



**UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**  
**SEDE DAVID - CHIRIQUÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DR. WILLIAM C. GORGAS**

**LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

**“DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN PRODUCTORES  
AGRÍCOLAS EXPUESTOS A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS DE  
CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, 2024.”**

**PRESENTADO POR:**

**JEILY JUSTAVINO**

**4-804-2430**

**ASESOR:**

**MSc. RICARDO SALDAÑA**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA MÉDICA  
EN LA UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

**CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2024**

## **Dedicatoria**

A Dios, principalmente, por guiarme en cada paso, por darme las fuerzas necesarias y la oportunidad de culminar mis estudios.

A mis padres, Miguel y Damaris, quienes han sido mi guía y mi mayor inspiración. Gracias por cada sacrificio, esfuerzo que han hecho para que yo pueda cumplir mis metas, por su apoyo incondicional, por sus consejos que me han ayudado a perseverar y seguir adelante a pesar de las dificultades. Todo lo que he logrado hasta el momento es gracias a ustedes.

A mi familia, que con su cariño, comprensión y palabras de aliento me motivaron a seguir adelante, gracias por cada gesto de apoyo. Cada paso en este proyecto fue acompañado por su apoyo y energía, lo cual me dio la fortaleza necesaria para no rendirme.

Con amor, Jeily

## **Agradecimiento**

A Dios, sobre todas las cosas.

A nuestros profesores asesores, Sherty Pittí, Yisselis Caballero, Ricardo Saldaña por dedicar de su tiempo y ser guía de este proyecto de tesis en base a sus conocimientos y sabiduría.

A los licenciados, Kevin salinas y Bryan Barria por compartieron sus conocimientos y experiencias de manera desinteresada.

A mis amigos, de la infancia y compañeros gracias por su apoyo, risas compartidas, por palabras de aliento y porque hemos superado desafíos que nos han hecho crecer.

Con amor Jeily



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

## Declaración Jurada

Yo Jeily Jissel Justavino Vásquez, con cédula de identidad personal número 4-804-2430, estudiante graduando del programa/carrera de Licenciatura en Tecnología Médica declaró bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Trabajo de Tesis (Tesis, proyecto final, pasantía, otro), es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exoneró a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Para que conste firmo la presente declaración el día \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Cédula: 4-804-2430

# Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaración Jurada .....	iv
Índice .....	v
Índice de tablas.....	ix
Índice de Graficas .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xiii
Introducción .....	xv
Capítulo I .....	18
El problema.....	18
1. 1 Antecedentes .....	19
1.2 Planteamiento del problema.....	21
1.3 Justificación e importancia de la investigación .....	23
1.4 Objetivos de la investigación.....	25
1.4.1 Objetivo general:.....	25
1.4.2 Objetivos específicos: .....	25
1.5 Alcances y limitaciones del trabajo de investigación .....	25
1.5.1. Alcances .....	25
1.5.2. Limitaciones.....	26
1.6 Proyecciones del estudio .....	27
Capitulo II.....	28
Marco Teórico .....	28

2.1 Plaguicidas en los productores agrícolas .....	29
2.1.1 Características Químicas de los compuestos organofosforados .....	30
2.1.2 Propiedades.....	30
2.1.3 Estructura química .....	32
2.1.4 Clasificación universal de los plaguicidas.....	33
2.1.4.1 Organismo que intentan controlar (acción biocida): .....	33
2.1.4.2 Modo de Acción .....	35
2.1.4.3 Toxicidad .....	35
2.1.5 Vías de exposición a plaguicidas .....	36
a. Vía dérmica.....	37
b. Vía respiratoria o inhalatoria .....	37
c. Vía ocular.....	37
2.1.6 Toxicocinética .....	38
2.1.6.1 Absorción.....	40
2.1.6.2 Distribución .....	41
2.1.6.3 Metabolismo .....	41
2.1.6.4 Eliminación .....	43
2.1.7 Principales plaguicidas utilizados en la agricultura.....	43
2.1.8 Intoxicación aguda basada en sintomatología.....	45
2.1.9 Grupos laborales con mayor riesgo de intoxicación por plaguicidas .....	47
2.1.10 Factores de riesgo de los plaguicidas .....	48
2.1.11 Impacto del uso de plaguicidas en la salud .....	49
2.2 Prueba de colinesterasa.....	50
2.2.1 Acetilcolina.....	50
2.2.2 Tipos de colinesterasa .....	51

2.2.3 Mecanismo de acción de la colinesterasa .....	53
2.2.4 Interpretación de los Niveles de la Colinesterasa.....	54
2.2.5 Importancia de la colinesterasa.....	55
2.2.6 Diagnóstico clínico de la colinesterasa.....	56
2.2.6.1 Clínica de la exposición al tóxico .....	56
2.2.6.2 Manifestaciones clínicas .....	57
2.2.6.3 Inhibición de la colinesterasa .....	58
2.2.6.4 Respuesta a la administración de atropina .....	58
2.2.7 Prevención.....	59
2.2.8 Efectos nocivos de los plaguicidas sobre el ambiente.....	62
2.2.8.1 Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano .....	62
2.2.8.1 Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano .....	63
Capitulo III.....	64
Marco Metodológico.....	64
3.1 Tipo y diseño general del estudio.....	65
3.2 Población de estudio.....	65
3.3 Muestra.....	65
3.3.1. Tipo de muestra.....	66
3.4 Variables.....	66
3.4.1 Variable Independiente .....	66
3.4.2. Variable Dependiente .....	66
3.4.3 Variables Demográficas.....	66
3.5 Factores de Riesgo Modificables .....	68
3.6 Universo de estudio, selección y muestra, unidad de análisis.....	69
3.7 Criterios de Inclusión y exclusión .....	69

3.8 Técnicas de Recolección de Datos .....	70
Capitulo IV .....	71
Análisis e interpretación de resultados .....	71
Capítulo V .....	86
Consideraciones finales .....	86
5.1. Conclusiones .....	87
5.2. Recomendaciones .....	91
Referencias Bibliográficas.....	93
Anexos.....	99

## Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de los plaguicidas .....	34
Tabla 2 Clasificación toxicológica de los plaguicidas según su toxicidad aguda ..	36
Tabla 3 Características de la toxicocinética por exposición a plaguicidas organofosforados.....	39
Tabla 4 Principales Plaguicidas Organofosforados Utilizados en la Agricultura....	44
Tabla 5. Grupos con mayor riesgo de exposición a plaguicidas .....	47

## Índice de Graficas

Gráfica nº 1. Porcentaje de participantes según el género en productores agrícolas que laboran en fincas de cerro Punta Chiriquí. ....	72
Gráfica nº 2. Porcentaje de las edades de los participantes que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí. ....	73
Gráfica nº 3. Porcentaje del nivel académico en productores agrícolas muestreados en fincas de Cerro Punta Chiriquí. ....	74
Gráfica nº4. Porcentaje de acuerdo a la ocupación que ejercen los trabajadores dentro las fincas de Cerro Punta Chiriquí. ....	75
Gráfica nº 5. Porcentaje del personal muestreado de acuerdo a la utilización de equipos de protección personal. ....	76
Gráfica nº 6. Porcentaje de los participantes que han recibido capacitaciones acerca de lo perjudicial que son los plaguicidas organofosforados en la producción agrícola .....	78
Gráfica nº7. Porcentaje de productores agrícolas de acuerdo al tiempo que llevan laborando en fincas de Cerro Punta, Chiriquí. ....	79
Gráfica nº 8. Porcentaje de los niveles de colinesterasa sérica en productores agrícolas que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí. ....	80
Gráfica nº9. Porcentaje de enfermedades asociadas a los productores agrícolas muestreados que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí. ....	81
Gráfica nº10. Porcentaje de valores obtenidos de colinesterasa sérica en los agricultores de diferentes fincas de Cerro Punta, Chiriquí. ....	82

## Resumen

La agricultura constituye una de las tareas esenciales para el desarrollo y sustento de la población, siendo una fuente clave de vida para muchas familias en nuestro país, particularmente en las Tierras Altas de Chiriquí, donde se producen grandes cantidades de cultivos vegetales. Es que aquí donde los plaguicidas juegan un papel importante para disminuir las diversas plagas que impactan cultivos, pero también pueden ser perjudiciales para los trabajadores que están estrechamente en contacto con estos tóxicos, siendo una de las causas más frecuentes de intoxicación por plaguicidas organofosforados, a partir de este hecho, se consideró importante la determinación cuantitativa de la actividad de la colinesterasa sérica.

El objetivo general de esta investigación es determinar la relación que existe entre los niveles de colinesterasa y la actividad laboral en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas en Cerro Punta, Chiriquí.

Este estudio fue descriptivo, transversal. Se utilizó el método cuantitativo para la determinación de valores de colinesterasa sérica. Estuvo conformado por una población de 56 trabajadores agrícolas, con edades comprendidas entre 18 y 66 años, a quienes se les aplicó una encuesta para recolectar los datos de tipo sociodemográfico, ocupacional y clínico; y se les tomó la muestra sanguínea para la determinación de la colinesterasa sérica, haciendo uso del equipo automatizado (VITROS).

Los resultados obtenidos muestran que un participante presentó valores inferiores al rango de referencia, mientras que los otros 55 pacientes presentan niveles

normales de la enzima Colinesterasa Sérica. Se observa una relación entre estos niveles y el tiempo de trabajo en el sector agrícola, que es de 17 años, así como con la exposición debido al uso inadecuado del equipo de protección personal. Esto podría deberse a que tanto los trabajadores como el personal administrativo de las fincas mantienen una bioseguridad parcial.

A través de este estudio, pudimos determinar las ocupaciones que presentan un mayor riesgo para la salud por la exposición directa a los plaguicidas organofosforados, se pretende proporcionar evidencia científica que contribuya a la prevención de enfermedades ocupacionales, la mejora de las condiciones de trabajo en el sector agrícola, y el desarrollo de políticas públicas más efectivas para la protección de la salud de los trabajadores agrícolas.

Palabras claves: Plaguicidas, Organofosforados, Acetilcolinesterasa, Acetilcolina, Plaga.

## **Abstract**

Agriculture is one of the essential activities for the development and sustenance of the population, serving as a key source of livelihood for many families in our country, particularly in the Tierras Altas region of Chiriquí, where large quantities of vegetable crops are produced. In this context, pesticides play an important role in reducing the various pests that affect crops. However, they can also be harmful to workers who are in close contact with these toxic substances, making pesticide poisoning by organophosphates one of the most frequent causes of intoxication. Based on this fact, the quantitative determination of serum cholinesterase activity was considered important.

The general objective of this research is to determine the relationship between cholinesterase levels and work activity in agricultural workers exposed to pesticides in Cerro Punta, Chiriquí.

This study was descriptive and cross-sectional. A quantitative method was used to determine serum cholinesterase values. The study population consisted of 56 agricultural workers, aged between 18 and 66 years. A survey was conducted to collect sociodemographic, occupational, and clinical data, and blood samples were taken for the determination of serum cholinesterase using automated equipment (VITROS).

The results obtained show that one participant had values below the reference range, while the other 55 patients presented normal levels of the enzyme serum

cholinesterase. A relationship was observed between these levels and the length of time working in the agricultural sector, which is 17 years, as well as exposure due to the improper use of personal protective equipment. This could be due to the fact that both workers and farm administrative personnel maintain only partial biosecurity measures.

Through this study, we were able to identify the occupations that present a higher health risk due to direct exposure to organophosphate pesticides. The aim is to provide scientific evidence that contributes to the prevention of occupational diseases, the improvement of working conditions in the agricultural sector, and the development of more effective public policies for the protection of agricultural workers' health.

Keywords: Pesticides, organophosphates, acetylcholinesterase, acetylcholine, pest.

## Introducción

La intoxicación por plaguicidas organofosforados es un problema mundial. La Organización Mundial de la Salud calcula que anualmente se producen un millón de envenenamientos graves no intencionales, además de los millones de incidentes de suicidio consumando químicos.

La agricultura constituye una de las tareas esenciales para el desarrollo y sustento de la población, siendo una fuente clave de vida para muchas familias en Panamá, particularmente en las Tierras Altas de Chiriquí, donde se producen grandes cantidades de cultivos vegetales. Es aquí donde los plaguicidas juegan un papel importante para disminuir las diversas plagas que impactan cultivos, pero también pueden ser perjudiciales para los trabajadores que están estrechamente en contacto con estos tóxicos.

Los plaguicidas organofosforados se han clasificado de acuerdo a las recomendaciones de la Organización mundial de la salud OMS. Desde el punto Toxicológico, es importante considerar el nivel de riesgo, lo que implica que puede haber un daño agudo a la salud o que surjan efectos por exposiciones repetidas en un periodo breve. Según esta clasificación, se han dividido las categorías de mayor a menor peligrosidad de la dosis letal, ya sea por vía oral o vía dérmica. Esta división orienta a la población en riesgo a tomar medidas preventivas o curativas determinando como grupo de riesgo la población general y la población general.

En la actualidad se utilizan 4 grandes categorías para los plaguicidas según su composición química, según la función de los plaguicidas y del organismo que se quiere eliminar, según el modo de acción o de entrada y según su toxicidad.

El uso de plaguicidas debe ser cuidadosamente regulado debido a los potenciales efectos negativos para la salud y para el medio ambiente. La investigación, sobre la colinesterasa sérica, es fundamental para analizar los efectos tóxicos de estos productos y emplear mejores prácticas agrícolas.

La colinesterasa plasmática ha adquirido gran importancia clínica debido a la amplia aplicación de plaguicidas. Para su determinación se emplea su capacidad de hidrolisar los ésteres de colina en sus respectivos ácidos. Se han desarrollado varios métodos, entre los que se incluyen la determinación del cambio de pH que acompaña la hidrólisis de los ésteres de colina.

En esta investigación se examinará la colinesterasa sérica o plasmática, también conocida como pseudocolinesterasa. Esta enzima, producida en el hígado, está presente en el plasma sanguíneo y en diversos órganos y tejidos del cuerpo, como el hígado, cerebro, intestinos, páncreas, riñones, adipocitos, piel con sus glándulas exocrinas, y en los músculos.

La actividad de la colinesterasa se ve fundamentalmente afectada por sustancias químicas que funcionan como inhibidores, destacando en este grupo a los plaguicidas, especialmente los organofosforados. Sin embargo, también hay enfermedades que pueden modificar considerablemente los niveles de colinesterasa en la población. Considerando los valores de referencia del método cinético, los rangos normales de colinesterasa plasmática oscilan entre 5 500 – 13 400 U/L. La medición de los niveles de colinesterasa sérica no solo permite diagnosticar y tratar eficazmente los casos de envenenamiento, también es de

importancia clínica para evaluar la función hepática, identificar pacientes con formas atípicas de la enzima que muestran sensibilidad aumentada.

Este estudio cobra relevancia debido al impacto que los plaguicidas pueden tener en la salud de los trabajadores, quienes muchas veces desconocen los riesgos asociados a su manipulación. A través del análisis de los datos obtenidos, se busca aportar información valiosa que permita mejorar las condiciones laborales y fomentar políticas de salud ocupacional orientadas a reducir la incidencia de intoxicaciones y enfermedades relacionadas con la exposición a estos compuestos.

El uso inadecuado de los plaguicidas suele estar relacionado con la falta de conocimiento, un problema que puede resolverse a través de la educación y el entrenamiento. Para ello, es clave capacitar a los trabajadores sanitarios y agrícolas que tienen responsabilidades dentro de sus comunidades, además de organizar programas educativos, transmisiones radiales y trabajar con grupos locales, cooperativas de agricultores y minoristas.

# **Capítulo I**

## **El problema**

## 1. 1 Antecedentes

Desde el comienzo de los tiempos se usan los plaguicidas para preparar y resguardar los cultivos. Alrededor del año 2500 A.c., como el azufre que fue empleado en la civilización sumeria, hace unos 4500 años, también se han utilizado arsénico, plomo y mercurio para controlar las plagas. Luego de eso en el siglo XIX se llegó a utilizar emulsiones de queroseno (Aceites esenciales y jabones) (Castillo, 2019).

Desde el descubrimiento en 1874 de los organofosforados principalmente del dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) por el químico alemán Otto Ziedler y sus propiedades plaguicidas fueron conocidas en 1939. En el instante en el que se establece un punto trascendental para la agricultura. Al mismo tiempo los fertilizantes minerales forjan con éxito su futuro para la agricultura global. Se establece así una fuerte dependencia del sector agropecuario con respecto a los químicos sintetizados o formulados por el hombre (Requena, 2022).

Según el MIDA (2008), El empleo de plaguicidas en la República de Panamá comenzó hace más de 70 años en sectores productivos como la agricultura, la ganadería y el cultivo de plátano. En el área de la salud pública, estos productos han sido empleados para el control de vectores transmisores de enfermedades tropicales.

Las primeras importaciones de plaguicidas organoclorados (DDT, aldrín, dieldrín, entre otros) se dan en la década de 1940 por la necesidad de controlar plagas en el cultivo del banano; otra parte llegó a utilizarse desde 1946 en el área canalera del

país para lidiar con los problemas del paludismo y la malaria (MINSAs & PNUMA, 2008).

La amplia diversidad de plagas en el entorno agrícola y ganadero de Panamá, el clima favorable para su crecimiento, ha provocado pérdidas significativas en el rubro agrícola, tanto en la producción de los campos como en la etapa final de cosecha. En particular, los cultivos son afectados por la mosca del Mediterráneo, el nematodo dorado de la papa, la mancha mantecosa, la roya del cafeto, la roya de la caña de azúcar, la moniliasis del cacao, el ácaro del vaneado del arroz, el gusano cogollero del maíz, la sigatoka negra del banano, la tristeza de los cítricos, el mal seco del otoo, la antracnosis del ñame y otras plagas (MINSAs & PNUMA 2008).

Chiriquí como productor agricultor tiene rubro de granos básicos (arroz, porotos maíz etc.) seguido de frutas hortalizas y tubérculos. En el año 2017, Chiriquí fue unas de las provincias que más produjo cultivos de: frijoles 96%, porotos 88.5% y arroz 28%; lo que conlleva a una sobresaliente cosecha de arroz. Panamá en el sector agropecuario utiliza grandes cantidades de organofosforados y fertilizantes. Chiriquí al ser uno de los mayores productores de rubros del país utiliza también fungicidas especialmente en la producción de banano por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* agente etiológico de Singatoka negra (Gonzalez, 2017).

Se debe determinar como medida preventiva en productores agrícolas que siempre han estado propensos a presentar riesgo por los químicos, analizando constantemente la enzima colinesterasa con el fin de disminuir el riesgo de intoxicación relacionadas a los organofosforados de modo que se busquen

soluciones integrales que den un balance armonioso en el manejo integrado de plagas y productor.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los trabajadores agrícolas, especialmente en países de desarrollo, están frecuentemente expuestos a plaguicidas organofosforados durante sus actividades laborales siendo utilizados ampliamente para incrementar la producción de los cultivos.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se reportan entre un millón y cinco millones de casos de envenenamiento por plaguicidas organofosforados, resultando en muchos decesos. Un 99% de estos eventos se producen en naciones en desarrollo, donde los países de América Latina representan el 75% de los casos, calculando que más de 700 000 personas al año experimentan efectos adversos a la salud. En los últimos años, las muertes por envenenamiento las Américas han ido en aumento, alcanzando en Centroamérica 6.3 muertes por cien mil habitantes. Según la valoración de las intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas, se esperaría para Panamá un total aproximado de 6,287.9 incidentes cada año. Como indican otros estudios (Jenkins, 1995; Díaz Mérida - Tristán 1992).

Según información compartida por el Departamento de Epidemiología del MINSA (MINSA 2021), durante el periodo 2016-2020 los plaguicidas fueron los causantes de un total de 1 249 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP), para un

promedio de 250 personas intoxicadas por año. Los casos más significativos de intoxicaciones se presentaron, en términos generales, durante el 2016 y 2019. Siendo Chiriquí, Los Santos y Coclé, las áreas de salud más impactadas, reconocidas como las provincias más prominentes debido a sus labores agrícolas. El rango de intoxicados podría ser más alto que las cifras oficiales, ya que muchos de los expuestos no se dirigen a los centros de salud.

Esta investigación presenta el planteamiento del problema a través de las siguientes interrogantes: ¿Cómo influye la actividad laboral de los trabajadores agrícolas en sus niveles de colinesterasa en Cerro Punta, Chiriquí? y ¿Cuáles son los niveles de colinesterasa en estos trabajadores? A partir de estas cuestiones, se establecieron los objetivos de la investigación siguiendo el mismo esquema.

A través de diversas investigaciones se puede demostrar la toxicidad de los plaguicidas, clasificados según su composición química; entre ellos, los carbamatos y organofosforados son los más comunes entre los usuarios y también los más tóxicos, afectando principalmente el sistema nervioso y causando intoxicación aguda o crónica. Esto lleva a la inhibición de colinesterasa sérica, aumentando el nivel de acetilcolina, que actúa como un neurotransmisor y provoca un síndrome colinérgico que, sin las debidas medidas puede resultar fatal y causar muerte. Los compuestos organofosforados, por su gran toxicidad, provocan un daño irreversible.

Este estudio tiene como objetivo producir infracción a través de un análisis de los datos cuantitativos que representa la problemática desde el punto de vista de los empleados. Este estudio evidenciará la relación entre la exposición a productos químicos y la incidencia de intoxicaciones agudas, basándose en los síntomas

manifestados por los trabajadores y el impacto que esto tiene en la vida familiar de quienes están más expuestos. Además, permitirá reunir en un solo documento las distintas perspectivas sobre el problema analizado.

La intoxicación por plaguicidas organofosforados es un problema mundial. La Organización Mundial de la Salud calcula que anualmente se producen un millón de envenenamientos graves no intencionales, además de los millones de incidentes de suicidio consumando químicos.

Por lo expuesto anteriormente; esta investigación nos proporcionará información necesaria para desarrollar estrategias de intervención acerca de factores de riesgo, protección personal de los empleados y así mejorar la vigilancia de la salud laboral.

### **1.3 Justificación e importancia de la investigación**

Chiriquí ofrece óptimas condiciones de suelo y clima que favorecen el cultivo y generación de una cantidad notable de tipos de legumbres a lo largo del año, no obstante, estos mismos factores también favorecen la proliferación de plagas. Para combatirlas, los agricultores panameños siguen empleando principalmente los plaguicidas como método de control. Sin embargo, es fundamental su uso adecuado para minimizar los efectos negativos en la salud humana. Panamá, como país con una fuerte actividad agrícola, registra un alto consumo de estos productos químicos.

Tierras altas se distingue por ser un área mayormente productora de vegetales y hortalizas, por lo que los cultivadores requieren productos plaguicidas para esta actividad, siendo la Provincia de Chiriquí uno de los proveedores donde se localizan

la mayoría de los distribuidores para las localidades, provincias y del país. No obstante, los peligros asociados a su almacenamiento, manipulación y venta pueden generar perjuicios como la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa interfiriendo en la transmisión de impulsos nerviosos pudiendo ocasionar los efectos crónicos como neurotoxicidad.

Por ello el interés de las investigaciones de conocer si durante la exposición ocupacional de los trabajadores expuestos a estos productos químicos pueden generar efectos perjudiciales para la salud a corto o largo plazo a través del nivel de colinesterasa.

De esta manera, se busca aportar información nueva a nivel local en Cerro Punta, una zona agroexportadora, sobre los efectos nocivos que los plaguicidas tienen en los trabajadores del campo. Asimismo, se busca que tanto los trabajadores como los propietarios de las empresas adopten todas las medidas de bioseguridad necesarias para evitar impactos negativos en la salud de los empleados.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general:**

- Determinar los niveles de colinesterasa sérica en productores agrícolas de tierras altas Cerro Punta, Chiriquí expuestos a plaguicidas 2024.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Analizar el nivel de colinesterasa sérica en agricultores de una finca productora de legumbres expuestos a plaguicidas
- Relacionar la deficiencia de colinesterasa sérica en los productores con las medidas de protección personal necesarias
- Identificar factores de riesgo específicos relacionados con la inhibición de la colinesterasa en agricultores

## **1.5 Alcances y limitaciones del trabajo de investigación**

### **1.5.1. Alcances**

Este estudio se fundamenta en proporcionar un diagnóstico preliminar sobre los efectos de la exposición a plaguicidas organofosforados en productores agrícolas de Cerro Punta, Chiriquí. Este estudio genera información específica de la región, lo que puede servir como base para investigaciones futuras, así como para el diseño de técnicas de intervención y políticas públicas enfocadas en la protección de la salud ocupacional. Además, busca informar a la población agrícola sobre lo esencial que es el uso de equipo de protección personal (EPP) y prácticas seguras en el manejo de plaguicidas. Los resultados obtenidos también contribuirán al conocimiento académico.

### **1.5.2. Limitaciones**

Una de las limitaciones fue la disposición de los participantes y el acceso a ciertas áreas ya que las muestras fueron tomadas en trabajadores que se encuentran en diferentes fincas en Cerro Punta; siendo una región montañosa con terrenos de difícil acceso, lo que podría dificultar el desplazamiento hacia ciertas comunidades agrícolas y la recolección de datos en zonas remotas. Además, las condiciones climáticas propias de la región, como lluvias intensas, pueden limitar el tiempo disponible para realizar visitas de campo. En donde los lugares son de difícil acceso lo que podrían restringir el número de muestras. También podemos mencionar factores como condiciones de salud preexistentes, exposición a otros agentes

químicos o variabilidad en el uso de equipo de protección personal también podrían influir en los resultados. Asimismo, la información mínima que tienen los trabajadores, como las prácticas agrícolas y la frecuencia de exposición.

## **1.6 Proyecciones del estudio**

Esta investigación afecta directamente la salud y calidad de vida de los empleados del sector agrícola, así como en la creación de un entorno laboral más seguro y una comunidad más informada sobre la relevancia de proteger a quienes se encargan de la producción agrícola.

Al reconocer los valores colinesterasa sérica y su vinculación con la exposición a plaguicidas, este estudio permite la detección temprana de intoxicaciones. Esto puede reducir la incidencia de enfermedades ocupacionales graves, mejorando el estado de salud de los empleados y previniendo daños irreversibles en su sistema nervioso.

En el ámbito de la salud pública, los hallazgos podrían ser utilizados para diseñar políticas públicas orientadas a la regulación del uso de plaguicidas y a la promoción de prácticas agrícolas seguras. Además, se debe informar a la población agrícola sobre la importancia del uso de equipo de protección personal (EPP) y de las medidas preventivas en el manejo de sustancias químicas. A largo plazo, este estudio podría optimizar el entorno laboral de los empleados del sector agrícola, prevenir enfermedades ocupacionales y fomentar un entorno laboral más seguro y sostenible.

# **Capítulo II**

## **Marco Teórico**

## 2.1 Plaguicidas en los productores agrícolas

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) describe los plaguicidas como aquellos productos, destinados a evitar, eliminar o manejar plagas, abarcando los portadores de enfermedad; las especies invasoras de plantas o animales que causan un daño perjudicial, interfiriendo con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y venta de alimentos.

Se puede decir que los plaguicidas organofosforados (PO), son compuestos nocivos que se clasifican químicamente como ésteres del ácido fosfórico. Se distinguen por su volatilidad y solubilidad en lípidos, lo que les facilita atravesar las barreras biológicas del organismo, incluida la barrera hematoencefálica. Los PO pueden ser absorbidos en el cuerpo por vía conjuntival, oral, cutánea e inhalatoria, tras ser utilizados como insecticidas principalmente, pero también como acaricidas, nematocidas y fungicidas (Lutovac et al., 2017).

Según estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 3 % de los agricultores en el mundo se intoxica por lo menos una vez al año con plaguicidas, se estima que pueden existir unas 28 mil personas que se han visto afectadas por intoxicación con los organofosforados, que son ampliamente usados a nivel mundial como insecticidas en el hogar, la jardinería y la agricultura (Bello, 2018).

Los plaguicidas organofosforados se han clasificado de acuerdo a las recomendaciones de la Organización mundial de la salud OMS. Desde el punto Toxicológico, es importante considerar el nivel de riesgo, lo que implica que puede

haber un daño agudo a la salud o que surjan efectos por exposiciones repetidas en un periodo breve. Según esta clasificación, se han dividido las categorías de mayor a menor peligrosidad de la dosis letal ya sea por vía oral o vía dérmica. Esta división orienta a la población en riesgo a tomar medidas preventivas o curativas determinando como grupo de riesgo la población general y la población general.

En la actualidad se utilizan 4 grandes categorías para los plaguicidas según su composición química, según la función de los plaguicidas y del organismo que se quiere eliminar, según el modo de acción o de entrada y según su toxicidad.

### **2.1.1 Características Químicas de los compuestos organofosforados**

Según Quinto (2009), son de compuestos, altamente apolares, lo cual implica que químicamente tienen baja solubilidad en agua, aunque hay grandes variaciones entre los compuestos y biológicamente tienden a disolverse lípidos. Por esta razón, la piel, que contiene una considerable cantidad de tejido lipídico, puede ser una vía importante de entrada. La estabilidad de los organofosforados depende del pH del entorno; en condiciones de pH muy alcalino, se descomponen, lo cual puede ser aprovechado para su eliminación.

### **2.1.2 Propiedades**

Es importante descubrir las propiedades fisicoquímicas de los Productos Químicos de Uso Agrícola (PQUA), su desarrollo, uso, interacción con la fisiología de las

plantas, efectos sobre los organismos objetivo y comportamiento en el entorno. Estos aspectos son determinantes para la manipulación eficaz y seguridad adecuada de esta herramienta fitosanitaria. Se tratan de compuestos que desde el punto de vista químico son escasamente solubles en agua con grandes diferencias de un compuesto a otro y que visto desde el punto biológico tienen más afinidad a disolverse en grasas (Archila, 2022).

- a. Liposolubilidad: Permite una fácil absorción al atravesar barreras biológicas como la piel y las mucosas, además de alcanzar el sistema nervioso central. Ciertos compuestos tienen la capacidad de almacenarse en el tejido graso, lo que puede dar lugar a toxicidad a largo plazo gracias a su liberación gradual en el organismo.
- b. Moderada tensión de vapor: Su volatilidad favorece la absorción a través de la inhalación.
- c. Biodegradabilidad: Se descomponen por hidrólisis en medios alcalinos, tanto en el suelo como en los fluidos biológicos, lo que evita su persistencia en el ambiente.
- d. Estructura química: Los organofosforados pueden presentarse en forma de ésteres, amidas o derivados del ácido fosfórico, fosfónico, fosforotióico o fosfonotióico.

Cuando el átomo unido al fósforo mediante un doble enlace es el oxígeno, el compuesto se conoce como oxon y se caracteriza por ser un potente inhibidor de la colinesterasa. Sin embargo, la presencia de oxígeno en esta posición facilita la hidrólisis del compuesto, especialmente en medios alcalinos. Para aumentar su

resistencia a la hidrólisis, el oxígeno ha sido sustituido por un átomo de azufre, dando lugar a los compuestos conocidos como tionos. Estos funcionan como inhibidores débiles de la colinesterasa, pero tienen la ventaja de atravesar la membrana celular con mayor rapidez que los oxones. En el ambiente, la luz solar y el oxígeno transforman los tionos en oxones, mientras que en el organismo este proceso ocurre mediante la acción de las enzimas microsomales del hígado.

### **2.1.3 Estructura química**

Los organofosforados son un grupo de químicos orgánicos que se derivan de la estructura del fósforo lo cual le proporcionan un gran número de aplicaciones y utilidades. Estos plaguicidas también están compuestos por ingredientes activos que matan, repelen o controlan la plaga. Estos ingredientes inertes también tienen la función de atraer la plaga, aumentar la vida útil del producto o esparcir el producto de una forma uniforme sobre las superficies (Álvarez, 2010).

- Órganoclorados
- organofosforados
- derivados del ácido carbónico
- compuesto organomercuriales del ácido fenoxiacético
- derivados de la urea
- derivados trizínicos
- piretroides

## **2.1.4 Clasificación universal de los plaguicidas**

Los plaguicidas se utilizan en gran medida para combatir las plagas de insectos, animales y plantas. Tomando en cuenta que los insecticidas y los herbicidas son mayormente utilizados para proteger los cultivos de la tierra y poder obtener productos agrícolas de buena calidad.

Según las investigaciones los grupos más importantes son los plaguicidas organofosforados, estos plaguicidas son potentes inhibidores de la colinesterasa; son ampliamente utilizados en nuestro país como insumos agrícolas, como plaguicidas domésticos y para el control de vectores de enfermedades epidémicas (Requena, 2022).

Los organofosforados abarcan un conjunto de agregados sintéticos con estructuras químicas variadas. Se caracterizan por ser ésteres del ácido fosfórico y sus derivados, con la capacidad de inhibir la enzima acetilcolinesterasa como su principal mecanismo de acción. Debido a su fácil descomposición por hidrólisis, tienen una baja persistencia en el medio ambiente. Estas sustancias son ampliamente utilizadas en nuestro medio a nivel agropecuario y doméstico (Álvarez, 2010).

La clasificación de los plaguicidas resulta complicada ya que hay una gran cantidad de familias químicas implicadas, por lo que se busca una forma más universal de categorizarlos (Henao, 2000).

### **2.1.4.1 Organismo que intentan controlar (acción biocida):**

Las plagas pueden ser insectos, maleza, patógenos de plantas, aves, mamíferos, moluscos, peces, nematodos, y microbios que compiten con los humanos por comidas, destrucción de propiedades, propagación de enfermedad o por ser considerados molestias (Castillo, 2019).

En el manejo de plagas se utilizan insecticidas, acaricidas, nematocidas y rodenticidas. Para la prevención y tratamiento de enfermedades, se utilizan fungicidas, protectores de semillas, bactericidas, micoplasmicidas y antisépticos. Mientras que, para el manejo de malezas, se aplican herbicidas, alguicidas y defoliantes. Es decir, que pueden ser: insecticidas, fungicidas, herbicidas y rodenticidas (Ver tabla 1).

**Tabla 1 Clasificación de los plaguicidas**

<b>TIPO</b>	<b>PARA CONTROLAR</b>
Acaricidas	Ácaros
Avicidas	Aves
Bacteriostáticos/Bactericidas	Bacteria
Fungicidas	Hongos
Herbicidas	Malezas
Insecticidas	Insectos
Molusquicidas	Moluscos
Nematicidas	Nemátodos
Rodenticidas/Raticidas	Roedores

Fuente: (Requena, 2022).

### **2.1.4.2 Modo de Acción**

Los empleados del sector agrícola deben identificar estos patrones ya que son relativamente sencillos de identificar; esta tiende a ser continua, prolongada y constante. En el ámbito laboral el modo de acción puede tener lugar de forma digestiva, inhalatoria y dérmica (Castillo, 2019).

- Por esta razón, es esencial prevenir el contacto de los plaguicidas con los alimentos y sus zonas de almacenamiento. Asimismo, se debe evitar comer, beber o tocarse el rostro mientras se manipulan, a menos que se haya realizado un lavado adecuado de manos y cara previamente.
- Sistémicos: Son absorbidos y se distribuyen por toda la planta, protegiendo contra plagas internas.
- De Contacto: Actúan en el lugar donde se aplica, matando la plaga al contacto directo.
- Ingestión: La plaga muere al ingerir el plaguicida, generalmente cuando se alimenta de la planta tratada.
- Respiratorios: Actúan bloqueando la respiración celular de la plaga como es el caso de los fumigantes.

### **2.1.4.3 Toxicidad**

Otra manera de clasificar los plaguicidas es según su toxicidad, algunos generan efectos inmediatos en el organismo y lo hacen únicamente a largo plazo. La

Organización Mundial de la Salud (OMS), ha sugerido una categorización, estas pueden estar en modificaciones a lo largo del tiempo (Ver tabla 2).

**Tabla 2. Clasificación toxicológica de los plaguicidas según su toxicidad aguda.**

CLASIFICACION TOXICOLÓGICA	DL <sub>50</sub> oral Rata Mg/kg.		DL <sub>50</sub> cutánea rata o conejo mg/kg.		CL <sub>50</sub> inhalatoria Rata mg/l de aire inhalado/4h	
	Sólidos	Líquidos <sup>1</sup>	Sólidos	Líquidos <sup>1</sup>	Vapor y gases	Aerosoles Sólidos/ Líquidos
<b>I Extremadamente tóxicos</b>	<5	<20	<10	<40	<0.5	<0.25
<b>II Altamente tóxicos</b>	>5 - 50	>20 - 200	>10-100	>40 - 400	0.5 - 2	0.25 - 1
<b>III Moderadamente tóxicos</b>	>50 - 500	>200 – 2000	>100-1000	>400 -4000	>2 ≤ 20	>1 ≤ 5.0
<b>IV Ligeramente tóxicos.</b>	> 500	> 2000	>1000	>4000	>20	>5

Fuente: (Requena, 2022).

### 2.1.5 Vías de exposición a plaguicidas

De esta manera la exposición a los PO se presenta debido a la utilización inapropiada en el ámbito laboral, pudiendo ingresar al organismo por diversas vías, la piel, oral, la boca y el sistema respiratorio; cada una con sus propios riesgos y consecuencias. La distribución en el cuerpo humano es a través del torrente sanguíneo y excretados vía de la orina, piel y aire exhalado (Quinto, 2009).

### **a. Vía dérmica**

Es una de las rutas más comunes, por el contacto directo con la piel, especialmente generando riesgos por la forma inadecuada del manipular los productos durante la preparación, eliminación o limpieza en caso que se produzcan derrames accidentales. Y muy importante resaltar aquellos que laboran y manipulan estos tipos de productos sin protección adecuada, permitiendo que los químicos sean absorbidos rápidamente. El efecto sobre la piel va a depender de la zona afectada, formulación del plaguicida, cantidad y duración de la exposición, temperatura y humedad (Ulibarry, 2019).

### **b. Vía respiratoria o inhalatoria**

Los vapores, polvos o aerosoles de plaguicidas pueden ser inhalados, llegando a los pulmones y entrando al torrente sanguíneo de manera eficiente. Causando daño a la nariz, garganta y tejidos pulmonares. También existe el riesgo de exposición oral, esta generalmente ocurre cuando las personas ingieren accidentalmente alimentos o agua contaminados, o por llevarse las manos sucias a la boca después de manipular dichos productos (Ulibarry, 2019).

### **c. Vía ocular**

Aunque menos común, puede causar daños graves al tejido ocular, la exposición se da a través de salpicaduras o partículas en el aire, puede

causar irritación severa y contribuir a la absorción sistémica de estos tóxicos. Los plaguicidas granulados son aquellos que generan mayor peligro, ya que al momento de aplicar puede rebotar con la vegetación u otra superficie generando daños oculares significativos (Ulibarry, 2019).

Cada una de estas vías son muy importantes ya que se debe implementar políticas de seguridad, capacitación continua para aquellos que desconocen, y el uso adecuado de EPP son medidas fundamentales para proteger a los trabajadores y la comunidad. la necesidad de una manipulación cuidadosa y medidas preventivas rigurosas para proteger la salud frente a la exposición a plaguicidas.

### **2.1.6 Toxicocinética**

El grado de daño que los tóxicos pueden causar a través de la piel depende de la rapidez con que el ingrediente activo ingrese al torrente sanguíneo y la toxicidad del producto depende de su naturaleza. Algunos ingredientes activos se absorben en cantidades mínimas a través de la piel (menos del 1%), mientras que otros pueden atravesar fácilmente la barrera dérmica, logrando una absorción casi total. La toxicidad aguda por vía dérmica se evalúa mediante la determinación experimental de la DL50: dosis letal media, es decir, la dosis (mg/kg de peso del animal) que causa la muerte del 50 % de los animales a los que se les ha administrado por aplicación sobre la piel (Quinto, 2009).

**Tabla 3 Características de la toxicocinética por exposición a plaguicidas organofosforados.**

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>
<b>Absorción</b>	Ocurre por inhalación, contacto dérmico, ingestión y exposición ocular. La vía respiratoria y dérmica permiten una absorción rápida.
<b>Distribución</b>	Se transportan por la sangre y alcanzan hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. Son lipofílicos, lo que facilita su paso por la barrera hematoencefálica.
<b>Metabolismo</b>	Se metabolizan en el hígado. La fase I (oxidación) puede generar metabolitos más tóxicos (oxones), mientras que en la fase II se vuelven más solubles para su eliminación
<b>Excreción</b>	Se eliminan principalmente por orina (metabolitos dialquilfosfatos), aunque también por heces, aire exhalado y sudor. Su vida media varía de horas a días.
<b>Efecto toxico</b>	Inhiben la acetilcolinesterasa, causando acumulación de acetilcolina y alteraciones neuromusculares, respiratorias y cardiovasculares. Pueden generar toxicidad aguda o crónica.

Fuente: (Justavino, 2025).

### 2.1.6.1 Absorción

Los tóxicos no se absorben de manera uniforme por la piel en toda la superficie corporal para un compuesto específico. Por ejemplo, en el caso del paratión, la absorción varía según las distintas áreas del cuerpo, desde un 0% en el arco del pie hasta un 100% en el escroto. Entre estos extremos, se observan valores como el 8.6% en la parte frontal del antebrazo, aproximadamente un 33% en varias áreas de la cara y un 63% en las axilas. La temperatura ambiental elevada es otro factor importante que contribuye a favorecer la absorción cutánea (Cotos, 2012).

Tener presente que la absorción de los tóxicos por vía inhalatoria puede ser peligrosa; se debe tomar precaución. Cuando los plaguicidas se utilizan como aerosoles, o cuando su ingrediente activo se transforma fácilmente en vapor, o incluso si se presentan en forma de gas, la absorción a través de la respiración se vuelve una vía importante, elevando así el riesgo de intoxicación. En general, la absorción por esta vía es muy elevada y, si no se dispone de datos experimentales que demuestren lo contrario, se considera que es del 100% (Cotos, 2012).

La toxicidad aguda por inhalación, cuando presenta un riesgo significativo, se mide a través de la determinación experimental de la CL50, que corresponde a la concentración letal media. Esta se define como la concentración en el aire (mg/L) que, durante una exposición de 4 horas, resulta en la muerte de casi la mitad de los animales en el estudio. En los demás casos la evaluación la toxicidad aguda se realiza administrando el compuesto por vía digestiva a ratas o ratones,

obteniéndose así la correspondiente LD50 por vía oral, expresada en mg/kg de peso del animal (Cotos, 2012).

### **2.1.6.2 Distribución**

Cuando los organofosforados son absorbidos, sus metabolitos se dispersan por todo el cuerpo en poco tiempo, las mayores concentraciones se encuentran en el hígado y los riñones, antes de ser excretados a través de la orina y las heces. No obstante, los compuestos más lipofílicos pueden almacenarse en pequeña proporción en los tejidos grasos y el tejido nervioso, dada su riqueza en lípidos, de donde pueden ser posteriormente liberados (Cotos, 2012).

### **2.1.6.3 Metabolismo**

Una vez absorbidos, los compuestos organofosforados se descomponen en sustancias más simples a través del catabolismo, siendo metabolizados por las esterasas "A", enzimas que los hidrolizan a una velocidad constante y actúan como detoxificadoras. Las esterasas "B" no tienen, en general, esta función y, muy al contrario, son las moléculas diana sobre las que los organofosforados actúan en el organismo, ejerciendo así su acción tóxica, como es el caso de la acetilcolinesterasa (con una muy destacada función fisiológica en el sistema nervioso) cuya actividad bioquímica resulta inhibida, con una rapidez e intensidad que dependen de la naturaleza del propio compuesto, además de su concentración (Cotos, 2012).

La acetilcolinesterasa, además de encontrarse en los glóbulos rojos, donde no se le conoce acción fisiológica, regula la transmisión de los impulsos nerviosos en las terminaciones colinérgicas (por hidrólisis de la acetilcolina, que actúa como neurotransmisor, una vez ha alcanzado su destino) de las neuronas preganglionares del sistema simpático y parasimpático (receptores nicotínicos), de las postsinápticas del sistema parasimpático (receptores muscarínicos), de una parte importante de las sinapsis existentes entre neuronas del propio Sistema Nervioso central (SNC), y de las terminaciones motoras en los músculos estriados (voluntarios), en las uniones neuromusculares, también con receptores nicotínicos (Henaó, 2000).

La acumulación de acetilcolina en cualquiera de los puntos mencionados, debido a la supresión de la actividad de la colinesterasa, resulta en la aparición de alteraciones de diversa intensidad y características. En general, se habla de efectos muscarínicos, (cuando recuerdan los de la muscarina, el agente tóxico de la seta venenosa *Amanita muscaria*), o de efectos nicotínicos, (similares a los de la nicotina, el agente tóxico de la planta del tabaco, *Nicotiana tabacum*), según actúe sobre uno u otro de los referidos tipos de receptores, respectivamente (Henaó, 2000).

El catabolismo de los organofosforados se realiza en dos etapas típicas de desintoxicación de los xenobióticos en el cuerpo, denominadas fase I y fase II. De manera interesante, en algunos casos, el organofosforado debe ser metabolizado antes de transformarse en un compuesto que tiene actividad biológica siendo perjudicial para el organismo. El metabolismo de estos compuestos transcurre principalmente en el hígado, y como resultado final de la transformación de la

molécula se originan los “grupos salientes” que son característicos de cada organofosforado en particular (Henao, 2000).

#### **2.1.6.4 Eliminación**

Entre el 75 y el 100 % de los organofosforados ingeridos se convierten en Sustancias solubles, como los alquilfosfatos mencionados anteriormente, y su eliminación a través de la orina de 24 a 48 horas tras la ingestión. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que la absorción por vía dérmica puede ser más lenta, extenderse durante un periodo más largo y, en consecuencia, la eliminación prolongarse más allá del referido plazo, puesto que representa el resultado de la integración de todo el proceso de absorción (Cotos, 2012).

#### **2.1.7 Principales plaguicidas utilizados en la agricultura**

En la agricultura, los plaguicidas son empleados para controlar plagas, enfermedades y malezas que pueden afectar la producción de cultivos. Los plaguicidas organofosforados, que son el foco de este estudio, son solo uno de los tipos frecuentemente utilizados en la mayoría de cultivos en Tierras altas.

El uso de plaguicidas debe ser cuidadosamente regulado debido a los potenciales efectos negativos para la salud y para el medio ambiente. La investigación, sobre la colinesterasa sérica, es fundamental para analizar los efectos tóxicos de estos productos y emplear mejores prácticas agrícolas. Estos productos químicos desempeñan un papel crucial en la seguridad alimentaria mundial, ya que permiten

obtener cosechas abundantes y reducir pérdidas debido a la acción de organismos nocivos. Sin embargo, su uso también plantea desafíos significativos para la salud humana, animal y ambiental, especialmente cuando se emplean sin el adecuado control y regulación.

Según Cotos (2012), los compuestos de uso agrícola están formulados a altas concentraciones que varían desde 20% - 70% del principio activo. La forma más común en que se presentan estos productos es en estado líquido, utilizando diversos tipos de solventes, generalmente hidrocarburos derivados del petróleo como tolueno y xileno, lo que favorece la absorción del principio activo. Estos líquidos se conocen como concentrados emulsionables. También existen presentaciones sólidas, como polvos, polvos humectables y gránulos, que suelen ser menos tóxicas debido a su formato, lo que disminuye la absorción (Ver tabla 3).

**Tabla 4 Principales Plaguicidas Organofosforados Utilizados en la Agricultura.**

<i><b>Tipo</b></i>	<i><b>Nombre común</b></i>	<i><b>Nombre comercial</b></i>
<b>I. No sistémicos</b>		
Dialquilfosfatos	Diclorvos	"Lainsec", "Vapona"
Dimetil Tionofosfatos Fenólicos	Fenitrotión	"Sumithion", "Folithion"
Dietil Tionofosfatos Fenólicos	Metilparatión Paratión	"Folidol-M", "Metacide" "Folidol"
Dialquil Tionofosfatos	Clorpirifos	"Dursban", "Lorsban"
Heterociclicos	Diazinón Fentoato	"Basudin", "Diacide", "Diazil" "Cidial", "Taonone"
Dimetil Ditiolfosfatos	Malatión	"Malathion", "Cythion"

	Metilazinfos	"Guthion", "Gusathion"
Dietil Ditionfosfatos	Carbofenotión	"Garrath", "Trithion"
Fosfonatos	Leptofos	"Phosvel", "Abar"
	Triclorfón	"Dipetrex", "Neguron", "Dylox"
<b>II. Sistémicos</b>		
Tiofosforil Dialquil Tioeteres	Disulfón	"Disyston"
	Forato	"Thimet"
Tiofosforil Dialquil Sulfóxidos	Metiloxidemotón	"Metasyst ox"
Tiofosforil Dialquilsulfomas	Metildemetonsulfo	"Metalsosystoxsul"
Fosforil Alquil Amidas	Monocrotofos	"Azodrin", "Nuvacron"
Tiofosforil Alquilamidas	Dimetoato	"Cygon", "Perfektion",
Fosforilaquil Carboxilatos	Mevinfos	"Phosdrin"
Amidofosfotiolatos	Metamidofos	"Monitor", "Tamarón"
<b>III. Herbicida</b>	Glicosato	"Roundrup"
<b>IV. Organofosforados</b>	<b>Acaricidas</b>	
Formetanato	Carbol	"Dicarzol"

Fuente: (Quinto, 1999).

### 2.1.8 Intoxicación aguda basada en sintomatología

Palacio (2003), varios trabajos epidemiológicos relatan la exposición a plaguicidas órganofosforados y clasifican la gravedad de las intoxicaciones según las manifestaciones que presentan los afectados. Estas dos clasificaciones se utilizan para identificar casos de intoxicación.

Se detallan tres categorías de exposición basándose en la cuantificación de los indicadores de evaluación tales como información sociodemográfica, peso, talla, determinación de colinesterasa, características del proceso migratorio,

antecedentes laborales, condiciones de trabajo actual, uso anterior y actual de plaguicidas, hábitos y costumbres, morbilidad referida, síntomas compatibles con intoxicación por órgano fosforados en las últimas 24 horas y en los últimos 15 días (Palacio, 2003).

- **Generales:** aquellas manifestaciones que pueden aparecer en diversas enfermedades y no están vinculadas específicamente a intoxicaciones, estas son cefalea, mareo o vértigo, dolor estomacal, falta de apetito, ojos llorosos, flemas, cansancio debilidad, dolor muscular.
- **No específicos:** aquellos que pueden presentarse en diversas enfermedades y no permiten identificar una patología concreta sin una evaluación adicional; como diarrea, náuseas o vómitos, sudoración, dificultad para respirar, dolor en el pecho.
- **Específicos:** manifestaciones que están directamente relacionadas en este caso con una intoxicación como hormigueos, salivación, nerviosismo, calambres, temblores en las manos y/o cuerpo y visión borrosa.

Las manifestaciones generalmente se presentan poco tiempo después del contacto con el plaguicida, y en los casos más severos, si no se trata a tiempo, la intoxicación puede ser mortal. Es importante reconocer los signos tempranos y buscar atención médica inmediata para reducir los riesgos de complicaciones graves.

## 2.1.9 Grupos laborales con mayor riesgo de intoxicación por plaguicidas

Según Ramos (1991), determina que identificar la población expuesta a riesgos de plaguicidas facilita la implementación de medidas preventivas o terapéuticas dirigido a los grupos más vulnerables. Los trabajadores que están en contacto directo con estos productos se dividen en dos categorías: los trabajadores expuestos y la población general (Ver tabla 4).

**Tabla 5. Grupos con mayor riesgo de exposición a plaguicidas**

<b>Población General</b>	<b>Población Laboral</b>
Estudiantes de colegios donde se realizan aplicaciones terrestres de plaguicida	Trabajadores que realizan actividad de aplicador, mezclador, recolector, trabajo en empaclado, transporte y ventas, entre otros, en los sectores agrícola, agroindustrial y forestal.
Comunidades cercanas a donde se realizan aplicaciones aéreas o terrestres mecanizadas de plaguicidas.	Trabajadores que realizan aplicación urbana de plaguicidas (en domicilio, áreas comunitarias e industriales).
Comunidades donde se realizan aplicaciones domésticas (casa, escuela, lugar público y otros) o campañas de salud pública.	Trabajadores en puestos de trabajo vecinos a lugares donde se realizan aplicaciones (ej., trabajadores de colegios cercanos a predios donde se aplica plaguicidas aéreo o terrestre).
Familiares de trabajadores agrícolas, de empresas controladoras de plagas y de personal de control de vectores, especialmente la población vulnerable (niños, embarazadas, adultos mayores entre otros)	Trabajadores en puestos de trabajo donde se aplican plaguicidas de otras actividades económicas (ej., portuarios, pisciculturas, entre otros).
Personas expuestas al consumo de alimentos y agua contaminada por plaguicidas.	Trabajadores que realizan actividad en la producción, formulación, envasado, transporte, almacenamiento y comercialización de plaguicidas.

Fuente: (Henaó, 2000).

Las exposiciones a intoxicaciones por plaguicidas ocurren principalmente en aquellos trabajadores que se encargan directamente con la manipulación, mezclado, aplicación de estas sustancias, entre otros que participan en la siembra,

cultivo, cosecha de productos agrícolas utilizando grandes volúmenes y concentraciones. Debido a la naturaleza de su trabajo, tienen una mayor exposición directa o indirecta a estas sustancias químicas (Ramos et al., 2005).

El personal de mantenimiento y limpieza también se pueden ver afectados encontrándose en contacto con áreas contaminadas con residuos de plaguicidas donde se han utilizado estos productos.

Familiares de trabajadores agrícolas, de empresas controladoras de plagas a través de la ropa o herramientas contaminadas con dichas sustancias; siendo los niños embarazadas, adultos mayores especialmente la población vulnerable causando exposición indirecta en el hogar a través de partículas de plaguicidas que pueden ser transportadas desde el lugar de trabajo (Ramos et al., 2005).

### **2.1.10 Factores de riesgo de los plaguicidas**

Es inevitable que al utilizar o manipular plaguicidas se esté expuesto a intoxicación por plaguicidas, diversas situaciones incrementan la posibilidad de exposición y efectos negativos en el organismo. El uso incorrecto de productos químicos es uno de los principales desencadenantes, aunque se ha tratado de desarrollar programas para prevenir los peligros al ser humano; no ha sido suficiente debido a falta de educación y escaso conocimiento sobre el adecuado manejo de estos productos, además del uso inapropiado de equipos de protección personal (EPP), lo que lleva a la exposición directa con dichos químicos.

Otro factor son las condiciones ambientales adversas, como altas temperaturas o viento, pueden facilitar la dispersión y absorción de los plaguicidas, aumentando su peligrosidad. El riesgo también aumenta por el tiempo y repetición de la exposición, el método de aplicación que utiliza el empleado, y la toxicidad de los productos utilizados en el cuerpo. Otros factores importantes incluyen las condiciones de salud preexistentes, la edad, el estado nutricional, y las prácticas deficientes de higiene, que pueden potenciar la vulnerabilidad a la intoxicación. La manipulación inadecuada de residuos y la falta de supervisión agravan aún más estos riesgos, siendo muy necesario implementar medidas preventivas y educativas efectivas para proteger a quienes están en contacto con plaguicidas (Requena, 2022).

### **2.1.11 Impacto del uso de plaguicidas en la salud**

Según Ulibarry (2019), en sus estudios señala que el uso de plaguicidas podría estar asociado con diversas afecciones, tales como cáncer, leucemia, Parkinson, asma y problemas neuropsicológicos y cognitivos, entre otros. Además, se destaca que el impacto en la salud depende de factores como el nivel de exposición, la acumulación y la edad, siendo especialmente vulnerables los infantes, las mujeres embarazadas, los trabajadores agrícolas y las personas mayores.

## **2.2 Prueba de colinesterasa**

### **2.2.1 Acetilcolina**

La acetilcolina es un neurotransmisor endógeno que desempeña su función en la sinapsis y en las uniones neuroefectoras colinérgicas, tanto en el sistema nervioso central como en el periférico. Su función principal es facilitar la transmisión de impulsos nerviosos mediante la modificación del potencial de membrana. Para evitar una estimulación prolongada, la acetilcolina es degradada rápidamente por la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo así la señal nerviosa en un tiempo aproximado de 1/1500 segundos. Por lo cual la acetilcolinesterasa hidroliza rápidamente en colina y ácido acético (Goodman & Gilman, 1993; Femández, 1996; Henao & Corey, 1991).

Desde inicios del siglo XX se comenzó a suponer la presencia de una enzima encargada de convertir la acetilcolina en colina y ácido acético. Esta enzima, llamada colinesterasa, está presente en grandes cantidades en las células postsinápticas de los tejidos con alta inervación colinérgica. Como la colinesterasa se encarga de destruir el neurotransmisor acetilcolina en la sinapsis nerviosa, su inactivación produce aumento de acetilcolina en el receptor y por lo tanto se incrementa las reacciones colinérgicas, de los tipos nicotínicos y muscarínicos, tanto centrales como simpaticomiméticos (INCAP/PLAG, 1996; Goodman y Gilman, 1993).

La colinesterasa es una enzima que desempeña un papel crucial en el sistema nervioso. Su función principal es descomponer la acetilcolina, un neurotransmisor

clave que transmite señales entre las células nerviosas, los nervios y los músculos. Al descomponer la acetilcolina después de que ha transmitido su señal, la colinesterasa ayuda a detener la señalización nerviosa, permitiendo que los músculos se relajen y que el sistema nervioso regrese a su estado basal (Bohórdoquez et al., 2012).

### **2.2.2 Tipos de colinesterasa**

Para los dos tipos de colinesterasa, una actividad de 80% o menos del nivel basal previo a la exposición, indica sobreexposición a un inhibidor de colinesterasa y es motivo para realizar una investigación de las condiciones del puesto de trabajo y de las prácticas laborales con el fin de determinar los motivos de la sobreexposición (Alejo, 2023).

#### **Acetilcolinesterasa (AChE):**

- También conocida como colinesterasa de glóbulo rojo o acetilcolina acetilhidrolasa.
- Se encuentra principalmente en las sinapsis nerviosas y en los glóbulos rojos.
- Su función principal es descomponer la acetilcolina, un neurotransmisor, para detener la transmisión de impulsos nerviosos en el sistema nervioso.

#### **Pseudocolinesterasa (BCHE):**

- También llamada colinesterasa sérica, butirilcolinesterasa o acilcolinaacilhidrolasa.

- Se localiza principalmente en el hígado, y en menor medida en la sangre y el cerebro.
- Su función es metabolizar ciertos compuestos, incluyendo algunos fármacos y toxinas, aunque su rol exacto en la descomposición de la acetilcolina es menos claro que el de la acetilcolinesterasa.

Estos productos ayudan a la hidrólisis de la acetilcolina en exceso en el espacio sináptico, dividiéndola en colina y ácido acético. Esta reacción es crucial para que la neurona colinérgica regrese a su estado de reposo tras la activación, evitando una transmisión excesiva de acetilcolina que podría llevar a una sobreestimulación del músculo, resultando en debilidad y fatiga. La diferencia entre los dos tipos de colinesterasa está en sus respectivas preferencias por sustratos: la primera hidroliza acetilcolina más rápido; la segunda hidroliza butirilcolina más rápido (Bohórdoquez et al., 2012).

En esta investigación se examinará la colinesterasa sérica o plasmática, también conocida como pseudocolinesterasa. Esta enzima, producida en el hígado, está presente en el plasma sanguíneo y en diversos órganos y tejidos del cuerpo, como el hígado, cerebro, intestinos, páncreas, riñones, adipocitos, piel con sus glándulas exocrinas, y en los músculos, Si bien puede hidrolizar la acetilcolina, se desconoce su verdadera función fisiológica (Fernández, 1996).

### **2.2.3 Mecanismo de acción de la colinesterasa**

Una vez penetrado el plaguicida en el organismo requiere ser metabolizado antes de transformarse en un compuesto biológicamente activo y, por lo tanto, perjudicial para el cuerpo. El metabolismo de estos compuestos ocurre principalmente en el hígado y como resultado final se originan los "grupos salientes" que son característicos de cada organofosforado en particular (por acción de citocromos P-450) y un total de hasta 8 alquilfosfatos diferentes (por acción de las esterasas A) que son comunes para el conjunto de los organofosforados (Ferrer, 2023).

Según Dueñas (1999), comenta que una vez metabolizado el insecticida organofosforado, el metabolito activo llega al tejido nervioso y compite con la acetilcolina por el sitio de unión de la enzima debido a la estructura química de ésteres propia de los insecticidas organofosforados, representando un metabolito afín con la enzima. Cuando el plaguicida se une a la acetilcolinesterasa, se forma el complejo acetilcolinesterasa-plaguicida, en donde la enzima es fosforilada por el plaguicida. Esta unión es más estable y fuerte que la unión entre la acetilcolina su respectiva enzima, provocando la inactivación de la enzima, y por lo tanto se acumula el neurotransmisor acetilcolina en el sitio presináptico de manera que se sobreestiman los receptores muscarínicos, nicotínicos y musculares desarrollándose intoxicación aguda por plaguicidas que presenta el siguiente cuadro clínico:

- a. Síntomas muscarínicos: estos ocurren por la estimulación excesiva de los receptores muscarínicos, que se encuentran en órganos inervados por el Sistema nervioso central. Entre los síntomas se incluyen miosis (un signo útil

para el diagnóstico), visión borrosa, pérdida de la vista, lagrimeo, rinorrea, estridor, hipersecreción bronquial, tos, broncoespasmo, bradicardia, hipotensión, salivación, náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, incontinencia fecal y urinaria, sudoración, entre otros.

- a. Síntomas nicotínicos: causados por la estimulación de los receptores nicotínicos, estos se encuentran en los ganglios del sistema nervioso autónomo y en la unión neuromuscular. Los síntomas incluyen fasciculaciones, calambres, debilidad muscular, parálisis, temblores, hipertensión y taquicardia.
- b. Efectos sobre el SNC: se producen cuando un exceso de acetilcolina afecta el cerebro, lo que puede causar alteraciones como ansiedad, insomnio, ataxia, convulsiones, depresión, pérdida de memoria, depresión respiratoria y coma.

#### **2.2.4 Interpretación de los Niveles de la Colinesterasa**

La actividad de la colinesterasa se ve fundamentalmente afectada por sustancias químicas que funcionan como inhibidores, destacando en este grupo a los plaguicidas, especialmente los organofosforados. Sin embargo, también hay enfermedades que pueden modificar considerablemente los niveles de colinesterasa en la población. Considerando los valores de referencia del método cinético, los rangos normales de colinesterasa plasmática oscilan entre 5 500 – 13 400 U/L. Según Alejo (2023), se clasifican de la siguiente manera:

- a. Bajo: Niveles inferiores a los valores de referencia, por debajo de 5,500 U/L. La principal causa relacionada es la inhibición provocada por la intoxicación con plaguicidas, especialmente los organofosforados. Asimismo, puede ocurrir en casos como infecciones agudas, desnutrición crónica, infarto cardíaco, trastornos hepáticos, cáncer, ictericia obstructiva y parasitismo intestinal.
- b. Normal: Los valores normales de colinesterasa pueden variar según el método utilizado, pero generalmente se encuentran en el rango de 5,500 a 13,400 U/L.
- c. Alto: valores que exceden los rangos de referencia, es decir, por encima de 13,400 U/L. No son tan comunes y generalmente no se asocian con una inhibición por plaguicidas. Sin embargo, pueden reflejar una adaptación a una exposición crónica a toxinas, o en casos más raros, problemas de salud como enfermedades hepáticas en las que el hígado produce más de esta enzima. También puede ocurrir en algunas personas con trastornos genéticos que aumentan la producción de colinesterasa.

### **2.2.5 Importancia de la colinesterasa**

En la actualidad la colinesterasa es fundamental en la regulación del sistema nervioso, al descomponer la acetilcolina y garantizar el correcto funcionamiento de la transmisión de impulsos entre nervios y músculos. La inhibición por plaguicidas como los organofosforados convierte a esta enzima en un indicador clave para la detección de intoxicaciones, especialmente en trabajadores agrícolas expuestos a

estos compuestos. La medición de los niveles de colinesterasa sérica no solo permite diagnosticar y tratar eficazmente los casos de envenenamiento, también es de importancia clínica para evaluar la función hepática, identificar pacientes con formas atípicas de la enzima que muestran sensibilidad aumentada (Rosales, 2015).

Se considera una herramienta crucial para la supervisión de la salud en el ámbito laboral y la protección ambiental. Por tanto, el monitoreo adecuado de esta enzima es esencial para prevenir riesgos y salvaguardar la salud tanto a nivel individual como colectivo.

### **2.2.6 Diagnóstico clínico de la colinesterasa**

se basa en varios factores:

- Evidencia clínica de contacto al tóxico
- Síntomas característicos de intoxicación por plaguicidas organofosforados (POF).
- Disminución de los niveles séricos de colinesterasa.
- Mejoría de los síntomas luego de administrar atropina.

#### **2.2.6.1 Clínica de la exposición al tóxico**

Con respecto al diagnóstico, la evaluación preliminar se basa en la clínica, tomando en cuenta los antecedentes ocupacionales del paciente, incluyendo tanto su trabajo

actual como sus actividades laborales previas. De la misma manera, se deben considerar los antecedentes no ocupacionales, ya que el trabajador podría haber ingerido algún fármaco que haya contribuido a la enfermedad o dedicarse a un pasatiempo en sus horas libres que impliquen la manipulación de un agente dañino (Cañar, 2017).

La búsqueda exhaustiva en que el insecticida organofosforado ingresó al organismo es un factor clave para el diagnóstico inmediato de una intoxicación. Para obtener una historia detallada, es fundamental comunicarse con la familia o compañeros del paciente y recopilar información sobre las actividades realizadas antes del incidente.

#### **2.2.6.2 Manifestaciones clínicas**

Muchos de los síntomas y signos de la intoxicación por insecticidas organofosforados no son exclusivos, la presencia conjunta de miosis, fasciculaciones musculares, salivación excesiva, lagrimeo y secreción bronquial puede ser un indicio clave para realizar el diagnóstico. La combinación de estos criterios servirá para el diagnóstico diferencial con otros procesos mórbidos (Cañar, 2017).

La exposición a un inhibidor indirecto organofosforado puede no dar síntomas hasta después de terminada la jornada de trabajo; en algunos casos la sintomatología se presenta durante la noche por lo que su relación con una intoxicación profesional puede pasar inadvertida en los primeros momentos (Albert, 1997; Iovine, 1998; UNMSM et al., 2001).

### **2.2.6.3 Inhibición de la colinesterasa**

La prueba de colinesterasa es fundamental para diagnosticar la intoxicación por plaguicidas organofosforados, ya que su medición tiene una alta sensibilidad, especialmente en casos graves, alcanzando casi el 100%. Además, se ha identificado que los niveles extremadamente bajos de esta enzima en la célula endotelial están directamente relacionados con la severidad de la intoxicación, lo que permite evaluar de manera más precisa el riesgo para la salud del afectado. La determinación de la colinesterasa es crucial en el diagnóstico de casos sospechosos de envenenamiento por plaguicidas organofosforados. La actividad de la colinesterasa por lo general se determina por métodos espectrofotométricos usando acetiltiocolina como sustrato (Rodríguez et al., 2010).

### **2.2.6.4 Respuesta a la administración de atropina**

En algunos casos, también se puede realizar un desafío con atropina, una prueba diagnóstica en la que se administra una dosis más alta de lo habitual del medicamento para observar si se presentan síntomas de intoxicación. Esta prueba se basa en que, si la persona está intoxicada por un plaguicida organofosforado, los síntomas de la intoxicación por atropina se manifestarán rápidamente. Sin embargo, es importante que esta prueba se lleve a cabo bajo supervisión médica rigurosa, especialmente en personas con condiciones preexistentes como el glaucoma,

debido a los riesgos asociados con el uso de atropina en estos pacientes (Cotos, 2012).

Para el diagnóstico por laboratorio:

- Evaluación de colinesterasa sanguínea
- Detección de plaguicidas o sus metabolitos en orina y sangre.

Si los resultados de la medición de colinesterasa muestran niveles bajos, se debe retirar al trabajador durante un mes y realizar una nueva prueba posteriormente. La forma más efectiva y práctica de evaluar la exposición a insecticidas organofosforados es a través de la medición de colinesterasa en sangre. La medición se puede realizar tanto con sangre entera como con suero. Además, existen pruebas que utilizan estuches colorimétricos o papeles indicadores. Siempre que se requiere una valorización más precisa se debe utilizar métodos basados en principios espectrofotométricos o de medición del pH (Cotos, 2012).

### **2.2.7 Prevención**

Un conjunto de pautas generales, seguido de recomendaciones más detalladas, para garantizar una protección eficaz contra los plaguicidas.

### **Consideraciones generales**

El uso inadecuado de los plaguicidas suele estar relacionado con la falta de conocimiento, un problema que puede resolverse a través de la educación y

el entrenamiento. Para ello, es clave capacitar a los trabajadores sanitarios y agrícolas que tienen responsabilidades dentro de sus comunidades, además de organizar programas educativos, transmisiones radiales y trabajar con grupos locales, cooperativas de agricultores y minoristas.

Actualmente, la etiqueta es el método más accesible para proporcionar información sobre el uso seguro de plaguicidas. Sin embargo, muchas etiquetas oficiales contienen información demasiado extensa y técnica, lo que dificulta su comprensión. Por ello, una alternativa eficaz es complementar la etiqueta con una segunda versión que utilice colores para indicar el nivel de riesgo y símbolos sencillos que ilustren las precauciones necesarias.

Las calaveras y las tibias cruzadas deben ser el símbolo reservado para las formulaciones de las clases muy tóxico o tóxico según proceda (Requena, 2022).

#### **a. Consideraciones específicas durante la utilización**

Las medidas específicas ante la exposición a plaguicidas son fundamentales para salvaguardar la salud y reducir los riesgos derivados de su uso. de estos productos químicos. Es importante implementar prácticas de manejo seguro que incluyan la selección de plaguicidas menos tóxicos, el uso adecuado del equipo de protección personal, y la capacitación continua del personal en cuanto a técnicas de aplicación y procedimientos de emergencia (Cañar, 2017).

Principales acciones preventivas incluyen

- **Durante el almacenamiento**

- Es fundamental almacenar los plaguicidas en su envase original, en áreas seguras bajo llave y lejos de cualquier fuente de alimento. Además, estos lugares deben ser frescos y contar con una ventilación adecuada para prevenir la acumulación de vapores tóxicos.

- **Durante el empleo:**

- Es esencial que quienes manipulan plaguicidas utilicen vestimenta adecuada, guantes impermeables, gafas protectoras y mascarillas para minimizar la exposición a vapores. También deben prevenir el contacto del producto con la piel y cualquier riesgo de ingestión.
- En caso de contacto con la piel, se debe lavar de inmediato con agua y jabón.
- Si la ropa de trabajo se contamina, es necesario cambiarla
- La manipulación de estos productos no debe realizarse en contra del viento.
- Está estrictamente prohibido fumar durante su uso.
- Se debe implementar una rotación laboral para que los trabajadores no realicen estas tareas por más de media jornada.

### - **Después de la aplicación:**

- Los equipos deberán vaciarse y limpiarse en el área de trabajo.
- Los residuos no deben desecharse en cunetas, charcas o ríos; en su lugar, deben enterrarse lejos de fuentes de agua.
- Los envases vacíos deben ser destruidos o desechados de manera segura
- La ropa de trabajo debe lavarse después de su uso
- Es imprescindible lavarse las manos y el rostro antes de consumir alimentos.

## **2.2.8 Efectos nocivos de los plaguicidas sobre el ambiente**

Los plaguicidas pueden causar impactos negativos considerables en el medio ambiente, afectando la calidad del agua, la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas. Al escurrirse hacia cuerpos de agua o filtrarse en aguas subterráneas, contaminan fuentes hídricas y ponen en riesgo la vida acuática. El uso excesivo o inadecuado de plaguicidas también contribuye a la reducción de la biodiversidad, ya que afecta la supervivencia de numerosas especies y altera las cadenas alimentarias (Alejo, 2023).

Estos efectos perjudiciales se clasifican en:

### **2.2.8.1 Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano**

En el entorno inmediato donde se aplican, los plaguicidas contaminan de manera instantánea los componentes abióticos, como el suelo, el agua superficial y subterránea, y el aire. Asimismo, afectan el ambiente biótico al provocar la muerte de organismos no objetivo, como los insectos que actúan como enemigos naturales de las plagas. A corto plazo, estos químicos alteran el equilibrio fisiológico de todos los seres vivos expuestos, incluidos los seres humanos (Alejo, 2023).

### **2.2.8.1 Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano**

Los plaguicidas de larga persistencia no solo afectan de inmediato, sino que también liberan sustancias que permanecen en el ambiente durante años antes de descomponerse. Además, la resistencia de ciertas especies y los cambios ecológicos, incluidos los agronómicos, pueden modificar el uso del suelo, generando complicaciones. Uno de los principales riesgos es la acumulación y transmisión rápida de residuos de estos químicos en la cadena alimentaria, lo que prolonga la exposición de los consumidores a sustancias tóxicas (Alejo, 2023).

# **Capítulo III**

## **Marco Metodológico**

### **3.1 Tipo y diseño general del estudio**

Este estudio es de tipo cuantitativo, observacional y descriptivo, ya que busca detallar los resultados obtenidos a partir del análisis de las muestras. No se controla la variable independiente, y los efectos se evaluarán mediante exámenes de laboratorio posteriores a la exposición a plaguicidas organofosforados.

Según la secuencia temporal, el diseño es transversal, ya que se realizó en un único periodo de tiempo entre julio 2024 a enero 2025. Se describieron los niveles de colinesterasa y la actividad laboral de los trabajadores expuestos a plaguicidas durante un periodo de estudio.

### **3.2 Población de estudio**

La población está conformada por aproximadamente 56 trabajadores de varias fincas de producción en Cerro Punta que se encuentran bajo diferentes niveles de exposición a plaguicidas.

### **3.3 Muestra**

Se utilizará una muestra de 56 trabajadores seleccionados aleatoriamente de distintas fincas. Dado que se empleó el muestreo por conveniencia y la población es pequeña, se buscará incluir a todos los miembros de esta. El estudio se basó en los datos de vigilancia ocupacional de diversas empresas agroexportadoras, y se centró en trabajadores cuya edad oscila entre los 18 y 66 años.

### **3.3.1. Tipo de muestra**

Las muestras fueron obtenidas por venopunción. Se extrajeron (5mL) de sangre, la cual fue depositada en un tubo químico de tapa roja, debidamente rotulado con el nombre y cedula de la persona. Luego de la extracción los trabajadores llenaron una cuesta para recopilar información acerca de su desempeño en la empresa. Finalmente, las muestras fueron transportadas en un cooler, hacia el Minsa Capsi de volcán para ser analizadas.

## **3.4 Variables**

### **3.4.1 Variable Independiente**

- Exposición a plaguicidas organofosforados

### **3.4.2. Variable Dependiente**

- Valores de colinesterasa plasmática

### **3.4.3 Variables Demográficas**

#### **a. Edad:**

Es el dato encontrado en la historia clínica del adulto, en la casilla edad. Es importante medir la edad de los participantes para determinar si existen

diferencias en los niveles de colinesterasa entre diferentes grupos etarios. La susceptibilidad a la toxicidad por plaguicidas puede variar según la edad.

**b. Sexo:**

Dato declarado por el funcionario de salud y se ubica en la casilla de sexo de la historia clínica del adulto, puede ser femenino (F) o masculino (M). Hombres y mujeres pueden reaccionar de manera diferente a la exposición a plaguicidas. Esta variable es relevante para determinar si hay diferencias en la actividad de la colinesterasa según el sexo.

**c. Nivel de estudio:**

Información suministrada por el funcionario con respecto a su escolaridad, pudiendo ser: ninguno, primaria, secundaria y universidad. El nivel de educación puede estar relacionado con el conocimiento sobre los riesgos de los plaguicidas y las medidas de protección que toman los trabajadores. Esto puede influir en su nivel de exposición y, por tanto, en los resultados de la investigación.

**d. Años de experiencia laboral**

El tiempo que un trabajador ha estado expuesto a plaguicidas podría influir en los niveles de colinesterasa. Mayor exposición a lo largo del tiempo podría asociarse con una mayor inhibición de la enzima.

### 3.5 Factores de Riesgo Modificables

#### a. **Tabaquismo:**

Hábito de consumo de tabaco por un periodo determinado. Es cuando la casilla sí está marcada en la pregunta ¿fuma actualmente?

Los plaguicidas pueden ingresar al cuerpo a través de diversas vías, incluida la inhalación. Fumar daña los pulmones y las vías respiratorias, lo que puede facilitar la absorción de partículas tóxicas presentes en el aire, incluidos los plaguicidas en forma de vapores o aerosoles. Los fumadores, por lo tanto, tienen más probabilidades de inhalar y absorber cantidades mayores de plaguicidas.

#### b. **Consumo abusivo alcohol:**

Es cuando el paciente obtiene un valor mayor o igual a 4 si es hombre o mayor o igual a 3 si es mujer, en la prueba de AUDIT-C de la historia clínica del adulto.

El hígado es el principal órgano responsable de la metabolización tanto del alcohol como de los plaguicidas y otras sustancias tóxicas. El consumo crónico de alcohol sobrecarga el hígado, afectando su capacidad para descomponer y eliminar toxinas.

#### c. **Uso de equipos de protección personal (EPP)**

La adopción adecuada de guantes, mascarillas, gafas, trajes protectores y otros equipos puede reducir significativamente la exposición a plaguicidas.

### **3.6 Universo de estudio, selección y muestra, unidad de análisis.**

Universo de estudio: Todos los trabajadores de fincas en Cerro Punta Chiriquí expuestos a plaguicidas organofosforados.

Muestra: 56 trabajadores. Se utilizó un muestreo por conveniencia, seleccionando fincas de producción en Cerro Punta a las que se tuvo acceso. Dentro de estas fincas, la selección de los trabajadores se realizó de manera aleatoria, lo que permitió reducir el sesgo en la elección de los participantes. Sin embargo, debido a las restricciones de acceso, no todas las fincas de la región estuvieron representadas en la muestra.

### **3.7 Criterios de Inclusión y exclusión**

#### **a) Criterios de inclusión**

- Trabajadores de ambos géneros empleados en alguna empresa agrícola.
- Aquellos expuestos a plaguicidas organofosforados.
- Participantes con edades entre 18 y 66 años.
- Aquellos que aceptaron participar de manera voluntaria, firmando un consentimiento informado.

#### **b) Criterios de Exclusión**

- Aquellos trabajadores que no cumplieron con la edad establecida.

- Se excluirán aquellos que tengan enfermedades previas o factores que afecten los niveles de colinesterasa no relacionados con la exposición a plaguicidas (por ejemplo, enfermedades hepáticas crónicas, consumo de medicamentos que alteren los niveles de colinesterasa).
- Trabajadores que no estuvieron de acuerdo en firmar el consentimiento informado.

### **3.8 Técnicas de Recolección de Datos**

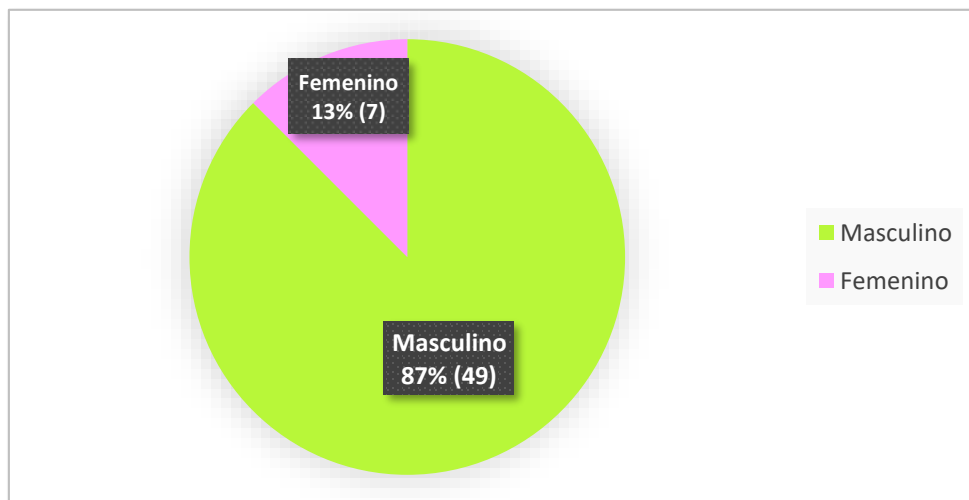
Las técnicas utilizadas fueron la prueba de laboratorio y la encuesta, para las variables niveles de colinesterasa y actividad laboral, respectivamente. La etapa de recolección de la muestra se hizo en las mismas fincas productoras y el procesamiento de la muestra se hizo en el Minsa Capsi de Volcán. Se proporcionó a los participantes una explicación detallada sobre el propósito y los beneficios de la investigación. Aquellos que decidieron participar de manera voluntaria firmaron un consentimiento informado. Tras su aceptación, se les entregó una encuesta elaborada por las investigadoras, con el objetivo de cumplir con los fines del estudio.

# **Capítulo IV**

## **Análisis e interpretación de resultados**

Se realizó un estudio de colinesterasa sérica en productores agrícolas de diferentes fincas de Cerro Punta. En este estudio se procesaron 56 muestras de sangre de colaboradores que trabajaran en el área agrícola, de este análisis solo 1 muestra arrojó valores por debajo del límite de referencia de la prueba lo que representa un 2%, mientras que 55 de las muestras dieron resultados dentro del rango de referencia que nos da la casa comercial, lo que representa un 98% del total de pruebas procesadas.

**Gráfica nº 1. Porcentaje de participantes según el género en productores agrícolas que laboran en fincas de cerro Punta Chiriquí.**



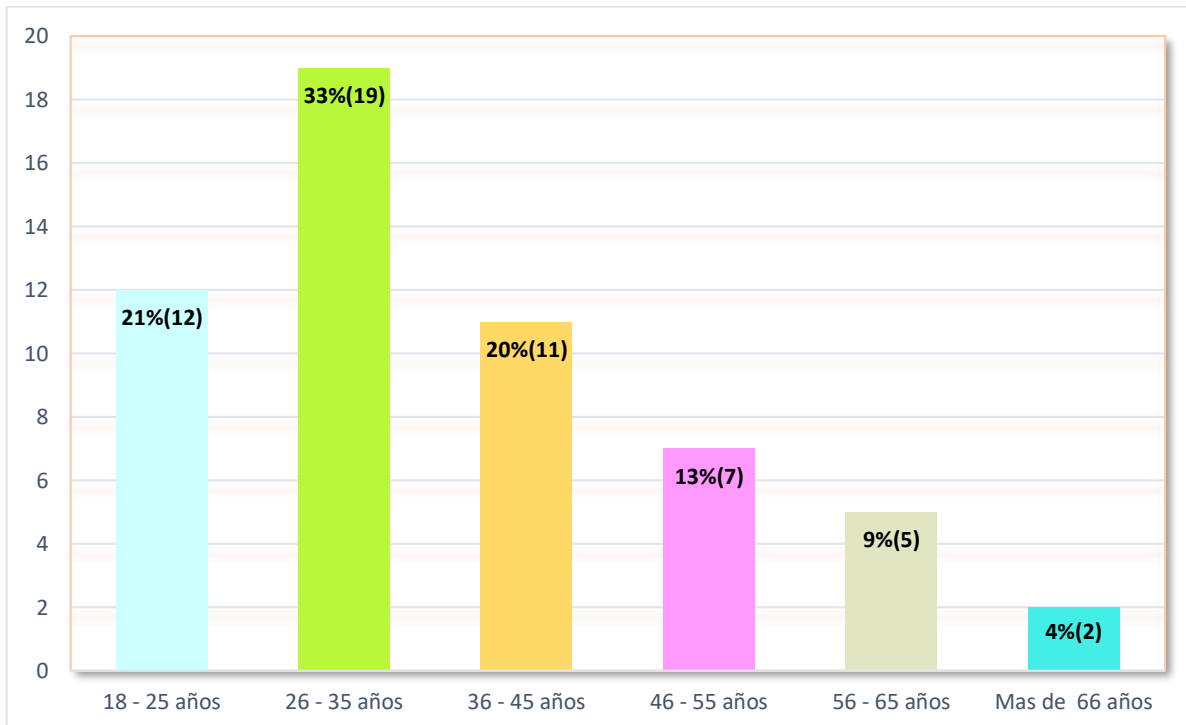
Fuente: (Justavino, 2025).

En esta gráfica N°1 se muestra el total de personas que participaron en este estudio con un total de 56 personas, al distribuir la población la mayoría de trabajadores pertenecen al sexo masculino siendo 87% (49) y un 13% al sexo femenino (7). Este resultado tiene relación con el tipo de labor que desempeñan estas personas en el

sector agrícola ya que en la mayoría de funciones se necesita fuerza y resistencia. Eran pocas las mujeres que se encontraron realizando estas labores, les correspondían tareas que tuvieran menor exposición a dichos productos.

De acuerdo al sexo, se pudo observar a la mayoría de las mujeres 62% dedicadas a empacar productos. Por el contrario, el 58% de los empleados varones tenemos que se dedican a la fumigación, cosecha y empacamiento. Es importantes pues, estas ocupaciones presentan una exposición directa a los plaguicidas organofosforados (Vargas, 2008).

**Gráfica nº 2. Porcentaje de las edades de los participantes que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí.**

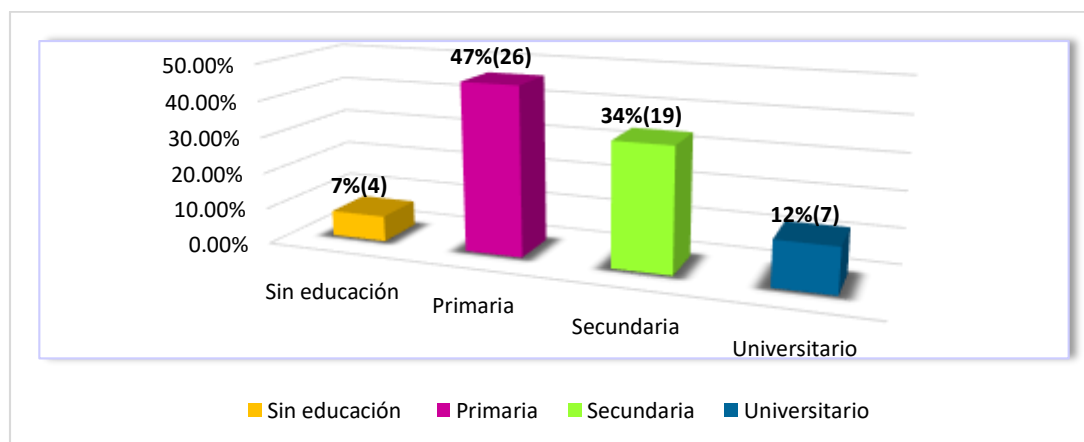


Fuente: (Justavino, 2025).

Esta gráfica corresponde a los valores de la colinesterasa sérica de acuerdo a las edades de las muestras analizadas de los colaboradores que se encuentran estrechamente relacionados a este rubro; es notable que las edades que más se prestan para este tipo de trabajos siempre serán los adultos jóvenes entre los 18 y 45.

Estos porcentajes guardan relación ya que se ve que entre la edad de 26 a 35 años se encuentran la mayoría de los participantes con un total de 19 trabajadores (33%), seguido por participantes entre 18 y 25 años con 12 personas (21%) de la población estudiada, de los 36 a los 45 hay 11 personas (2%). Los siguientes grupos tuvieron menor representación entre un 46 y 55 corresponde a 7 personas (13%), en menor cantidad de los 56 a los 65 participaron 5 personas (9%), concluyendo que solo 2 personas (4%) con más de más de 66 años de edad quisieron participar en este estudio voluntariamente.

**Gráfica n° 3. Porcentaje del nivel académico en productores agrícolas muestreados en fincas de Cerro Punta Chiriquí.**

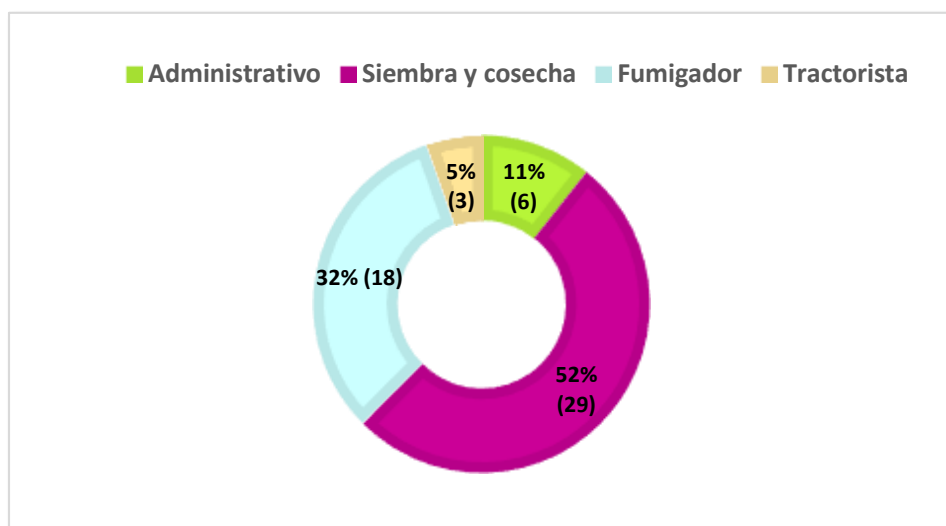


Fuente: (Justavino, 2025).

En esta gráfica nos muestra que el 7% (4 colaboradores) no recibieron educación, el 47% (26 personas) respondieron que solo fueron hasta la primaria, un 34% (19 personas) recibieron educación hasta la secundaria y en menor cantidad un 12% (participantes) fue a la universidad. Esto nos indica que hay ciertos conocimientos en cuanto a los riesgos que se producen por la exposición de tóxicos en general.

Los resultados de los estudios indican que los más perjudicados en su salud por el uso de estas sustancias químicas son los productores agrícolas indígenas y campesinos. Una de las razones es la falta de concienciación en este grupo de la sociedad acerca de los peligros asociados al uso de plaguicidas. El analfabetismo es otro factor que limita el acceso a la información sobre la toxicidad de estas sustancias (Pizarro, 2019).

**Gráfica nº4. Porcentaje de acuerdo a la ocupación que ejercen los trabajadores dentro las fincas de Cerro Punta Chiriquí**

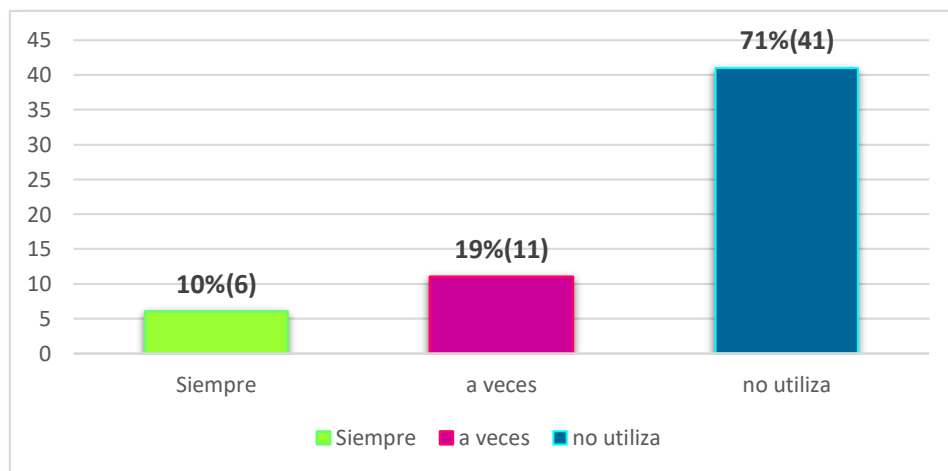


Fuente: (Justavino, 2025).

Al analizar el tipo de actividad u ocupación que realizan los trabajadores según exposición se encontró que 29 personas (52%) realizaban labores de campo sembrando y cosechando, como siguiente 18 personas (32%) se encargaban de fumigar constantemente; el personal administrativo y técnico corresponde a 6 personas (11%) y el grupo más pequeño corresponde a los trabajadores que manejan maquinarias, siendo 3 personas (5%).

En la empresa se dan rotaciones en el personal en donde un empleado puede realizar varias funciones en el año. De acuerdo a los datos recolectados, existen empacadores y cosecheros que han realizado aplicaciones de plaguicidas en la empresa. Esto nos indica que aun cuando normalmente estos empleados no se encuentran directamente expuestos a los plaguicidas, si pueden exhibir periodos de exposición (Vargas, 2008).

#### **Gráfica nº 5. Porcentaje del personal muestreado de acuerdo a la utilización de equipos de protección personal**



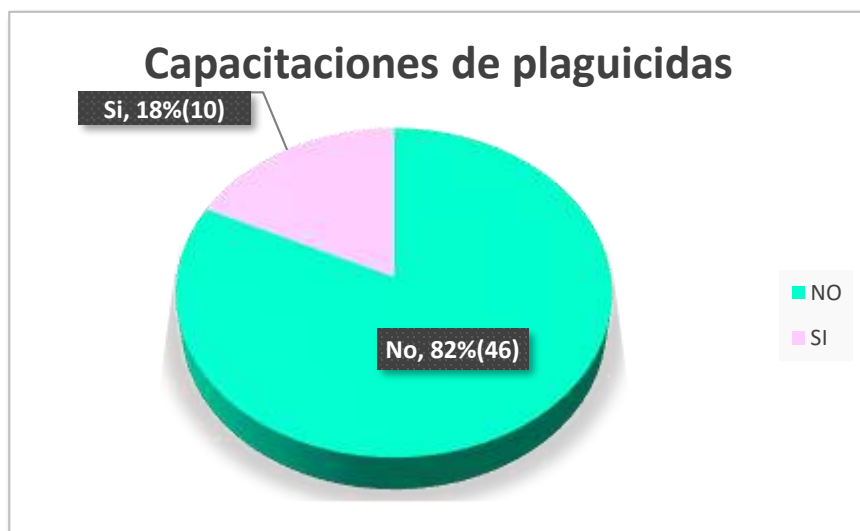
Fuente: (Justavino, 2025).

El uso de Equipos de Protección Personal (EPP) es fundamental para minimizar la exposición a plaguicidas y reducir los riesgos de intoxicación en trabajadores agrícolas.

Esta gráfica muestra que 6 personas (10%) utilizan equipo de protección personal, 11 personas (19%) respondieron que utilizan a veces y 41 personas (71%) no utiliza constantemente equipos de protección personal (guantes, mascarillas, overol para cubrir todo el cuerpo, ropa mangarla). La mayoría de los trabajadores respondieron que no utilizaban equipos de protección porque se les hacía incómodo y no se podía respirar correctamente con la mascarilla.

Se describe el uso de equipo de protección personal en los trabajadores expuestos y las principales razones de su uso inapropiado. El 93% de los trabajadores respondieron que el equipo de protección personal EPP no les protege y les resulta incómodo. El 64% refirió que la mascarilla les provocaba dificultad para respirar e incomodidad; para el resto del equipo, guantes (88%), botas de hule y overol (91%) las principales razones señaladas incluían calor (recalentamiento), tamaño inapropiado, les provoca sudor excesivo, picazón, ronchas, les quema, les disminuye el rendimiento laboral y le quita destreza (Rojas, 2015).

**Gráfica nº 6. Porcentaje de los participantes que han recibido capacitaciones acerca de lo perjudicial que son los plaguicidas organofosforados en la producción agrícola**



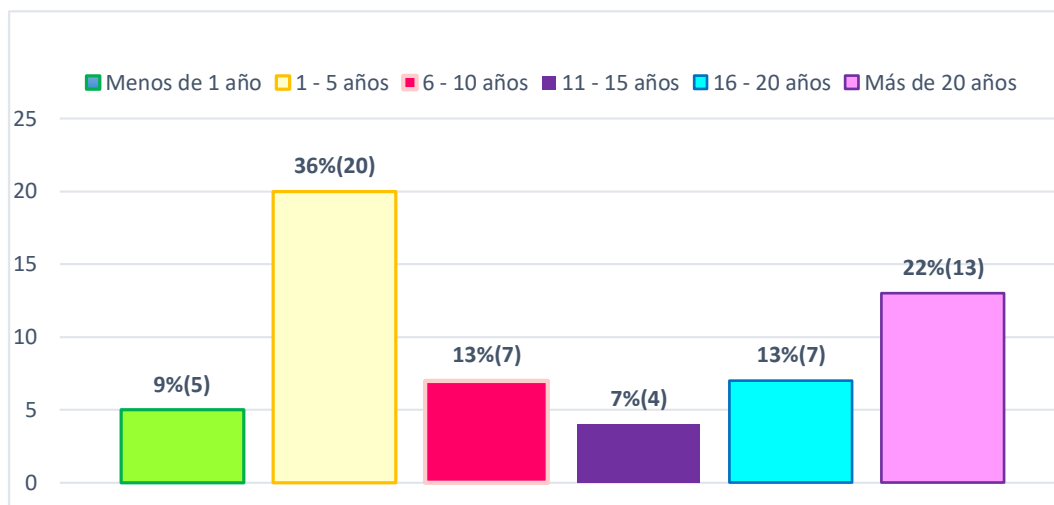
Fuente: (Justavino, 2025).

En esta gráfica muestra que el 82% (46) de los participantes respondieron que no habían recibido capacitaciones acerca de cómo manipular los plaguicidas organofosforados y los riesgos asociados que causa la exposición mientras el 18% (10) respondieron que si habían escuchado sobre el uso de estos químicos.

La formación en el uso y manejo adecuado de plaguicidas contribuye a promover buenas prácticas entre los agricultores, lo que ayuda a reducir los riesgos para la salud derivados de la exposición a insecticidas organofosforados, y, de esta manera, preservar su calidad de vida.

Las intoxicaciones por plaguicidas se mantienen como uno de los eventos más frecuentes por sustancias químicas en el tiempo, se hace necesario promover más campañas que disminuyan la exposición al riesgo, por ende, las múltiples complicaciones que se derivan del uso inapropiado de los plaguicidas (Rojas, 2015).

**Gráfica n°7. Porcentaje de productores agrícolas de acuerdo al tiempo que llevan laborando en fincas de Cerro Punta, Chiriquí.**

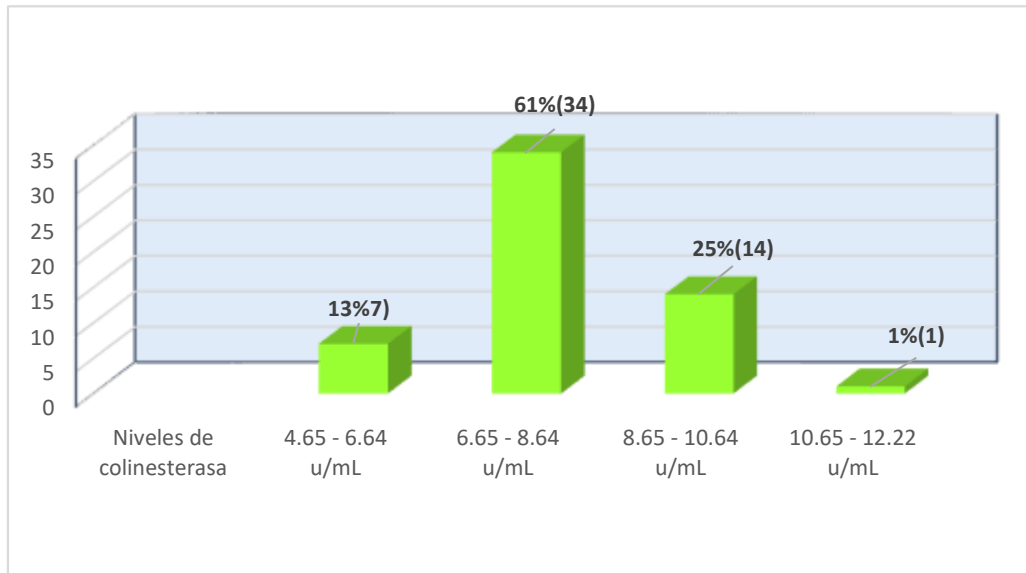


Fuente: (Justavino, 2025).

En esta gráfica se muestra el tiempo de exposición en meses y años que tienen los colaboradores en estas fincas de producción. El grupo más numeroso tiene de 1 a 5 años laborando lo que representa un 36% (20), un 22% lleva laborando más de 20 años, un 13% tiene de 6 a 10 años al igual que un 7% tiene de 16 a 20 años y el grupo menos numeroso se representa por un 9% (5) llevan meses en el sector agrícola.

Es importante mencionar que varios de los participantes tienen muchos años laborando el cual deberían proporcionarle medidas de protección, capacitaciones y monitoreo de la salud al día. La exposición prolongada a plaguicidas representa un grave riesgo para la salud de los trabajadores agrícolas que están en contacto con estos productos. Con el tiempo, los efectos de los plaguicidas pueden acumularse en el organismo, provocando enfermedades crónicas y trastornos irreversibles (Pizarro, 2019).

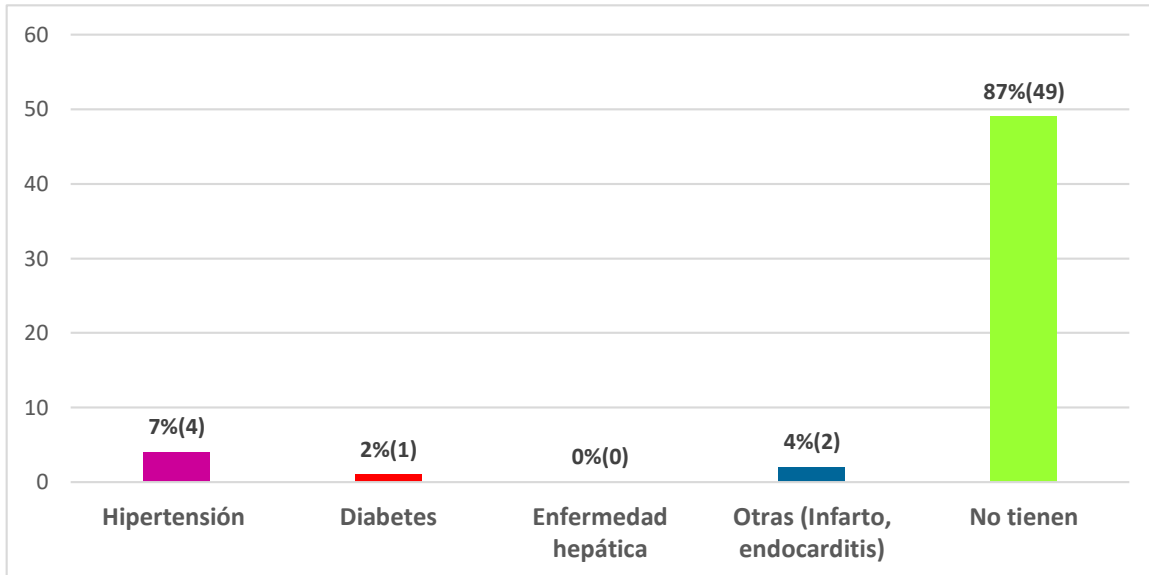
**Gráfica nº 8. Porcentaje de los niveles de colinesterasa sérica en productores agrícolas que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí.**



Fuente: (Justavino, 2025).

En la gráfica nº 8 se analizan en porcentaje los niveles de colinesterasa en colaboradores del sector agrícola corregimiento de cerro punta donde se puede ver que el 13% de los colaboradores arrojaron valores entre el 4.65 y 6.64 u/mL, también la mayoría de los trabajadores dieron valores normales entre el 6.65 y 8.64 u/mL, se puede ver que entre el 8.65 y 10.64 u/mL hubo un 25% y valores entre 10.65 y 12.22 u/mL con un mínimo porcentaje de 1%. Una vez analizados todas las muestras podemos decir que la mayoría entran dentro de valores normales lo que nos lleva a concluir que la mayoría tienen buenas prácticas en el uso de quipos de protección personal diariamente.

**Gráfica n°9. Porcentaje de enfermedades asociadas a los productores agrícolas muestreados que laboran en fincas de Cerro Punta, Chiriquí.**



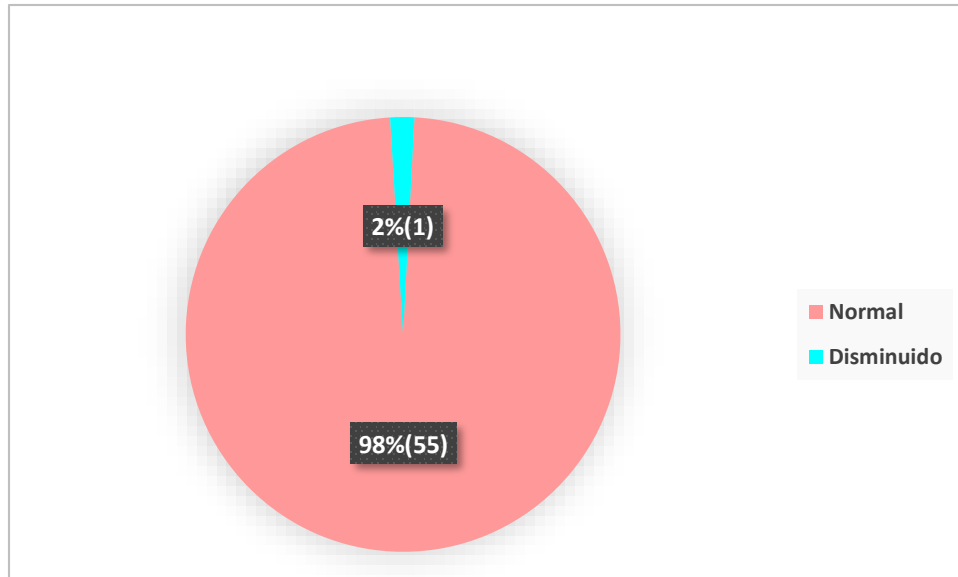
Fuente: (Justavino, 2025).

La gráfica n°9 que corresponde al porcentaje de enfermedades asociadas a los colaboradores muestreados que laboran en el área de cerro punta tierras altas Chiriquí. Los participantes respondieron que algunos de ellos presentan enfermedades agudas como son la diabetes y la hipertensión entre otras.

4 personas (7%) sufren de hipertensión, 1 personas (2%) tiene diabetes y 2 personas (2%) han sufrido otras enfermedades crónicas como infarto y endocarditis y el resto no presenta ninguna patología.

Dichas patologías actualmente no han representado un factor de riesgo para los sujetos estudiados ya que podemos decir están siendo monitoreados y controlados. Cabe señalar que dichas patologías no los excluye de ser más susceptibles a la intoxicación por plaguicidas organofosforados (Bello, 2018).

**Gráfica nº10. Porcentaje de valores obtenidos de colinesterasa sérica en los agricultores de diferentes fincas de Cerro Punta, Chiriquí.**



Fuente: Justavino, (2025).

Los valores de colinesterasa sérica de acuerdo a los rangos de referencia que nos brinda la casa comercial se pueden observar en la gráfica 1; existe una diferencia en cuanto al porcentaje de las muestras analizadas. Es decir, de las 56 pacientes 1 (2%) presenta valores por debajo del límite inferior de esta manera teniendo peligro de una intoxicación por plaguicidas, mientras que 55 (98%) de las muestras dieron valores normales. Este comportamiento es normal ya que depende mucho del compromiso que tiene la empresa al enseñar a sus colaboradores el correcto manejo de los plaguicidas organofosforados.

Los valores de colinesterasa se encuentran dentro de un amplio rango de normalidad, con variaciones intraindividuales e interindividuales. Además, hay que

considerar que los valores de referencia para estas enzimas varían de acuerdo con el método (sustrato) y la temperatura a la cual se mide su actividad (Cotos, 2012).

Se utilizó como indicador de exposición la actividad de la colinesterasa sérica. El 94,2% de los valores de colinesterasa en los agricultores estuvo dentro del rango de referencia, el 3,8% de los valores por debajo de los valores normales y el 1,9% por encima de 14 443 U/L, teniendo en cuenta que el mayor porcentaje de agricultores fue del sexo masculino (Rojas, 2015).

Después del análisis de 56 muestras obtenidas tomadas a agricultores que trabajan con plaguicidas organofosforados en fincas de Cerro Punta, Chiriquí se observó que la edad promedio de los participantes fue de 25 a 35 años en donde predominó el sexo masculino con 87% y 13% en mujeres. Lo que demuestra que los hombres se exponen con mayor frecuencia a plaguicidas organofosforados ya que se dedican en gran mayoría a las labores agrícolas que requieren más exposición, fuerza y resistencia.

Este resultado concuerda con los valores obtenidos por (Marrero S, Guevara H, 2016) quien también señaló que la exposición a plaguicidas organofosforados predominó en varones que en mujeres.

Un factor común observado en el personal del sector agrícola afectados por una intoxicación aguda por plaguicidas es el nivel bajo de educación y el poco acceso a información de los peligros para la salud que representan dichos químicos. Los

encuestados respondieron que su nivel de educación es bajo ya que no supera la secundaria.

Nuestro estudio guarda relación con el anterior ya que la mayoría de los participantes solo fue a primaria con un 47% y a secundaria un 34% pero solo llegaban hasta primer ciclo y un punto importante es que existe un 7% de analfabetismo.

Existe en la empresa distintas funciones que deben realizar los trabajadores, desde el punto de vista que se tuvo, las ocupaciones más vulnerables son los fumigadores con un 11% pero su riesgo puede ser significativo y los que se encargan de la siembra y cosecha representan un 52%. Es por esto que se concuerda con el estudio que se debe rotar al personal que realice diversas funciones en todo el año, con el objetivo de reducir la exposición en menor tiempo posible.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayoría de los agricultores desconocen los efectos que puede causar la exposición a plaguicidas. Como consecuencia, no siguen las medidas de bioseguridad personal y realizan actividades de fumigación sin usar equipos de protección, como mascarillas, lentes, botas o guantes. Muchos de ellos indicaron que no utilizan dichos equipos debido a la incomodidad que les generan al trabajar y las dificultades para respirar.

En referencia a estos resultados decimos que, a mayor tiempo de exposición a plaguicidas, se relaciona con los niveles bajos de colinesterasa y más aun sin cumplir las normas de bioseguridad personal. Los resultados concuerdan con el

estudio de Toro, Rojas y Díaz; obtuvieron que los niveles de colinesterasa sérica son bajos en agricultores que se exponen a mayor tiempo.

En el caso de nuestro participante que resulto con niveles bajos de colinesterasa lleva más de 20 años laborando en el sector agrícola y por lo tanto no utilizando equipo de protección personal de manera correcta.

Los resultados obtenidos demuestran que el 2% de la población presenta niveles de colinesterasa disminuidos, el cual su ocupación principalmente era de fumigador, Sin embargo, no se pudo establecer una relación directa. Este porcentaje es similar al estudio realizado por (Cervantes, 2023) que encontró disminución en un 3% de los trabajadores. A diferencia de los estudios realizados por (Luzuriaga & Vega, 2011) y (López & Rivera, 2020); donde no se encontró disminución de la enzima colinesterasa en ninguna de sus poblaciones de estudio, el cual se le atribuyó al correcto uso del EPP.

# **Capítulo V**

## **Consideraciones finales**

## 5.1. Conclusiones

- En Chiriquí se utilizan constantemente los plaguicidas organofosforados lo que ha provocado un riesgo significativo para la salud de los trabajadores agrícolas. Al realizar el análisis de la enzima colinesterasa sérica se encontró que de 56 muestras 1 presentó niveles de actividad de la colinesterasa sérica por debajo de los valores normales (5.90-12.22 U/mL) donde se encontraron con mayor predominio en varones que en mujeres; 87% (49 varones) y 13% (7 mujeres). Esto se debe a que los varones se dedican con mayor frecuencia a las actividades agrícolas que presentan más exposición y que requieren fuerza y resistencia; por lo que la exposición a este género es más común.
- Dentro de la población estudiada se concluyó que dentro del rango etario de (36-45) años se presentó niveles disminuidos de la enzima, los demás grupos etarios no se presentaron alteraciones. Determinando así que a mayor tiempo de exposición a plaguicidas menores serán los niveles de colinesterasa y será mayor la afectación en la salud de los trabajadores.
- Con los resultados obtenidos se observó que muchos de los trabajadores tienen nivel de educación deficiente; el 7% no había recibido educación lo que representa un factor de riesgo ya que

sugiere que la falta de conocimientos sobre el manejo seguro de plaguicidas, el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) y las medidas de higiene laboral pueden aumentar la vulnerabilidad a la exposición y el riesgo de intoxicaciones por plaguicidas organofosforados. Los trabajadores con un nivel educativo más alto demostraron mejores prácticas de prevención y menor incidencia de alteraciones en colinesterasa, lo que destaca la importancia de la capacitación y educación continua en este sector.

- Al analizar la enzima colinesterasa de acuerdo a la ocupación que ejercen los trabajadores se encontró que el participante con 44 años de edad que obtuvo valores disminuidos se encargaba principalmente de fumigar constantemente actividad que provoca contacto continuo y exposición directa a plaguicidas. Por esta razón es necesaria la rotación persistente de los trabajadores con el objetivo de minimizar la exposición.
- Según la información que se obtuvo de esta investigación se pudo determinar que un 71% de participantes no utiliza equipo de protección personal lo que puede incrementar el riesgo de sufrir una intoxicación. Muchos de ellos respondieron que no empleaban estas medidas ya que le resultaba incomodo a la hora de trabajar y dificultar para respirar con la mascarilla; no siendo conscientes del riesgo al que están expuestos, lo cual se aprecia en la deficiencia de medidas de

higiene y seguridad, tanto en el lugar de trabajo como en sus hogares. y el 29% si utiliza equipo de protección personal; esto puede ser lo que les permite tener valores normales de colinesterasa.

- Los resultados de esta investigación muestran una relación directa entre la falta de capacitaciones en el manejo de plaguicidas. Se identificó que 82% de los trabajadores no han recibido información adecuada sobre el uso seguro de y 18% si ha escuchado sobre estos químicos, siendo muchos de este porcentaje jefes de dichas fincas las cuales deberían proporcionar a sus trabajadores la misma capacitación para mejorar el manejo seguro de plaguicidas. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar programas de formación continua y obligatoria en el sector agrícola, enfocados en la reducción de riesgos y el manejo adecuado de plaguicidas.
- Se concluyó que el 13% de participantes se han expuesto de 16 a 20 años, de los cuales 1 de ellos presenta niveles bajos de colinesterasa sérica. Esto puede deberse a la exposición repetida y prolongada a sustancias tóxicas, así como a la posible falta de medidas de protección adecuadas a lo largo de su trayectoria laboral. La exposición prolongada a plaguicidas representa un grave riesgo para

la salud de los trabajadores que están en contacto con estos productos.

- Al analizar la Colinesterasa Sérica de las 56 muestras entre trabajadores y personal administrativo de las diferentes fincas ubicadas en Cerro Punta, Chiriquí se encontró que 1 participante presenta valores por debajo del valor de referencia y los restantes 55 pacientes presentan valores normales de la enzima Colinesterasa Sérica sin llegar al límite inferior, hay una relación de esta con el tiempo de trabajo que es de 17 años laborando en el sector agrícola, y con el nivel de exposición no utilizando correctamente el equipo de protección personal necesario, esto se puede ser debido a que los trabajadores y personal administrativo de las fincas presentan una parcial bioseguridad.

## 5.2. Recomendaciones

- Conocer técnicas para el momento de aplicar plaguicidas y funguicidas basadas en evaluaciones de severidad y resultados a través del riesgo biológico y del clima, esto con el fin de eliminar completamente plantaciones que se conviertan en fuente de contaminación y propagación.
- Realizar programas comunitarios que sensibilicen a los agricultores sobre los riesgos asociados al uso de plaguicidas y las medidas de prevención necesarias.
- Implementar el uso regular de EPP, como guantes, mascarillas, gafas protectoras y ropa adecuada, durante la manipulación y aplicación de plaguicidas. Asegurar que el EPP cumpla con las normas de calidad y sea reemplazado cada día para garantizar su eficacia.
- Tener una buena higiene personal, lavarse las manos y cambiarse de ropa inmediatamente después de trabajar con plaguicidas para evitar la contaminación cruzada en el hogar.
- Concientizar a los dueños de fincas que se realicen programas de vigilancia periódica de los niveles de colinesterasa sérica en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas.
- Sugerir a las empresas rotar constantemente a los trabajadores por las distintas áreas como lo son fumigación, tractorista, sembrador; con el fin de que el tiempo de exposición a químicos sea menor y así tratar de disminuir aquellas posibilidades de intoxicación.

- Educar a los trabajadores al momento de manipular o tomar medidas de protección al estar en contacto con estos productos. El uso inadecuado de los productos agroquímicos es el principal factor debido al aumento de la importación de plaguicidas para su uso en el área agrícola.
- Se recomienda realizar exámenes médicos de colinesterasa sérica cada 6 meses a todos los trabajadores expuestos a plaguicidas, con el objetivo de detectar a tiempo cualquier patología. Esto permitirá mantener un control periódico y tomar las medidas necesarias para prevenir que los trabajadores sufran enfermedades relacionadas con la exposición a plaguicidas.
- Es fundamental valorar el riesgo y los beneficios de los plaguicidas utilizados actualmente, para poder recomendar su uso de manera informada o, en su defecto, sugerir su sustitución por alternativas más seguras. Este análisis permitirá tomar decisiones que favorezcan la salud de los trabajadores y el medio ambiente, sin comprometer la efectividad en el control de plagas.
- La Asociación de agricultores de tierras altas de agricultura deberían promover más investigaciones sobre los plaguicidas organofosforados, para mejorar la calidad de vida de estas personas.

# **Referencias Bibliográficas**

- Aaron, C. K., & Howland, M. A. (1998). Insecticidas organofosforados y carbamatos. En Emergencias Toxicológicas (6ª ed.). RS editors.
- Alejo, E. J. (2023). [Título no especificado]. Universidad Continental, 72.
- Álvarez, V. H. (2010). Vigilancia y control en salud pública. Instituto Nacional de Salud, 46.
- Archila, Ó. M. (2022, 20 de marzo). Propiedades físico-químicas de los plaguicidas: condicionantes de su comportamiento en la planta y destino ambiental. Metroflor. Obtenido de <https://www.metroflorcolombia.com/propiedades-fisico-quimicas-de-los-pqua-condicionantes-de-su-comportamiento-en-la-planta-y-destino-ambiental/>
- BARRIL JB, CARRERA V. Polineuropatía retardada 92 inducida por organofosforados: una gran desconocida. Med Clin (Barcelona) 1989; 92: 787-793.
- BESSER R, GUTMANN L, DILLMANN U, WEILEMANN LS, HOPF HC. End-plate dysfunction in acute organophosphate intoxication. Neurology 1989.
- Bioagro, Universidad Centro-Occidental. (2002). Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados. En Alvarado, L., & Pierre, F. (Eds.), Francis Pierre/Pedro Betancourt, 19, 69–78.
- Centro de Salud de Biescas. E. CAROD BENEDICO. Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Insecticidas organofosforados. “De

la guerra química al riesgo laboral doméstico". Vol. 12 – Núm. 5/Mayo 2002. Disponible en:

<http://scielo.isciii.es/pdf/medif/v12n5/hablemosde.pdf>

- CHHARBA ML, SEPAHA GC, JAIN SR. BHAGWAT RR, KHANDEKAR JD. ECG and necropsy changes in organophosphorus compound (Malathion) poisoning. Indian J MedSci 1970; 24: 424-429. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/857/85719202.pdf>
- Cotos, O. M. (2012). [Título no especificado]. Instituto Nacional Mayor de San Marcos, 101.
- DUEÑAS, A.; CASTRODEZA, J. y LOZANO; R.: "Organofosforados". en Intoxicaciones agudas en medicina de urgencia y cuidados críticos. Barcelona MASSON S.A., 1999, pp.326.
- EDDLESTON M, BUCKLEY N, EYER P, 6. Dawson A. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. Lancet 2008; vol 371.
- FERRER A, CABRAL R. Collective poisoning caused by pesticides: mechanism of production-mechanism of prevention. Reviews of Environmental Toxicology 1993; 5: 161-201.
- HENAO H., SAMUEL Y COREY O., GERMÁN. Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas. México. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. OPS y OMS. 1991, pp.4-5; 18, 20.

- Henao, S. (2000). Situación epidemiológica de las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Boletín Epidemiológico. Antioquia, Medellín.
- HERNÁNDEZ AF, PLA A, VILLANUEVA E. Decreased phosphofructokinase activity during the development of triorthocresylphosphate-induced delayed neuropathy. ToxicolLett 1989.
- IAPs. (2018). Norma de vigilancia epidemiológica de intoxicaciones agudas por plaguicidas. Ministerio de Salud Panamá, 54.
- Importancia de los Insecticidas Organofosforados. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_art](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_art)
- Insecticidas Organofosforados Disponible en: [http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=2881125&orden=0](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2881125&orden=0)
- Intoxicación por Insecticidas Organofosforados. Capítulo 10.5. Disponible en: <http://tratado.uninet.edu/c100501.html>
- Manejo Cultural de Plagas. Disponible en: [http://www.infoagro.com/hortalizas/manejo\\_plagas.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/manejo_plagas.htm)
- Marrero, S., Guevara, H., Eblen, A., & Sequera, M. (2018). Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela. Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio, 65(1), 45–54. <https://bit.ly/3Wuqiuk>

- MARTÍNEZ J, MOLINERO F, SOLÉ J, RUBIO R, PEÑEIRO D, GARCIA D. Valor de la Colinesterasa plasmática en la intoxicación aguda por insecticidas anticolinesterásicos. Rev DiagnBiol 1985.
- MICHAEL W. KING, Ph.D / IU School of Medicine / miking at iupui.edu / © 1996–2011
- NAMBA T, NOLTE CT, JACKREL J, GROB D. Poisoning due to organophosphate insecticides. Acute and chronic manifestations. Am J Med 1971.
- Norma de vigilancia de las intoxicaciones por plaguicidas. (2018). Norma de vigilancia de las intoxicaciones por plaguicidas. Ministerio de Salud Panamá, 58.
- OBIOLS QUINTO J, Licenciado en Ciencias Biológicas y en Farmacia. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Seguridad, higiene y medio ambiente
- Quinto, J. O. (1999). Plaguicidas organofosforados. NTP, 7.
- Requena, J. L. (2022). Guía técnica: Uso de plaguicidas en Panamá. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 104.
- Plaguicidas. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/3986206/plaguicidas>
- R. LAUWERYS, Toxicología industrial e intoxicaciones industriales.
- Revista Cubana de Química. FONG LO, BARREIRO DI, RODRÍGUEZ TJ, MARIN SD, WAWOE DN, COLÓN SM. Método Potenciométrico de Michel Modificado para la Determinación de Actividad

Colinesterasa. Vol 22, No 3 (2010). Disponible en:  
[www.uo.edu.cu/ojs/index.php/cq/article/view/2795](http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/cq/article/view/2795)

- ROBERTS D M, AARON C K. Organophosphorus pesticide poisoning. BMJ 2007; 334.
- Salud Pública de México. ORTEGA-CESEÑA J, ESPINOSA-TORRES F, LÓPEZ-CARRILLO L. El control de los riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México: VOL.36, No.6. Disponible en:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsapud/e/fulltext/riesgos/riesgos.pdf>
- SENANAYAKE N, KARALLIEDDE L. Neurotoxic effects of organophosphorus insecticides. An intermediate syndrome. Med 1987; 316: 761-763.
- Toxicidad de Organofosforados. Disponible en:  
[http://www2.uah.es/tejedor\\_bio/bioquimica\\_ambiental/BA-RES-12.pdf](http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/BA-RES-12.pdf).
- Ulibarry, P. G. (2019). Efecto de los plaguicidas sobre la salud. Biblioteca del Congreso Nacional, 8.
- Utilidad Clínica de los Insecticidas Organofosforados. Disponible en:  
[http://www.medicentro.com.co/lab-clinico/analisis/a\\_f/acetilco.htm](http://www.medicentro.com.co/lab-clinico/analisis/a_f/acetilco.htm)
- VILANOVA E, CARRERA V, DIAZ N, VICEDO JL, PELLIN M, BARRIL J. El lugar y molécula diana de la polineuropatía retardada inducida por organofosforados (OPIDN). Rev Toxicol 1989 ;6

# **Anexos**



Yo, **Jeily justavino**, con cédula de identidad No. **4-804-2430**, en este semestre **noveno** comparezco respetuosamente ante las autoridades académicas, para solicitar la aprobación por parte de la Universidad del Tema de mi Trabajo de Graduación para optar por el título de **Licenciatura en Tecnología Médica**.

## 1. TEMA:

Determinación de colinesterasa sérica en productores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados de Cerro Punta, Chiriquí, 2024.

### 1.1. Problemas a Investigar:

¿Cuál es el impacto de los niveles inhibidos en productores de diferentes fincas de producción?

¿Cuáles son los tipos de plaguicidas que se utilizan comúnmente en las áreas de estudio y cómo varían sus efectos sobre los niveles de colinesterasa sérica?

¿Cuáles son los factores de riesgo que pueden influir en la susceptibilidad de los agricultores a la inhibición de la colinesterasa sérica?

¿Cómo varían los niveles de colinesterasa sérica en función de factores demográficos como la edad, género, y experiencia laboral en la agricultura?

### 1.2. Razones por la que escoge este tema:

Los plaguicidas son utilizados frecuentemente en la agricultura para proteger los cultivos, pero también representan un riesgo para la salud. La medición de colinesterasa sérica en los trabajadores permite identificar la exposición y prevenir intoxicaciones graves a corto o largo plazo. La disfunción de la colinesterasa está implicada en enfermedades hepáticas, Alzheimer y el Parkinson. Comprender su mecanismo de acción y regulación puede llevar al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas para estas y otras enfermedades devastadoras.

### 1.3. Objetivo general:

- Determinar los niveles de colinesterasa sérica en productores agrícolas de tierras altas Cerro Punta, Chiriquí expuestos a plaguicidas 2024.

### 1.4. Objetivos específicos:

- Analizar el nivel de colinesterasa sérica en agricultores de una finca productora de legumbres expuestos a plaguicidas

- Relacionar la deficiencia de colinesterasa sérica en los productores con las medidas de protección personal necesarias
- Identificar factores de riesgo específicos relacionados con la inhibición de la colinesterasa en agricultores

## 2. APORTES:

Proporcionar capacitación a los agricultores que trabajan con plaguicidas en cuanto a las medidas de protección personal en cerro punta, con el fin de prevenir exposición a sustancias químicas. Se deben realizar controles periódicos de niveles de colinesterasa sérica a personas expuestas. Mejorando así las condiciones de vida de estos trabajadores.

A continuación puede sugerir el Director para el desarrollo de la investigación, Pero no es definitivo, ya que las autoridades académicas evaluarán su recomendación y luego le informará oficialmente.

Director recomendado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del (la) alumno (a)

\_\_\_\_\_  
Firma del Director recomendado

\_\_\_\_\_  
Firma del Profesor de Proyecto Final de Graduación

### PARA USO EXCLUSIVO DE LA UNIVERSIDAD

El tema está:

Director Asignado: \_\_\_\_\_

Aprobado por el Decano de la Facultad:

Aprobado ( ) \_\_\_\_\_

Denegado ( ) \_\_\_\_\_

Fecha:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nota: Los estudiantes que realizarán investigaciones de la empresa o institución en la cual laboran, tendrán que adjuntar a esta solicitud una carta que indique la aprobación por parte de su jefe inmediato, en la cual autoriza que el alumno realice la misma.

# JEILY JUSTAVINO 4-804-2430-1.pdf

 Universidad Autónoma de Chiriquí

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20156:427743160

Fecha de entrega

7 feb 2025, 1:44 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 feb 2025, 2:03 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

JEILY JUSTAVINO 4-804-2430-1.pdf

Tamaño de archivo

1.8 MB

100 Páginas

14,894 Palabras

83,443 Caracteres




# 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 14 palabras)

## Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
62 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Universidad Latina de Panamá  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Dr. William C. Gorgas  
Escuela de Tecnología Médica



### Formulario de Consentimiento Informado

Para realizar investigación para optar por el Título de Licenciatura en Tecnología Médica

Título: “Niveles de Colinesterasa en productores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados en Cerro Punta, 2024.”

Investigadora principal: Jeily Justavino.

Patrocinador del estudio: Ministerio de Salud, Ortho Clinic

Sitio de estudio: Fincas agropecuarias de Cerro Punta - Chiriquí

Usted ha sido considerado para participar en esta investigación, la cual consta de dos partes: la aplicación de una encuesta y la realización de las pruebas colinesterasa. De resultar alguna positiva, se le recomendará realizarse otras pruebas hepáticas para complementar al diagnóstico.

Si usted decide participar en el estudio, por favor lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que considere necesarias sobre el procedimiento del estudio, incluyendo los riesgos y beneficios.

#### **Justificación del estudio**

Los plaguicidas son utilizados frecuentemente en la agricultura para proteger los cultivos, pero también representan un riesgo para la salud. La medición de colinesterasa sérica en los trabajadores permite identificar la exposición y prevenir intoxicaciones graves a corto o largo plazo. A través de este estudio, se pretende proporcionar evidencia científica que contribuya a la prevención de enfermedades, la mejora de las condiciones de trabajo en el sector agrícola, y el desarrollo de políticas públicas más efectivas para la protección de la salud de los trabajadores agrícolas.

#### **Objetivos del estudio**

El objetivo principal de esta investigación es determinar los niveles de colinesterasa sérica en trabajadores del sector agrícola expuestos a plaguicidas organofosforados pertenecientes a distintas fincas en el distrito de Tierras Altas, corregimiento de Cerro Punta, en la provincia de Chiriquí.

### **Beneficios para usted**

Realizarse la prueba de colinesterasa puede ser clave para diagnosticar intoxicaciones producidas por sustancias químicas, previniendo problemas graves de salud. Se le entregará su resultado y de resultar positivo, adicional se le tramitará la atención médica en el centro de salud de Cerro punta.

La información obtenida a través de este estudio será mantenida bajo estricta confidencialidad y el nombre de los participantes no será utilizado. Se aplicarán las siguientes medidas para mantener segura la información que usted nos proporciona:

- La muestra a analizar tendrá un código para proteger la privacidad.
- Solo las personas directamente relacionadas con la investigación sabrán el nombre de los participantes.
- Se les entregará a los participantes los resultados de la investigación.

Los resultados de esta investigación pueden ser publicados en revistas científicas o ser presentados en las reuniones científicas, pero la identidad de los participantes no será divulgada.

**El estudio no conlleva ningún riesgo. No recibirá compensación por participar. Su participación es de forma totalmente voluntaria y en cualquier momento usted podría retirarse del estudio si así lo considera necesario.**

Si tiene alguna duda del estudio, llame al 6553-3706 o envíe un mensaje de correo electrónico a: [jjustavino99@gmail.com](mailto:jjustavino99@gmail.com)

Comprendo mi participación y los riesgos y beneficios de participar en este estudio de investigación. He tenido el tiempo suficiente para revisarlo y el lenguaje del consentimiento fue claro y comprensible. Todas mis preguntas como participante fueron contestadas. Me han entregado una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en este estudio de investigación.

Jeily Justavino 4-804-2430

Nombre y cédula del Investigador

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador

20 de febrero de 2025

Fecha

Instrumento de Recolección de Datos  
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Código del participante:

Fecha de evaluación:

.....

a) Edad: (\_\_\_\_) años

b) Sexo: (\_\_\_\_) Masculino (\_\_\_\_) Femenino

c) Grado de educación

(\_\_\_\_) sin educación

(\_\_\_\_) primaria

(\_\_\_\_) secundaria

(\_\_\_\_) universitario

d) Efectos adversos: especificar sí presenta alguno de ellos

Hipertensión (\_\_\_\_)

Diabetes (\_\_\_\_)

Enf. Hepática (\_\_\_\_)

Ninguno (\_\_\_\_)

Otro: \_\_\_\_\_

e) Área en la que labora:

Regador (\_\_\_\_)

Fumigador (\_\_\_\_)

Tractorista (\_\_\_\_)

Sembrador (\_\_\_\_)

e) Plaguicida que se utiliza: \_\_\_\_\_

f) Ha recibido capacitación a cerca del uso de plaguicidas:

(\_\_\_\_) Si    (\_\_\_\_) No

g) Uso de equipo de protección personal:

(\_\_\_\_) Si    (\_\_\_\_) No    (\_\_\_\_) A veces

h) Años laborando en el sector agrícola: \_\_\_\_\_

## Cuestionario

### INTRUCCIONES:

- Señalar una de las alternativas de cada una de las preguntas presentadas.
- La información que usted consigne en la encuesta es de carácter confidencial, y será utilizado exclusivamente como referente en el desarrollo de la investigación

### DATOS PERSONALES

Nombre:	Edad:
Ocupación:	Lugar de residencia:

1. ¿Tipos de plaguicidas que ocupan?

Organofosforados: (paration, diclorvos, diazinon, fenitroton, fention, malation, metil)

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

2. ¿Se ha informado sobre el riesgo del uso de plaguicidas?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

3. ¿Cada que tiempo fumiga los cultivos?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

4. ¿Ocupa mascarilla, guantes, gafas, u overoles al estar expuesta a plaguicidas?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

5. ¿Después de ocupar pesticidas se asean y cambian de ropa?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

6. ¿Los recipientes de plaguicidas se eliminan en lugares especiales?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

7. ¿Al estar expuesto a plaguicidas usted ha presentado dolor de cabeza, dolor intestinal, ardor en los ojos o alergias?

Siempre       A veces       Casi nunca       Nunca

8. ¿Qué tiempo ha estado expuesto a plaguicidas?

1 año       3 años       6 años       más de 10 año

18 de febrero de 2025

Señores  
**Facultad de Ciencias de la Salud Dr. William C. Gorgas**  
**Universidad Latina de Panamá**

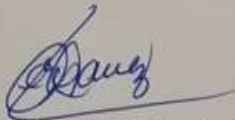
Respetados señores:

Certifico que he realizado una exhaustiva revisión y corrección del proyecto final de graduación titulado **“Determinación de colinesterasa sérica en productores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados de Cerro Punta, Chiriquí, 2024.”**, presentado por **Jeily Justavino** con C.I.P. 4-804-2430; dicha corrección se llevó a cabo de acuerdo con los estándares lingüísticos y gramaticales establecidos, así como con las Normas Apa.

Durante el proceso de corrección, se han identificado y corregido errores ortográficos, gramaticales y de puntuación, con el fin de mejorar la claridad, coherencia y precisión del contenido. Asimismo, se han realizado ajustes para garantizar la consistencia en el estilo y la estructura del documento.

Además de la corrección de errores superficiales, se han realizado sugerencias para mejorar la fluidez del texto y la organización de las ideas, con el objetivo de facilitar la comprensión y el impacto del mensaje que se desea comunicar.

Atentamente,



Magister **Ada Chávez**  
Registro 08005

REPÚBLICA DE PANAMÁ  
TRIBUNAL ELECTORAL

**Ada Estela  
Chavez Miranda**

REPÚBLICA DE PANAMÁ



NOMBRE USUAL:  
FECHA DE NACIMIENTO: 25-FEB-1978  
LUGAR DE NACIMIENTO: CHIRIQUÍ, DAVID  
SEXO: F      DONANTE      TIPO DE SANGRE: B+  
EXPEDIDA: 24-AGO-2017      EXPIRA: 24-AGO-2027

4-729-612





## Recolección de datos y muestras en fincas de Cerro Punta Chiriquí



## Configuración del equipo Vitros para procesar las muestras



## Montaje de las muestras para su procesamiento

