se observa que los plaguicidas más utilizados, según su composición química, pertenecen a los grupos de las avermectinas (14.9%), carbamatos (7.9%), ciclohexanodionas (7.5%), benzimidazoles (6.5%), piretroides (6.5%), neonicotinoides (6.1%) y triazoles (6.1%).

Por otro lado, de acuerdo con la clasificación de peligrosidad de la OMS (Gráfico 2), los plaguicidas de Clase II (moderadamente peligrosos), como diazinón, clorpirifos, fipronil y glifosato, fueron los más frecuentes (35.5 %), seguidos por los Clase III (poco peligrosos: malatión, espinosad) con 23.8 %, los Clase U (bajo riesgo agudo: bifenazato, mancozeb) con 21.0 %, los Clase Ib (muy peligrosos: metomilo, abamectina) con 16,8 %, y los Clase Ia (extremadamente peligrosos: oxamil) con 2.8 %.

Cabe señalar que estos datos se obtuvieron a partir de preguntas abiertas sobre los nombres comerciales de los productos, los cuales fueron posteriormente clasificados técnicamente según sus principios activos por el equipo investigador.

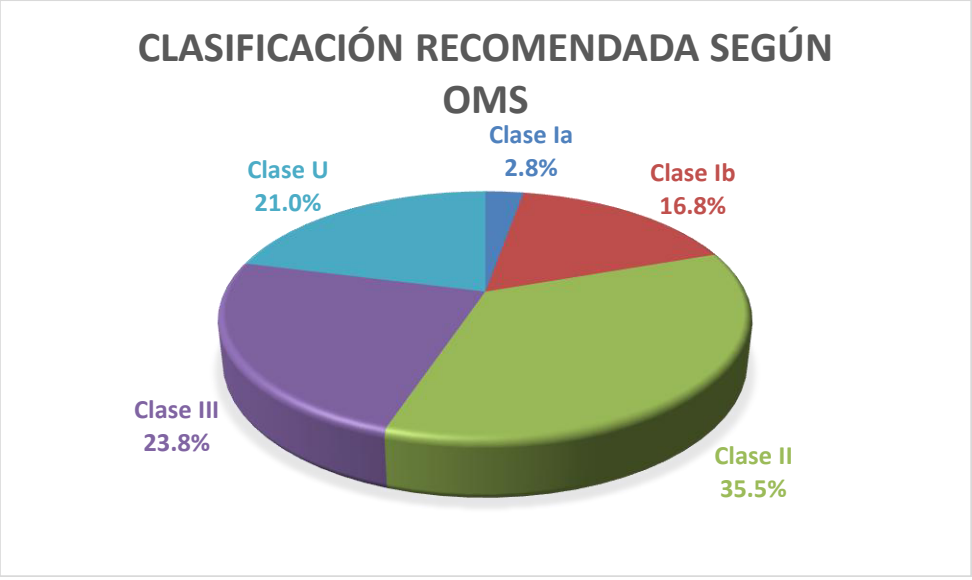

Gráfico 2. Clasificación de plaguicidas empleados en Centro Poblado de Acaray, según la peligrosidad.

Tabla 6. Capacitación y uso de equipo de protección personal (EPP).

Pregunta		Frecuencia (%) o % de casos
¿Alguna vez ha recibido capacitación del manejo de plaguicidas de alguna de estas instituciones?	SENASA	52.2 %
	Dirección Agraria Huaura	22.8%
	Municipalidad Distrital	12.0%
	Red de Salud	3.3%
	No ha recibido capacitación	9.8%
¿Qué equipo de protección personal (EPP) usa?*	Máscara respiratoria	73.9%
	Guantes	84.8%
	Mandil impermeable	29.3%
	Mameluco impermeable	50.0%
	Botas de suela gruesa	51.1%
	Gafas de seguridad	76.1%
¿Qué hace con la ropa y/o EPP después de la aplicación de plaguicidas?	Lava por separado	83.7%
	Guarda y reutiliza antes de lavar	9.8%
	Lava junto con ropa del hogar	3.3%
	Desecha	3.3 %
¿Cuánto tiempo tarda en darse una ducha después de la aplicación de plaguicidas?	Inmediatamente	48.9%
	Una hora después	41.3%
	Al día siguiente	7.6%
	No lo hace	2.2%
¿Se lava los guantes después de la aplicación del plaguicida?	Siempre	34.8%
	A veces	37.0%
	Nunca	28.3%

**Preguntas de opción múltiple: los porcentajes no suman 100 %, ya que los encuestados pudieron seleccionar más de una alternativa. Los valores se expresan en porcentaje de casos.*

En la Tabla 6 se observa que el 52.2% de los agricultores manifiesta haber recibido capacitación sobre el manejo de plaguicidas por parte del SENASA, mientras que un 9.8% afirma no haber recibido ninguna información.

En cuanto al uso de EPP, los guantes (84.8%) y las gafas de seguridad (76.1%) son los elementos más utilizados, mientras que el uso de mandiles impermeables (29.3%) es menos frecuente.

Respecto a la higiene post-aplicación, casi la mitad de los agricultores (48.9%) afirma ducharse inmediatamente después de aplicar plaguicidas, pero un 2.2% no lo hace.

Tabla 7. Almacenamiento de plaguicidas en el Centro Poblado de Acaray.

Pregunta		Frecuencia (%)
¿Conoce las recomendaciones de almacenamiento de plaguicidas dadas por SENASA?	Sí	82.6%
	No	17.4%
¿Dónde almacena los plaguicidas?	Almacén solo para plaguicidas	60.9%
	Exterior del hogar	29.3%
	Junto con alimentos y/o animales	3.3%
	Área común del hogar	6.5%



Figura 9. Almacenamiento de plaguicidas en área común de un hogar del Centro Poblado de Acaray, el 7 de diciembre de 2024

En la Tabla 7 se indica que el 82.6% de los agricultores reportó tener conocimiento sobre las recomendaciones de almacenamiento de plaguicidas establecidas por el SENASA. En cuanto a las prácticas de almacenamiento, el 60.9% utilizaba un espacio exclusivo para este fin, mientras que el 3.3% los guardaba en áreas compartidas con alimentos y/o animales, y el 6.5% en áreas comunes del hogar. La Figura 9 documenta visualmente esta última práctica, mostrando el almacenamiento de plaguicidas en espacios domésticos.

V.4. Características de la gestión de residuos y disposición de envases

Tabla 8. Gestión de residuos y disposición de envases de plaguicidas.

Pregunta		Frecuencia (%)
¿Cada vez que usa plaguicidas, realiza un lavado al envase vacío?	Sí	73.9%
	No	26.1%
¿Qué tipo de lavado realiza al envase vacío?	Enjuague con agua	13.0%
	Triple enjuague con agua	54.3%
	Enjuague con solvente químico	2.2%
	Enjuague con detergente	4.3%
¿Dónde realiza el lavado?	En el campo	35.9%
	En un río, acequia o lago	22.8%
	Estación de lavado de residuos peligrosos	15.2%
¿Qué hace con el enjuague resultante?	Reutiliza	21.7%
	Deshecha en el mismo campo de cultivo	42.4%
	Deshecha en el río/canal	9.8%
¿Qué hace con los envases vacíos del plaguicida?	Deja en el campo	43.5%
	Quema a cielo abierto	20.7%
	Entierra	5.4%
	Acumula y utiliza para fines domésticos	2.2%
	Entrega a distribuidor	28.3%

La Tabla 8 muestra que el 73.9% de los agricultores realiza lavado de envases vacíos de plaguicidas, siendo el triple enjuague con agua (54.3%) el método más frecuente. Se registra que el 22.8% efectúa este lavado en ríos, acequias o lagos, mientras que el 42.4% descarta el agua de enjuague en el campo de cultivo. Respecto a la disposición de envases, el 43.5% los deja en el campo, el 20.7% los quema al aire libre y el 28.3% los devuelve a distribuidores para su manejo final.



Figura 10. Lavado de envases vacíos en canal de riego en el Centro Poblado de Acaray, 7 de diciembre de 2024.



Figura 11. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en áreas de cultivo Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.



Figura 12. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en áreas de cultivo del Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.



Figura 13. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en los alrededores del área de cultivo del Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.



Figura 14. Presencia de envases vacíos de plaguicidas en los alrededores del área de cultivo y fuente de agua Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.



Figura 15. Almacenamiento de envases vacíos de plaguicidas en zona destinada a la preparación de alimentos Centro Poblado de Acaray, el 8 de diciembre de 2024.

Las Figuras 10 a 15 complementan estos datos: la Figura 10 muestra el lavado de envases en canales de riego (22.8%), y las Figuras 11-14 documentan envases abandonados en áreas de cultivo y fuentes de agua. La Figura 15 registra el almacenamiento de estos envases en espacios utilizados para la preparación de alimentos.

V.3. Efectos en la salud relacionados con la exposición a plaguicidas

Tabla 9. Efectos en la salud relacionados con la exposición a plaguicidas en aplicadores del Centro poblado de Acaray.

Pregunta		Frecuencia (%) o % de casos
¿Conoce si los plaguicidas dañan su salud?	Sí	77.2%
	No	5.4%
¿Alguna vez ha presentado alguno de los siguientes problemas de salud en relación con la aplicación de los plaguicidas?*	Dolor de cabeza	67.4%
	Mareo	52.2%
	Convulsiones	5.4%
	Desmayo	17.4%
	Ojos irritados/llorosos	87.0%
	Sensación de ardor en ojos/cara	71.7%
	Picazón/irritación de la piel	66.3%
	Náuseas y vómitos	29.3%
	Cólicos/diarrea	14.1%
	Salivación	12.0%
	Sudoración	34.8%
	Debilidad muscular	28.3%
	Palpitaciones	8.7%
¿Cuándo ha presentado estos problemas?	Antes de la aplicación	5.4%
	Inmediatamente después de la aplicación	29.3%
	Durante la aplicación	41.3%
	No recuerda	23.9%
¿Alguna vez ha recibido atención médica por problemas de salud relacionados con la exposición a los plaguicidas?	Sí	34.8%
	No	65.2%
¿Qué medidas cree que se puede tomar en caso de una intoxicación por plaguicidas?	Acudir a la posta/hospital/clínica	62.0%
	Tomar leche	2.2%
	Lavarse con abundante agua.	28.3%
	Cambiarse de ropa	5.4%
	Provocar vómito	2.2%

**Preguntas de opción múltiple: los porcentajes no suman 100 %, ya que los encuestados pudieron seleccionar más de una alternativa. Los valores se expresan en porcentaje de casos.*

En la Tabla 9, la mayoría de los agricultores (77.2%) reconoce que los plaguicidas pueden dañar su salud, reportando síntomas como irritación ocular (87.0%), sensación de ardor en ojos/cara (71.7%), dolor de cabeza (67.4%) y

picazón en la piel (66.3%), principalmente durante la aplicación (41.3%). A pesar de estos problemas, solo el 34.8% ha recibido atención médica por intoxicación o efectos relacionados con la exposición. En cuanto a las medidas en caso de intoxicación, el 62% considera que se debe acudir a un centro de salud, aunque un 2.2% cree que se debe provocar vomito o tomar leche.

VI. DISCUSION

El estudio incluyó a 92 aplicadores de plaguicidas, de los cuales el 66.3% eran hombres (Tabla 3). Este valor es comparable al reportado por Chávez-Dulanto et al. (67), quienes encontraron que el total de sus encuestados eran varones. Estos datos reflejan una predominancia masculina en las labores agrícolas y en la aplicación de plaguicidas; sin embargo, es importante destacar que los efectos adversos derivados de la exposición a estos productos pueden ser más severos en mujeres, debido a su fisiología, funciones reproductivas y diferencias en el metabolismo.

La edad promedio de los aplicadores en la comunidad de Acaray fue de 36 años, lo que corresponde a una población económicamente activa y en plena capacidad productiva. Sobre la Tabla 3, considerando que el 62% de los agricultores tenía entre 1 y 10 años aplicando plaguicidas y el 38% más de una década, se infiere que muchos iniciaron esta actividad a edades tempranas, acumulando largos periodos de exposición. Esto resulta preocupante, pues los efectos crónicos de los plaguicidas, como neuropatías, alteraciones endocrinas y diversas enfermedades sistémicas, suelen manifestarse décadas después, comprometiendo su calidad de vida futura (39, 40, 78). Este escenario difiere de lo descrito por Chávez-Dulanto et al. (67) en los valles de Chancay-Huaral y Chillón, donde la edad promedio fue mayor (47.6 años) y los agricultores ya acumulaban alrededor de 30 años de exposición. De manera similar, Gesesew et al. (64) en Etiopía, hallaron que el 50.8% de los agricultores llevaba entre 4 y 10 años aplicando plaguicidas, mientras que el 28.3% superaba una década. En Acaray, la elevada proporción de trabajadores con más de 10 años de experiencia refleja una problemática común en áreas rurales: la continuidad en labores agrícolas sin rotación laboral ni evaluaciones de salud ocupacional, lo que aumenta la vulnerabilidad frente a los efectos crónicos y a la bioacumulación de compuestos tóxicos (77).

Respecto al nivel educativo, una proporción considerable de participantes contaba con secundaria completa (22.8%) y estudios superiores (técnico y universitario, 55.5%) (Tabla 3), lo que indica un nivel educativo más alto en comparación con los agricultores de los valles de Chancay-Huaral y Chillón, donde predominaba la educación básica, según lo reportado por Chávez-Dulanto et al. (67). Esta diferencia puede influir en una mayor conciencia sobre el uso adecuado de plaguicidas, en línea con los hallazgos de Inquilla et al. (68), quien demostró que la propensión al uso excesivo de estos productos disminuye significativamente con mayor escolaridad.

El estudio identificó un patrón diverso en el uso de plaguicidas en Acaray, destacando los carbamatos (7.9%), ciclohexanodionas (7.5%), benzimidazoles (6.5%) y piretroides (6.5%) entre los más empleados (Tabla 5). Esta selección responde al tipo de plagas predominantes en la zona para el control de hongos (72.8%) e insectos (71.7%) (Tabla 4), lo que justifica la prevalencia de fungicidas (como triazoles y benzimidazoles) e insecticidas (carbamatos y piretroides). Este perfil difiere de lo reportado en otras regiones del país. En contraste, en los valles de Chancay-Huaral y Chillón (67) indica que los ingredientes activos más utilizados fueron clorpirifós y metamidofos (organofosforados), seguidos por metomilo (carbamato). En Ayacucho (69) se halló un predominio de los pirazoles (41%), mientras que en Oxapampa (71), se reportó menor uso de fungicidas (7%). Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones agroecológicas y al tipo de cultivos, siendo Acaray una zona con alta producción frutícola (80.4%) (Tabla 3).

Un aspecto preocupante identificado fue la alta prevalencia de plaguicidas clasificados como Clase II (35.5%) (Gráfico 2). Entre los que destacan se encuentran clorpirifos, dimetoato, diazinón (organofosforados), alfacipermetrina (piretroide) y fipronil (fenilpirazol), todos con un alto potencial para causar efectos neurotóxicos agudos y crónicos. Más grave aún es el uso de Clase Ib, como metomilo, de alta toxicidad aguda y prohibido en la Unión Europea (78), y abamectina, que presenta riesgos crónicos por exposición repetida (79).

Sobre las prácticas de manejo y aplicación de plaguicida (Tabla 4). El estudio reveló que el 68.5% de los agricultores eligió los plaguicidas basándose en recomendaciones de expertos o agrónomos, mientras que el 42.4% lo hizo en función de su experiencia previa. Este resultado es alentador en comparación con lo reportado por Cotrina et al. (69) en Ayacucho, donde el 51% tomaba decisiones según su experiencia, y por Sandoval (71) en Pasco, donde esta cifra alcanzó el 64%.

En Acaray, la técnica más utilizada fue la pulverización con mochila (73.9%), seguida de la fumigación (55.4%) y la aplicación manual (32.6%), mientras que la preparación de plaguicidas en campo (46.7%) o en ambientes domésticos (12%) expone tanto a agricultores como a sus familias (Tabla 4). Esta situación de riesgo se repite en los valles de Chancay-Huaral y Chillón, donde predominan las mochilas de 20 L y la preparación directa de mezclas sin EPP, recurriendo incluso a palos, tubos de PVC o manos desnudas (67) En conjunto, ambos escenarios evidencian prácticas artesanales que incrementan la exposición ocupacional y, en el caso de Acaray, también la doméstica.

Sobre la capacitación y el uso de EPP (Tabla 6), si bien un alto porcentaje declaró usar guantes de guantes (84.8%) y gafas de seguridad (76.1%), las evidencias visuales recabadas (Figura 7 y 8) revelan una clara discrepancia entre lo declarado y las prácticas reales. Este patrón también se ha descrito en otros países: en Etiopía, más del 40% de los agricultores aplicaba plaguicidas sin EPP (64); en Córdoba, Argentina, solo el 32.7% utilizaba adecuadamente el EPP y el 14.3% no lo empleaba, situación asociada a síntomas de intoxicación y hospitalizaciones (65). Asimismo, Fan et al. (61), en un estudio con agricultores del norte de China, identificaron que el uso de prácticas protectoras estaba más influenciado por el conocimiento técnico y la percepción de consecuencias que por la intervención de autoridades o vendedores. Esta situación resulta comparable con lo observado en Acaray, donde a pesar de que el 90.2% declaró haber recibido capacitación por alguna entidad, se observa una adopción ineficaz de las prácticas seguras, lo que demuestra un desafío en la traducción del conocimiento teórico a la acción.

A ello se suman deficiencias significativas en las prácticas de higiene post-aplicación. Por ejemplo, el 28.3% de los agricultores reportó no lavar nunca sus guantes, el 9.8% reutiliza ropa contaminada, y el 3.3% indicó que lava su ropa de trabajo junto con la ropa doméstica (Tabla 6), exponiendo así a otros miembros del hogar a residuos tóxicos.

Respecto al almacenamiento (Tabla 7) aunque el 82.6% de los agricultores afirma conocer las recomendaciones de SENASA, solo el 60.9% los almacena en un lugar exclusivo, mientras que un 29.3% los guarda en el exterior del hogar y un 6.5% en áreas comunes, como se observa en la Figura 15. Una situación similar fue reportada por Chávez-Dulanto et al. (67), quienes identificaron que, a pesar de contar con espacios destinados al almacenamiento, una proporción importante de agricultores en los valles de Chancay-Huaral y Chillón continuaba guardando plaguicidas dentro de la vivienda (34.8% y 20%, respectivamente).

En cuanto a la gestión de residuos (Tabla 8), en Acaray se reportaron prácticas inadecuadas como el abandono en los campos (43.5%) (Figuras 11–14) y la quema al aire libre (20.7%). Al contrastar estos resultados con lo hallado en Oxapampa (71) y en la Sierra central del Perú (70), se observa un patrón regional preocupante. El abandono de envases, por ejemplo, alcanzó 68% en Oxapampa y entre 37%–50% en la Sierra central, cifras que se asemejan a lo registrado en Acaray. De igual modo, la quema al aire libre fue reportada por 24% de los agricultores en Oxapampa y entre 30%–45% en la Sierra central, lo que confirma la recurrencia de métodos de disposición final inadecuados en distintas regiones. Problemáticas similares se han descrito en otros países: en Ghana, el 9.2% de los agricultores dejaba los envases en el campo o los reutilizaba para almacenar alimentos (60), mientras que, en Tanzania, el 81% los guardaba dentro de las viviendas (62).

Este panorama se agrava por la limitada aplicación del triple lavado, práctica esencial para reducir la toxicidad de los envases antes de su disposición final. En Acaray, el 73.9% de los agricultores declaró lavar los envases vacíos, y solo el 54.3% realizaba el triple lavado, proporción que supera ampliamente la registrada en la sierra central del Perú (10%–16%) (70), aunque aún se mantiene por debajo de Oxapampa, donde el 68% cumplía con esta medida (71). Además,

únicamente el 15.2% lo hacía en una estación destinada al manejo de residuos peligrosos, mientras que el 22.8% efectuaba esta práctica en ríos, lagunas o acequias (Figura 10).

Los resultados referentes a los efectos a la salud causados por exposición a plaguicidas (Tabla 9), evidencian una situación preocupante respecto a los efectos en la salud derivados de la exposición a plaguicidas en Acaray. Aunque el 77.2% de los agricultores reconoce que estas sustancias pueden dañar su salud, solo el 34.8% ha recibido atención médica por intoxicaciones o síntomas asociados, lo que refleja una normalización de malestares y una subestimación de los riesgos crónicos. Este patrón también ha sido documentado en la sierra central del Perú (70), en Bangladesh (63) y en Argentina (65), donde, pese a la alta prevalencia de síntomas, la búsqueda de atención médica sigue siendo limitada.

En Acaray, los síntomas más frecuentes fueron irritación ocular (87%), ardor en ojos/cara (71.7%), cefalea (67.4%) y prurito cutáneo (66.3%), porcentajes superiores a los reportados en otros contextos. Por ejemplo, Montoro et al. (70) hallaron un 58–60% de malestares post-aplicación, mientras que Cotrina et al. (69) reportaron solo 16% de irritación cutánea y 12% de mareos. En Bangladesh y Argentina también se registraron cefaleas, vómitos y mareos, aunque con menor prevalencia, además de síntomas psicológicos como ansiedad y depresión (63,65). La elevada incidencia en Acaray podría explicarse por el uso de plaguicidas altamente peligrosos (Clase Ib), como el metomilo, junto con la deficiente utilización de EPP, documentada en las evidencias gráficas del estudio.

Finalmente, preocupa que solo el 62% de los agricultores acudiría a un centro de salud ante una intoxicación, mientras que aún persisten prácticas inadecuadas como inducir el vómito (2.2%) o ingerir leche (2.2%). Esta falta de conocimientos prácticos, también reportada en Bangladesh y Argentina (63,65), evidencia la necesidad de intervenciones educativas adaptadas al contexto sociocultural y económico, con énfasis en el reconocimiento de síntomas y la atención oportuna.

VII. CONCLUSIONES

En cuanto a las características sociodemográficas, se evidenció que la mayoría de los agricultores del Centro Poblado de Acaray son varones (66.3%) en edad productiva, con una media de 36 años y con un nivel educativo superior al reportado en otras zonas agrícolas del país. Esto refleja una población joven y expuesta a largos periodos de riesgo por la continuidad en la aplicación de plaguicidas.

Se identificó un uso predominante de plaguicidas como avermectinas (14.9%), carbamatos (7.9%), ciclohexanodionas (7.5%), benzimidazoles (6.5%) y piretroides (6.5%). Según la clasificación toxicológica de la OMS, la mayoría de los productos utilizados pertenecen a la Clase II (moderadamente peligrosos), como el clorpirifo y fipronil; seguidos por los de Clases III y U (ligeramente peligrosos o no clasificados), como el malatión y la mancozeb; y en menor proporción, productos de Clases Ia y Ib (altamente peligrosos), como el oxamil y metomilo.

En Acaray, el manejo y la aplicación de plaguicidas se caracterizan por una orientación hacia el control de hongos e insectos, utilizando mayoritariamente el método de pulverización con mochila (73.9%). La adquisición de estos productos se realiza, en su mayoría, a través de distribuidores locales (66.3%) mientras que las decisiones sobre su uso y dosificación son guiadas mayoritariamente por recomendaciones de expertos y agrónomos (68.5% y 78.7%). Si bien un número importante de agricultores ha recibido capacitación por parte de SENASA (52.2%), persisten prácticas riesgosas, como la preparación de plaguicidas en el campo (46.7%) o su almacenamiento en espacios compartidos del hogar (6.5%). El uso de EPP muestra ser parcial e insuficiente. Aunque el 84.8 % declaró utilizar guantes y el 76.1% gafas de seguridad, la observación directa mostró un uso incompleto e inadecuado.

En relación con la gestión de residuos y disposición de envases, persisten prácticas inadecuadas como el abandono en los campos (43.5%) y la quema a cielo abierto (20.7%). Aunque más de la mitad de los agricultores reporta realizar

el triple lavado (54.3%), esta proporción aún es insuficiente para garantizar la inocuidad ambiental y sanitaria.

Las observaciones de campo permitieron evidenciar las prácticas reales relacionadas con el manejo de plaguicidas, la gestión de residuos y la disposición final de envases. Se registró fotográficamente la preparación de mezclas en el campo, la aplicación de plaguicidas sin el uso de EPP, el almacenamiento de plaguicidas en espacios domésticos compartidos y la presencia de envases vacíos en áreas de cultivo y canales de riego. Estas evidencias fueron consistentes con los datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas.

Finalmente, los efectos en la salud reportados por los agricultores incluyen principalmente irritación ocular (87%), ardor en ojos o cara (71.7%), dolor de cabeza (67.4%) y picazón en la piel (66.3%). A pesar de ello, la atención médica por intoxicaciones es baja (34.8%). Además, persisten prácticas inadecuadas ante una posible intoxicación, como inducir el vómito (2.2%) o consumir leche (2.2%), acciones que podrían agravar el estado de salud.

VIII. RECOMENDACIONES

- Implementar programas de capacitación continuos y personalizados dirigidos a los agricultores del Centro Poblado Acaray, con énfasis en el uso seguro de plaguicidas, interpretación de etiquetas, prácticas de almacenamiento, y gestión de residuos. Estas capacitaciones deben considerar el nivel educativo de los participantes y usar metodologías visuales y prácticas.
- Promover el uso obligatorio y completo del EPP durante las fases de preparación y aplicación, incluyendo mamelucos y mandiles impermeables. Se sugiere articular acciones con entidades locales o programas estatales para facilitar el acceso económico a EPP certificados.
- Desarrollar campañas de sensibilización sobre la gestión adecuada de residuos de plaguicidas, haciendo énfasis en el triple lavado, el destino seguro de los envases y los riesgos ambientales del vertido en canales, ríos o lagos. Se sugiere implementar puntos de acopio comunitario con apoyo de distribuidores.

• Fomentar el acceso a atención médica oportuna y a información sanitaria confiable, articulando con centros de salud locales para ofrecer charlas preventivas sobre síntomas de intoxicación y primeros auxilios, corrigiendo mitos como inducir el vómito o consumir leche.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO, WHO. International Code of Conduct on Pesticide Management. WHO, FAO, editores. Rome; 2023. 3–7 p.
2. Sharma A, Kumar V, Shahzad B, Tanveer M, Sidhu GPS, Handa N, et al. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. SN Appl Sci [Internet]. 2019;1(11):1446. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1
3. Atinkut Asmare B, Freyer B, Bingen J. Women in agriculture: pathways of pesticide exposure, potential health risks and vulnerability in sub-Saharan Africa. Environ Sci Eur [Internet]. el 1 de diciembre de 2022 [citado el 21 de agosto de 2023];34(1):1–14. Disponible en: https://link.springer.com/articles/10.1186/s12302-022-00638-8
4. World Health Organization & United Nations Environment Programme. Public health impact of pesticides used in agriculture. World Health Organization, editor. 1990.
5. Boedeker W, Watts M, Clausing P, Marquez E. The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. BMC Public Health [Internet]. 2020;20(1):1875. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0
6. Centro Nacional de Epidemiología P y C de EM. Casos notificados de intoxicación aguda por plaguicidas según semanas epidemiológicas (SE) Perú 2019-2023*.
7. World Bank. Agriculture Overview: Development news, research, data [Internet]. 2023 [citado el 8 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview
8. INEI. Producto Bruto Interno aumentó 1,7% en el IV trimestre de 2022 [Internet]. 2022 [citado el 8 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/producto-bruto-interno-aumento-17-en-el-iv-trimestre-de-2022-14261/
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Encuesta Nacional Agropecuaria 2022. Principales resultados. Pequeñas y medianas Unidades Agropecuarias. 2014 - 2019 y 2021 - 2022. 2022.
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario - 2012 [Internet]. Perú; 2013 [citado el 21 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/documentos/resultados-definitivos-iv-censo-nacional-agropecuario-2012-0
11. Centro Nacional de Epidemiologia P y C de E– M. Vigilancia Epidemiológica del riesgo de exposición e intoxicación por plaguicidas - SE 52 - 2022. 2022.
12. Gupta RK, Gupta RC. Placental toxicity. En: Reproductive and Developmental Toxicology. Elsevier; 2022. p. 1373–97.
13. Vasquez S, Peña F. Caracterización hidrogeológica del acuífero costero Huaura. 2012.
14. Hassaan MA, El Nemr A. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. Vol. 46, Egyptian Journal of Aquatic Research. National Institute of Oceanography and Fisheries; 2020. p. 207–20.

15. Ayilara MS, Adeleke BS, Akinola SA, Fayose CA, Adeyemi UT, Gbadegesin LA, et al. Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. Front Microbiol. 2023;14:1040901.
16. Akashe MM, Pawade U V, Nikam A V. CLASSIFICATION OF PESTICIDES: A REVIEW. Int J Res Ayurveda Pharm. el 8 de septiembre de 2018;9(4):144–50.
17. Vale A, Lotti M. Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. En: Handbook of Clinical Neurology. Elsevier B.V.; 2015. p. 149–68.
18. Adeyinka A, Muco E, Pierre L. Organophosphates. 2023.
19. AF. Food safety: Pesticides. En: Encyclopedia of Human Nutrition. Elsevier; 2023. p. 375–88.
20. Taiwo AM. A review of environmental and health effects of organochlorine pesticide residues in Africa. Chemosphere. abril de 2019;220:1126–40.
21. Abubakar Y, Tijjani H, Egbuna C, Adetunji CO, Kala S, Kryeziu TL, et al. Pesticides, history, and classification. En: Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control. Elsevier; 2019. p. 29–42.
22. de-Assis MP, Barcella RC, Padilha JC, Pohl HH, Krug SBF. Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. Rev Bras Med Trab. el 11 de febrero de 2021;18(3):352–63.
23. Harvey B. Protecting Farming Families & Field-Workers. Prof Saf [Internet]. 2014;59(3):68–70. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/48688753
24. Kwong LH, Ercumen A, Pickering AJ, Unicomb L, Davis J, Leckie JO, et al. Soil ingestion among young children in rural Bangladesh. J Expo Sci Environ Epidemiol. febrero de 2021;31(1):82–93.
25. WHO - World Health Organization. JMPR 2016 summary report. 2016 [citado el 11 de noviembre de 2023]. p. 9–13 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) 2016 summary report. Disponible en: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-safety-pesticide-residue
26. Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. Int J Environ Res Public Health. el 27 de enero de 2021;18(3).
27. Msibi SS, Chen CY, Chang CP, Chen CJ, Chiang SY, Wu KY. High pesticide inhalation exposure from multiple spraying sources amongst applicators in Eswatini, Southern Africa. Pest Manag Sci. octubre de 2021;77(10):4303–12.
28. Sinha SN, Kumar KR, Ungarala R, Kumar D, Deshpande A, Vasudev K, et al. Toxicokinetic analysis of commonly used pesticides using data on acute poisoning cases from Hyderabad, South India. Chemosphere. el 1 de abril de 2021;268.
29. Silberman J, Taylor A. Carbamate Toxicity. 2025.
30. Lee DH, Jung KY, Choi YH, Cheon YJ. Body mass index as a prognostic factor in organophosphate-poisoned patients. American Journal of Emergency Medicine. 2014;32(7):693–6.
31. Costa LG. The neurotoxicity of organochlorine and pyrethroid pesticides. En: Handbook of Clinical Neurology. Elsevier B.V.; 2015. p. 135–48.

32. Ramchandra AM, Chacko B, Victor PJ. Pyrethroid poisoning. Indian Journal of Critical Care Medicine. 2019;23:S267–71.
33. Rajpoot K, Katare P, Tekade M, Sharma MC, Polaka S, Sengupta P, et al. Toxicokinetic and toxicodynamic considerations in drug research. En: Pharmacokinetics and Toxicokinetic Considerations. Elsevier; 2022. p. 751–76.
34. Aroniadou-Anderjaska V, Figueiredo TH, de Araujo Furtado M, Pidoplichko VI, Braga MFM. Mechanisms of Organophosphate Toxicity and the Role of Acetylcholinesterase Inhibition. Toxics. el 18 de octubre de 2023;11(10):866.
35. Baratzhanova G, Fournier A, Delannoy M, Baubekova A, Altynova N, Djansugurova L, et al. The mode of action of different organochlorine pesticides families in mammalians. Environ Toxicol Pharmacol. septiembre de 2024;110:104514.
36. Singh S, Kashyap H, Shehata N, Jammu GS, Kapahi Y, Khan NA, et al. Carbamates-based pesticides: Detection, toxicity, biodegradation, and sustainable development challenges. Chemical Engineering Journal. julio de 2025;515:163800.
37. Hodoșan C, Gîrd CE, Ghica MV, Dinu-Pîrvu CE, Nistor L, Bărbuică IS, et al. Pyrethrins and Pyrethroids: A Comprehensive Review of Natural Occurring Compounds and Their Synthetic Derivatives. Plants. el 29 de noviembre de 2023;12(23):4022.
38. O'Malley GF, O'Malley R. Organophosphate Poisoning and Carbamate Poisoning [Internet]. Vol. 2025. MSD Manual; 2025. Disponible en: https://www.msdmanuals.com/professional/injuries-poisoning/poisoning/organophosphate-poisoning-and-carbamate-poisoning
39. Perry J, Cotton J, Rahman MA, Brumby SA. Organophoephate exposure and the chxonic effects on farmers: A narrative review. Rural Remote Health. el 1 de enero de 2020;20(1).
40. Muñoz-Quezada MT, Lucero BA, Iglesias VP, Muñoz MP, Cornejo CA, Achu E, et al. Chronic exposure to organophosphate (OP) pesticides and neuropsychological functioning in farm workers: a review. Vol. 22, International Journal of Occupational and Environmental Health. Taylor and Francis Ltd.; 2016. p. 68–79.
41. Piel C, Pouchieu C, Carles C, Béziat B, Boulanger M, Bureau M, et al. Agricultural exposures to carbamate herbicides and fungicides and central nervous system tumour incidence in the cohort AGRICAN. Environ Int. el 1 de septiembre de 2019;130.
42. Henríquez-Hernández LA, Luzardo OP, Zumbado M, Camacho M, Serra-Majem L, Álvarez-León EE, et al. Blood pressure in relation to contamination by polychlorobiphenyls and organochlorine pesticides: Results from a population-based study in the Canary Islands (Spain). Environ Res. el 1 de noviembre de 2014;135:48–54.
43. Kumar J, Lind L, Salihovic S, van Bavel B, Ingelsson E, Lind PM. Persistent organic pollutants and liver dysfunction biomarkers in a population-based human sample of men and women. Environ Res. 2014;134:251–6.
44. Ramchandra AM, Chacko B, Victor PJ. Pyrethroid Poisoning. Indian J Crit Care Med. diciembre de 2019;23(Suppl 4):S267–71.

45. Saillenfait AM, Malard S. Human Risk Associated with Long-Term Exposure to Pyrethroid Insecticides. En: Handbook of Environmental Chemistry. Springer; 2020. p. 259–303.
46. Dhananjayan V, Jayakumar S, Ravichandran B. Conventional Methods of Pesticide Application in Agricultural Field and Fate of the Pesticides in the Environment and Human Health. En: Controlled Release of Pesticides for Sustainable Agriculture. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 1–39.
47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines on Good Practice for Ground Application of Pesticides. Roma; 2001. 3–6 p.
48. McGrath DM, Jepson PC, Huesing JE, DeFrancesco J, Deshmukh SS, Peschke VM, et al. Chapter 3. Pesticide Application, Safety, and Selection Criteria for Fall Armyworm Control. En Mexico: CIMMYT; 2021. p. 58–98
49. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska - Lincoln. Selecting and Using Pesticides | Pesticide Safety Education Program [Internet]. [citado el 11 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://pested.unl.edu/selecting.
50. Ruomeng B, Meihao O, Siru Z, Shichen G, Yixian Z, Junhong C, et al. Degradation strategies of pesticide residue: From chemicals to synthetic biology. Synth Syst Biotechnol. junio de 2023;8(2):302–13.
51. MINAGRI. Decreto Supremo N.° 001-2015-MINAGRI. Aprueban el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú Perú; 2015.
52. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers. 2008 may.
53. Ministerio del Ambiente - MINAM. Minagri aprueba reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola. Diario Gestión. el 30 de enero de 2015;
54. United Nations Environment Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations. ROTTERDAM CONVENTION ON THE PRIOR INFORMED CONSENT PROCEDURE FOR CERTAIN HAZARDOUS CHEMICALS AND PESTICIDES IN INTERNATIONAL TRADE. 2023.
55. United Nations Environment Programme (UNEP). STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPS). 2023.
56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. 2013.
57. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. EL PNUMA su socio en favor de las personas y el planeta. 2023.
58. Kaushal J, Khatri M, Arya SK. A treatise on Organophosphate pesticide pollution: Current strategies and advancements in their environmental degradation and elimination. Ecotoxicol Environ Saf. el 1 de enero de 2021;207:111483.
59. Hassaan MA, El Nemr A. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. The Egyptian Journal of Aquatic Research. el 1 de septiembre de 2020;46(3):207–20.
60. Boateng KO, Dankyi E, Amponsah IK, Awudzi GK, Amponsah E, Darko G. Knowledge, perception, and pesticide application practices among

smallholder cocoa farmers in four Ghanaian cocoa-growing regions. Toxicol Rep. 2023;10:46–55.
61. Fan L, Niu H, Yang X, Qin W, Bento CPM, Ritsema CJ, et al. Factors affecting farmers' behaviour in pesticide use: Insights from a field study in northern China. Science of The Total Environment [Internet]. diciembre de 2015;537:360–8. Disponible en: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969715304915
62. Lekei EE, Ngowi A V, London L. Farmers' knowledge, practices and injuries associated with pesticide exposure in rural farming villages in Tanzania. BMC Public Health. el 23 de diciembre de 2014;14(1):389.
63. Akter M, Fan L, Rahman MM, Geissen V, Ritsema CJ. Vegetable farmers' behaviour and knowledge related to pesticide use and related health problems: A case study from Bangladesh. J Clean Prod. noviembre de 2018;200:122–33.
64. Gesesew HA, Woldemichael K, Massa D, Mwanri L. Farmers Knowledge, Attitudes, Practices and Health Problems Associated with Pesticide Use in Rural Irrigation Villages, Southwest Ethiopia. PLoS One. el 13 de septiembre de 2016;11(9):e0162527.
65. Butinof M, Fernandez RA, Stimolo MI, Lantieri MJ, Blanco M, Machado AL, et al. Pesticide exposure and health conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina. Cad Saude Publica [Internet]. marzo de 2015 [citado el 8 de septiembre de 2023];31(3):633–46. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015000300633&lng=en&tlng=en
66. Yengle M, Palhua R, Lescano P, Villanueva E, Chachi E, Yana E, Zaravia R, Ambrosio J, Clemente J, Cornejo J, , Gutiérrez C. Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores en el distrito de Huaral - Perú, Noviembre 2005. Revista Peruana de Epidemiología [Internet]. 2008;12(1):1-6. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203120337007
67. Chávez-Dulanto PN, Vögler O, Helfgott-Lerner S, Carvalho FP. Insights on the Use of Pesticides in Two Main Food-Supplier Coastal Valleys of Lima City, Peru. Agrochemicals. el 29 de junio de 2024;3(3):181–208.
68. Inquilla Mamani J, Apaza Ticona J, Inquilla Arcata F, Salas Avila D. Percepción de riesgo de salud humana y ambiental por el uso de agroquímicos en la región Puno, Perú. Rev Cub Salud Publica. 2024;50.
69. Cotrina Cabello GG, Esteban Nolberto ED, Huanhuayo Huachos KM, Palomino Chávez M, Melgar Ávila LY. "Uso de Plaguicidas Químicos en el cultivo de Papa (Solanum tuberosum L), su relación con Medio Ambiente y la Salud". Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. el 20 de abril de 2021;5(2):1482–503. Disponible en: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/366
70. Montoro Y, Moreno R, Gomero L, Reyes M. Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2009;26:466–72.
71. Maravi Sandoval JJ. Situación del manejo de envases vacíos de plaguicidas de uso agrícola en la cuenca San Alberto del distrito de Oxapampa, región Pasco – 2018 [Internet]. [Yanacacha]: Universidad

Nacional Daniel Alcides Carrión; 2018 [citado el 22 de octubre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/697
72. Pezzani R, Salehi B, Vitalini S, Iriti M, Zuñiga FA, Sharifi-Rad J, et al. Synergistic Effects of Plant Derivatives and Conventional Chemotherapeutic Agents: An Update on the Cancer Perspective. Medicina (Kaunas). el 17 de abril de 2019;55(4).
73. Heliodora Díaz Padrón. Toxicología Ocupacional. Toxicología Ocupacional: Editorial Ciencias Médicas; 2019. 1–9 p.
74. Heliodora Díaz Padrón. Toxicología Ocupacional. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2019. 42–43 p.
75. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Directrices para el reconocimiento de sustancias activas o usos autorizados de sustancias activas de baja preocupación en materia de salud pública que se consideran exentos del establecimiento de límites máximos de residuos o que no dan lugar a residuos. 2022.
76. Denny KH, Stewart CW. Acute, Subacute, Subchronic, and Chronic General Toxicity Testing for Preclinical Drug Development. En: A Comprehensive Guide to Toxicology in Nonclinical Drug Development. Elsevier; 2017. p. 119–21.
77. OMS. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019. [WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition]. Organización Mundial de la Salud [Internet]. 2020 [citado el 8 de septiembre de 2023];1:104. Disponible en: http://apps.who.int/bookorders.
78. Silberman J, Taylor A. Carbamate Toxicity. 2025.
79. Shekhar C, Khosya R, Thakur K, Mahajan D, Kumar R, Kumar S, et al. A systematic review of pesticide exposure, associated risks, and long-term human health impacts. Toxicol Rep [Internet]. 2024;13:101840. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750024002233

X. ANEXOS
X.1. Matriz de consistencia:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	MÉTODOS	INSTRUMENTO(S)
¿Cuáles son las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray?	-	Características de exposición a plaguicidas Gestión de residuos Efectos en la salud por exposición a plaguicidas químicos	Evaluar las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado Acaray	Describir las características sociodemográficas de los agricultores del Centro Poblado Acaray. Identificar los principales plaguicidas que se usan en Centro Poblado Acaray. Describir las características del manejo y aplicación de los plaguicidas. Identificar las principales prácticas de manejo de residuos de plaguicidas y disposición de envases. Evidenciar el manejo de plaguicidas, la gestión de sus residuos y la disposición de los envases por parte de los agricultores del Centro Poblado Acaray. Determinar los principales efectos a la salud causados por exposición a plaguicidas.	Documental y observacional	Encuesta validada

X.2. Formato para evaluación de Expertos

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho".

Lima, DD de MMM de 202X.

Señor(a) Dr(a). XXX
Universidad XXX

De nuestra mayor consideración:

Es un placer dirigirme a usted para expresarle mi atento y cordial saludo. Asimismo, solicito su colaboración con la validación del presente instrumento, que forma parte del proyecto de tesis para licenciatura en Farmacia y Bioquímica, titulado "Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura - Lima, 2024". Para su desarrollo, se ha preparado una encuesta basada en las variables de estudio.

La evaluación de los instrumentos es crucial para la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Por ello, considerando su amplia experiencia en investigación, pongo a su disposición dicho instrumento para su respectiva validación.

Quedo a la espera de sus sugerencias sobre cualquier cambio, supresión o adición que considere conveniente.

Le agradecemos infinitamente por su apoyo.

Atentamente,



Dra. Yadira Fernández Jerí
Asesora de tesis



Dra. Elena Benavides Rivera
Asesora de tesis

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un

instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación. A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EXPERTO:
_____

GRADO ACADÉMICO:
_____

CARGO:
_____

INSTITUCIÓN:
_____

C**ategoría**	**Calificación**	**Indicador**
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma variable bastan para obtener la medición de éste.	1.No cumple con el criterio	Puede ser eliminada
	2.Bajo nivel	Tiene alguna relevancia
	3.Moderado nivel	Es relativamente importante
	4. Alto nivel	Es muy importante, debe ser incluida
CLARIDAD El ítem se entiende fácilmente, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1.No cumple con el criterio	Puede ser eliminada
	2.Bajo nivel	Tiene alguna relevancia
	3.Moderado nivel	Es relativamente importante
	4. Alto nivel	Es muy importante, debe ser incluida
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	No cumple con el criterio	Puede ser eliminada
	Bajo nivel	Tiene alguna relevancia
	Moderado nivel	Es relativamente importante
	Alto nivel	Es muy importante, debe ser incluida
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, debe incluirse.	No cumple con el criterio	Puede ser eliminada
	Bajo nivel	Tiene alguna relevancia
	Moderado nivel	Es relativamente importante
	Alto nivel	Es muy importante, debe ser incluida

TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS										
Variable	**ITEM**	**SUFICIENCIA**		**COHERENCIA**		**RELEVANCIA**		**CLARIDAD**		**OBSERVACIONES**
		SÍ	**No**	**SÍ**	**No**	**SÍ**	**No**	**SÍ**	**No**	
Información personal	Pregunta 1									
	Pregunta 2									
	Pregunta 3									
	Pregunta 4									
Características de exposición a plaguicidas	Pregunta 5									
	Pregunta 6									
	Pregunta 7									
	Pregunta 8									
	Pregunta 9									
	Pregunta 10									
	Pregunta 11									
	Pregunta 12									

	Pregunta 13									
	Pregunta 14									
	Pregunta 15									
	Pregunta 16									
	Pregunta 17									
	Pregunta 18									
	Pregunta 19									
	Pregunta 20									
	Pregunta 21									
	Pregunta 22									
Gestión de residuos	Pregunta 23									
	Pregunta 24									
	Pregunta 25									
	Pregunta 26									

	Pregunta 27									
	Pregunta 28									
Efectos a la salud causados por exposición a pesticidas	Pregunta 29									
	Pregunta 30									
	Pregunta 31									
	Pregunta 32									
	Pregunta 33									
	Pregunta 34									

¿Hay algún aspecto que no ha sido considerado?, en caso sea si indique cuál es:……

……

Decisión del experto;

EL instrumento debe ser aplicado:

Si (X) No

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

A continuación sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EXPERTO:
FLORIA CARLA PANCETTI VACCARI

GRADO ACADÉMICO:
DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESPECIALIDAD:
Neurofarmacología y neurotoxicología, salud ambiental y ocupacional

CARGO:
Profesora Titular

INSTITUCIÓN:
Universidad Católica del Norte

Decisión del experto:

El instrumento debe ser aplicado:

Sí (x)	No



Firma del experto

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

A continuación sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EXPERTO: Sandra Cortés A.

GRADO ACADÉMICO: PhD in Public Health

ESPECIALIDAD: Epidemiólga Ambiental

CARGO: Profesora Asociada.

INSTITUCIÓN: Depto de Salud Publica. PUC. Chile

Decisión del experto:

El instrumento debe ser aplicado:

Si	No
X	

Firma del experto

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

A continuación sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EXPERTO:
Emma Felicia Salazar Salvatierra

GRADO ACADÉMICO:
Doctor

ESPECIALIDAD:
OBSTETRA

CARGO:
06346E DOCENTE PRINCIPAL

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Decisión del experto:

El instrumento debe ser aplicado:

Sí x	No



Firma del experto

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento para investigación en humanos. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EXPERTO: Ana María V. Chavez Fernández

GRADO ACADÉMICO: Doctorado

ESPECIALIDAD: Educación

CARGO: Docente

INSTITUCIÓN: Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Decisión del experto:

El instrumento debe ser aplicado:

Sí	No

Sí, después de las correcciones.

Firma del experto 

X.3. Consentimiento informado

Estimado/a participante:

Le solicitamos su colaboración para participar en la investigación titulada “Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura – Lima, 2024”, desarrollada por Grace Bejar Ñopo y Renzo Santillan Zevallos, estudiantes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, bajo la asesoría de la Dra. Yadira Fernández Jeri y la Dra. Elena Rafaela Benavides.

El propósito de esta investigación es evaluar las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado Acaray, con el fin de generar información que contribuya a promover el uso responsable de estos productos y fortalecer las medidas de protección en la comunidad agrícola.

Aspectos éticos y de confidencialidad

- La encuesta tendrá una duración aproximada de 30 minutos. Todo lo que usted responda será tratado de manera confidencial; su identidad no será revelada, ya que los datos se registrarán de forma anónima y únicamente se emplearán con fines académicos.
- La información proporcionada será analizada y utilizada exclusivamente para los propósitos de esta investigación. Los datos recolectados serán almacenados en una computadora personal protegida y eliminados tres años después de la publicación de la tesis.
- Su participación es completamente voluntaria. Usted puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello le genere consecuencia alguna. Además, tiene el derecho de no responder preguntas que le resulten incómodas o con las que no desee participar.

Consultas o contacto

Si tiene alguna pregunta sobre la investigación, puede hacerla en cualquier momento durante o después de su participación. Si desea conocer los resultados finales del estudio o necesita más información, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: grace.bejar@unmsm.edu.pe o a renzo.santillan@unmsm.edu.pe

Consentimiento

He leído y comprendido la información anterior. Declaro que acepto participar libre y voluntariamente en la investigación mencionada.

Nombre completo:

Firma del participante:

Firma del investigador:

Fecha:

X.4. Instrumento

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela de Farmacia y Bioquímica

Encuesta " Evaluación de las características de exposición y gestión de residuos de plaguicidas y sus efectos en la salud de los agricultores del Centro Poblado de Acaray, Huaura - Lima, 2024"

Instrucciones:

- Por favor, responda todas las preguntas de esta encuesta con relación a su trabajo con los pesticidas.
- Sus respuestas serán anónimas y confidenciales.
- La información que proporcione solo se usará para fines de investigación.
- Agradecemos su tiempo y colaboración. **Código:** .....

---

1. Edad

   _____
2. Sexo:
   a) Hombre
   b) Mujer
3. Estado civil:
   a) Soltero (o viudo o divorciado)
   b) Conviviente
   c) Casado
4. ¿Cuál es su último grado de estudio?
   a) Primaria incompleta
   b) Primaria completa
   c) Secundaria incompleta
   d) Secundaria completa
   e) Técnico
   f) Universitaria incompleta
   g) Universitaria completa
5. ¿Qué otras labores desempeñan en el campo de cultivo?
   a) Siembra
   b) Fertiliza
   c) Cosecha
   d) Mantenimiento del campo
6. ¿Cuántos años ha trabajado en la aplicación de pesticidas?

   _____
7. ¿Que cultiva?
   a) Cereales y granos
   b) Hortalizas
   c) Frutas
   d) Tubérculos
   Especificar: _____
8. ¿En qué temporada cultiva?
   a) Primavera – Verano
   b) Verano - Otoño
   c) Otoño – Invierno
   d) Invierno – Primavera
9. ¿Podría mencionar los principales pesticidas que ha utilizado en el último año?

   _____
10. ¿Para qué plagas usa los pesticidas?
    a) Insectos
    b) Ácaros
    c) Nemátodos
    d) Hongos
    e) Bacterias
    f) Maleza
11. ¿Dónde adquiere los pesticidas?
    a) Distribuidor/Vendedor local
    b) Tienda en linea especializada
    c) De amigo o familiar
    d) Directamente del fabricante

12. ¿Cómo decide qué pesticidas usa en sus cultivos?
    a) Recomendación de expertos/agrónomos
    b) Experiencia previa
    c) Publicidad/marketing de productos
    d) Recomendación de otros agricultores
13. ¿Cómo sabe la cantidad de pesticidas que debe usar?
    a) Recomendaciones del envase
    b) Asesoramiento de expertos/agrónomos
    c) Experiencia previa
    d) Pruebas en pequeña escala
14. ¿Cómo aplica los pesticidas?
    a) Pulverización con mochila
    b) Riego
    c) Fumigación
    d) Aplicación manual
15. ¿Conoce la peligrosidad de los pesticidas según el color de su etiqueta?
    a) Sí
    b) No
16. ¿Dónde prepara los pesticidas?
    a) Campo
    b) Área designada y ventilada
    c) Ambientes del hogar
    d) Cualquier lugar disponible
17. ¿Cada cuánto tiempo aplica los pesticidas al cultivo?
    a) Diario
    b) Una vez por semana
    c) Cada 15 días
    d) Una vez al mes
18. ¿Cuándo fue la última vez que aplicó pesticidas?
    a) Hace un día
    b) Hace una semana
    c) Hace 15 días
    d) Hace un mes
19. ¿Alguna vez ha recibido capacitación del manejo de pesticidas de alguna de estas instituciones?
    a) SENASA
    b) Dirección Agraria Huaura
    c) Municipalidad Distrital
    d) Red de Salud
    e) No ha recibido capacitación
20. ¿Qué equipo de protección personal (EPP) usa?

Equipo de protección personal (EPP)	**Sí**	**No**
Máscara respiratoria		
Guantes		
Mandil impermeable		
Mameluco impermeable		
Botas de suela gruesa		
Gafas de seguridad		

21. ¿Qué hace con la ropa y/o EPP después de la aplicación de pesticidas?
    a) Lava por separado
    b) Guarda y reutiliza antes de lavar
    c) Lava junto con ropa del hogar
    d) Desecha
22. ¿Cuánto tiempo tarda en darse una ducha después de la aplicación de pesticidas?
    a) Inmediatamente
    b) Una hora después
    c) Al día siguiente
    d) No lo hace
23. ¿Se lava los guantes después de la aplicación del pesticida?
    a) Siempre
    b) A veces
    c) Nunca
24. ¿Conoce las recomendaciones de almacenamiento de pesticidas dadas por SENASA?
    a) Sí
    b) No
25. ¿Dónde almacena los pesticidas?
    a) Almacén solo para pesticidas
    b) Exterior del hogar
    c) Junto con alimentos y/o animales
    d) Área común del hogar
26. ¿Cada vez que usa pesticidas, realiza un lavado al envase vacío?
    a) Sí
    b) No

27. Si la respuesta a la pregunta 26 ¿Qué tipo de lavado realiza al envase vacío?
    a) Enjuague con agua
    b) Triple enjuague con agua
    c) Enjuague con solvente químico
    d) Enjuague con detergente
28. Si la respuesta a la pregunta 26 fue sí ¿Dónde realiza el lavado?
    a) En el campo
    b) En un río, acequia o lago
    c) Estación de lavado de residuos peligrosos
    d) En patio, cocina o baño del hogar
29. Si la respuesta a la pregunta 26 fue sí, ¿Qué hace con el enjuague resultante?
    a) Reutiliza
    b) Deshecha en el mismo campo de cultivo
    c) Deshecha en el río/canal
30. ¿Qué hace con los envases vacíos del pesticida?
    a) Deja en el campo
    b) Quema a cielo abierto
    c) Entierra
    d) Acumula y utiliza para fines domésticos
    e) Entrega a distribuidor
31. ¿Conoce si los pesticidas dañan su salud?
    a) Si
    b) No
32. ¿Alguna vez ha presentado alguno de los siguientes problemas de salud en relación con la aplicación de los pesticidas?

Problema de salud	**Sí**	**No**
Dolor de cabeza		
Mareo		
Convulsiones		
Desmayo		
Ojos irritados/llorosos		
Sensación de ardor en ojos/cara		
Picazón/Irritación de la piel		
Náuseas y vomitos		
Cólicos/Diarrea		
Salivación		
Sudoración		
Debilidad muscular		
Palpitaciones		

33. ¿Cuándo ha presentado estos problemas?
    a) Antes de la aplicación
    b) Inmediatamente después de la aplicación
    c) Durante la aplicación
    d) No recuerda
34. ¿Alguna vez ha recibido atención médica por problemas de salud relacionados con la exposición a los pesticidas?
    a) Sí
    b) No

35. ¿Qué medidas cree que se puede tomar en caso de una intoxicación por pesticidas?
    a) Acudir a la posta/hospital/clínica
    b) Tomar leche
    c) Lavarse con abundante agua.
    d) Cambiarse de ropa
    e) Provocar vómito