UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

“DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO”

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

Autora: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Tutor: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

Ambato – Ecuador

Febrero, 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **"DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO"** de la Srta. Toalombo Caisa, Jennifer Johanna estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Febrero 2025

EL TUTOR



Firmado electrónicamente por:
VICTOR HERNAN
GUANGASIG TOAPANTA

……

Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación sobre: **"DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO"** como también las ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de grado.

Ambato, Febrero 2025

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
JENNIFER JOHANNA
TOALOMBO CAISA

.....

Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi tesis con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Febrero 2025

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
JENNIFER JOHANNA
TOALOMBO CAISA

……

Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema **"DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO"** de Jennifer Johanna Toalombo Caisa, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, Febrero 2025

Para constancia firman

……...	…….....	……
PRESIDENTE/A	1er VOCAL	2do VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado primero a Dios, quien ha sido mi guía y mi fortaleza en cada momento de este viaje. Su luz me ha acompañado durante todo este proceso, brindándome sabiduría y coraje para superar los obstáculos que se han presentado en mi camino.

A mi madre Marcia Caisa quien ha sido el pilar fundamental en esta travesía. Gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios y por ser la fuente constante de mi fuerza. A mi padre José Toalombo, que se convirtió en mi ángel guardián. Aunque ya no esté físicamente conmigo, sé que desde el cielo me cuida y me acompaña en cada paso que doy. Este logro también es suyo, y su legado sigue vivo en mi corazón.

A mi hija Paula Caiza, la razón de mi vida y mi mayor inspiración. Tu amor y tu energía son el motor que me impulsa a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por ser mi motivación diaria, por darme fuerzas y por recordarme siempre que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mi esposo Braulio Caiza, por ser mi apoyo incondicional, mi compañero de vida y mi pilar fundamental. Gracias por estar a mi lado en cada momento, por tu paciencia, por tu amor y por tu aliento constante. Este logro no hubiera sido posible sin tu apoyo, y lo celebro con todo mi corazón junto a ti.

A mi hermana Sofia, por ser mi amiga, confidente y compañera. Eres mi fortaleza y mi alegría, y cada paso que doy es también un reflejo de tu amor.

.

Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y fuerza en cada paso de este camino. Gracias por brindarme la sabiduría y el coraje para llegar hasta aquí.

Mi agradecimiento al personal de laboratorio de UTA-LABB y Querochaca por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto especialmente a mi tutor el Bq. F. Mg. Víctor Hernán Guangasig Toapanta por guiarme para la realización de este estudio.

A mi madre quien han sido el pilar fundamental de esta travesía. A mi padre, se convirtió en mi ángel y sé que, desde el cielo, se siente orgulloso de este logro. A mi hija y mi hermana, mi mayor inspiración y motivación, cuyo amor y energía me impulsaron a seguir adelante en todo momento.

A mi esposo, por ser mi apoyo incondicional, por estar a mi lado en los momentos más difíciles y por ser ese pilar esencial en mi vida.

A toda mi familia abuelitos, tíos, primos, suegros y cuñados gracias por todo el apoyo que me han brindado han sido parte de este logro.

A mi amiga Carmen Taipe, quien ha sido un pilar fundamental durante todo este proceso. Gracias por tu apoyo constante, por ser una fuente de aliento en los momentos de incertidumbre y por tu paciencia infinita. Tu amistad me ha brindado la fortaleza que necesitaba para seguir adelante en los momentos más difíciles.

Gracias de todo Corazón!

Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE DE TABLAS xi

ÍNDICE DE GRÁFICOS xii

ÍNDICE DE ANEXOS xiii

RESUMEN xiv

SUMMARY xvi

INTRODUCCIÓN 1

JUSTIFICACION 4

CAPITULO I 6

MARCO TEÓRICO 6

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 6

1.2. FUNDAMENTACION TEORICA 11

1.2.1. PLAGUICIDAS 11

1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS 12

1.2.3. ORGANOFOSFORADOS 13

1.2.3.1. Mecanismo de acción de los organofosforados 13

1.2.3.2. Enfermedades por exposición a los organofosforados 14

1.2.3.3. Métodos de cuantificación de colinesterasa 15

1.2.3.4. Métodos de aplicación de los organofosforados 16

1.2.3.5. Equipo de protección personal (EPP) para la aplicación de pesticidas 17

1.3. OBJETIVOS 18

1.3.1. GENERAL 18

1.3.2. ESPECÍFICOS 18

CAPÍTULO II 19

METODOLOGÍA 19

2.1. MATERIALES 19

2.1.1. MATERIALES PARA LA EXTRACCIÓN SANGUÍNEA 19

2.1.2. HUMANOS 19

2.1.3. INSTITUCIONALES 19

2.2. REACTIVOS 19

2.3. EQUIPOS 20

2.4. MÉTODOS 20

2.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 20

2.4.2. ENFOQUE DE LA INVESIGACIÓN 20

2.4.3. MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION 21

2.4.4. SELECCIÓN DEL AREA O AMBITO DE ESTUDIO 21

2.4.5. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 22

2.4.6. POBLACIÓN Y MUESTRA 22

2.4.7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN 23

2.4.8. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PRODECIMIENTOS DE INFORMACIÓN 23

2.4.9. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO 23

2.4.9.1. Procedimiento de toma de muestra sanguínea 23

2.4.9.2. Procedimiento del análisis de la colinesterasa 24

CAPÍTULO III 26

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA 26

3.1.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA 26

3.1.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO 37

3.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS 40

3.3. DISCUSIÓN 41

CAPITULO IV 46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 46

4.1. CONCLUSIONES 46

4.2. RECOMENDACIONES 47

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

ANEXOS 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inserto del reactivo de colinesterasa 25
Tabla 2 Datos demográficos según el género..... 26
Tabla 3 Cuánto Tiempo Lleva Trabajando Como Agricultor..... 27
Tabla 4 Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas 28
Tabla 5.- Conoce el tipo de plaguicida que utiliza en la fumigación..... 29
Tabla 6 Frecuencia que recibe capacitaciones sobre el uso de plaguicidas 30
Tabla 7.- Mediante que técnica aplica los plaguicidas..... 31
Tabla 8 Que equipo de protección personal utiliza para la fumigación foliar 32
Tabla 9 Que equipo de protección personal utiliza para la fumigación drench..... 33
Tabla 10 Cuanto tiempo se demora en aplicar los productos de fumigación..... 34
Tabla 11 Ha sentido síntomas después de la fumigación..... 36
Tabla 12 Síntomas presenta después de la fumigación con respecto a la colinesterasa 37
Tabla 13 Pacientes con concentración de colinesterasa Normal y Disminuido..... 37
Tabla 14 Rangos de edad con relación a la colinesterasa 39
Tabla 15 Colinesterasa y síntomas después de la fumigación 39
Tabla 16 Chi- cuadrado. Colinesterasa y Conoce la aplicación de fumigación Drench y Foliar. 41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de distribución del género 26
Gráfico 2 Cuánto tiempo lleva trabajando como agricultor 27
Gráfico 3 Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas 28
Gráfico 4 Conoce el tipo de plaguicida que utiliza en la fumigación 29
Gráfico 5 Frecuencia que recibe capacitaciones sobre el uso de plaguicidas 30
Gráfico 6 Mediante que técnica aplica los plaguicidas 32
Gráfico 7 Que equipo de protección personal utiliza para la fumigación foliar 33
Gráfico 8 Que Equipo De Protección Personal utiliza para la fumigación Drench .. 34
Gráfico 9 Cuanto tiempo se demora en aplicar los productos de fumigación..... 35
Gráfico 10 Síntomas después de la fumigación 36
Gráfico 11 Pacientes con concentración de colinesterasa Normal y Disminuido..... 38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta 53
Anexo 2 Consentimiento informado 56
Anexo 3 Operacionalización de variables 59
Anexo 4 Fotografías desarrollo del proyecto 63

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

"DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO"

Autora: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna
Tutora: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán
Fecha: febrero 2025

RESUMEN

El uso de plaguicidas, esencial para incrementar la productividad agrícola, ha sido fundamental desde el siglo XX para garantizar la seguridad alimentaria frente al crecimiento poblacional. Entre estos, los organofosforados se destacan por su alta toxicidad y amplio uso, especialmente en países en desarrollo. La exposición a plaguicidas organofosforados es un problema crítico en la salud de los trabajadores agrícolas, asociado a la inhibición de la colinesterasa sérica. El objetivo de la investigación fue evaluar los niveles de colinesterasa sérica como indicador de exposición a plaguicidas organofosforados en agricultores de la parroquia Santa Rosa y analizar los factores de riesgo asociados. La investigación tiene un enfoque transversal, observacional y analítico. La muestra incluyó 53 agricultores seleccionados mediante criterios de inclusión. Se empleó el método colorimétrico para medir la colinesterasa sérica, y encuestas estructuradas para recolectar información sobre el uso de equipos de protección personal (EPP) y prácticas agrícolas. Los datos fueron analizados con pruebas estadísticas como correlaciones y chi- cuadrado. Los resultados mostraron que un 9.4% de los agricultores presentó disminución en la actividad de colinesterasa sérica, asociada a prácticas inseguras como el uso inadecuado de EPP (41.51%) y una frecuencia de fumigación elevada (25.81%). Se concluye que la exposición prolongada a organofosforados afecta la salud de los agricultores, resaltando la necesidad de monitoreo regular de colinesterasa sérica y

programas de capacitación en prácticas agrícolas seguras. La propuesta de este estudio es implementar sistemas de vigilancia y promover el uso adecuado de EPP para reducir los riesgos asociados.

PALABRAS CLAVES: *ORGANOFOSFORADOS, COLINESTERASA SÉRICA, EXPOSICIÓN, INTOXICACIÓN, PLAGUICIDAS.*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

"DETERMINATION OF SERUM CHOLINESTERASE IN FARMERS EXPOSED TO ORGANOPHOSPHATES IN SANTA ROSA PARISH, AMBATO CANTON"

Authora: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna
Tutor: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán
Date: February 2025

SUMMARY

The use of pesticides, essential for increasing agricultural productivity, has been crucial since the 20th century to ensure food security in the face of population growth. Among these, organophosphates stand out for their high toxicity and widespread use, particularly in developing countries. Exposure to organophosphate pesticides is a critical issue for the health of agricultural workers, as it is associated with the inhibition of serum cholinesterase. The aim of this research was to evaluate serum cholinesterase levels as an indicator of exposure to organophosphate pesticides in farmers from the Santa Rosa parish and to analyze the associated risk factors. The study employed a cross-sectional, observational, and analytical approach. The sample included 53 farmers selected based on inclusion criteria. A colorimetric method was used to measure serum cholinesterase, and structured surveys were employed to gather information on personal protective equipment (PPE) use and agricultural practices. The data were analyzed using statistical tests such as correlations and chi-square tests. The results showed that 9.4% of the farmers had a decrease in serum cholinesterase activity, associated with unsafe practices such as inadequate use of PPE (41.51%) and a high frequency of spraying (25.81%). It was concluded that prolonged exposure to organophosphates affects the health of farmers, emphasizing the need for regular monitoring of serum cholinesterase and training programs on safe agricultural practices. The proposal of this study is to implement surveillance systems and promote the proper use of PPE to reduce associated risks.

KEYWORDS: ORGANOPHOSPHATES, SERUM CHOLINESTERASE, EXPOSURE, POISONING, PESTICIDES.

INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas ha sido un componente esencial en la agricultura mundial desde mediados del siglo XX, con el fin de aumentar la productividad y garantizar la seguridad alimentaria en un mundo con una población en constante crecimiento. Estas sustancias químicas se emplean para combatir una amplia variedad de plagas que amenazan los cultivos, incluyendo insectos, hongos, roedores y malas hierbas. Gracias a los plaguicidas, los agricultores han podido controlar enfermedades y plagas que de otro modo reducirían significativamente el rendimiento de las cosechas. Sin embargo, su uso masivo y en ocasiones indiscriminado ha generado preocupación por los efectos adversos que pueden tener tanto en el medio ambiente como en la salud humana. Entre los diversos tipos de plaguicidas, los organofosforados destacan por ser particularmente peligrosos debido a su alta toxicidad (1).

Los organofosforados son uno de los grupos de plaguicidas más utilizados. Estos compuestos, que son ésteres del ácido fosfórico y sus derivados, son biodegradables y se hidrolizan fácilmente en ambientes húmedos y con pH alcalino. Los organofosforados afectan la salud humana de diversas maneras, ya que pueden ingresar al organismo por inhalación, ingestión o a través de la piel intacta. Una vez en el cuerpo, se distribuyen y experimentan varias reacciones metabólicas, como activación, desoxidación y conjugación, siendo eliminados principalmente a través de la orina. Sin embargo, cuando estos plaguicidas inhiben la función colinesterásica, no pueden ser eliminados adecuadamente, lo que lleva a su acumulación en el organismo y a la formación de compuestos neurotóxicos. La inhibición ocurre en el tejido nervioso, provocando la acumulación de acetilcolina endógena, lo que genera síntomas que imitan los efectos muscarínicos y nicotínicos de la acetilcolina, así como los que esta enzima produce en el sistema nervioso central (19). Aunque inicialmente fueron, fueron desarrollados para su uso en la Segunda Guerra Mundial como agentes nerviosos, posteriormente se adaptaron para su empleo en la agricultura. Actualmente, su uso está generalizado en muchas regiones agrícolas del mundo, especialmente en países en desarrollo donde la supervisión y regulación de los plaguicidas puede ser menos estricta. Esta amplia distribución y su uso frecuente han hecho que la exposición

a estos compuestos no se limite únicamente a las plagas, sino también a los agricultores y trabajadores agrícolas que están en contacto directo con ellos (2).

La colinesterasa sérica es una enzima presente en el plasma sanguíneo cuya función es descomponer la acetilcolina, un neurotransmisor responsable de la comunicación entre las células nerviosas. La inhibición de esta enzima por los organofosforados resulta en la acumulación de acetilcolina, lo que afecta negativamente la función neuromuscular y puede provocar una serie de síntomas clínicos que van desde fatiga y debilidad muscular hasta colapso respiratorio. Los niveles de colinesterasa sérica se utilizan como un biomarcador para evaluar la exposición a estos pesticidas, ya que una reducción en los niveles de esta enzima es indicativa de una inhibición causada por la exposición a organofosforados (3).

Los efectos adversos de los organofosforados sobre la salud humana han sido bien documentados. La exposición aguda a altos niveles de estos plaguicidas puede causar una intoxicación grave, que incluye síntomas como dificultad para respirar, convulsiones y, en algunos casos, la muerte (2). No obstante, uno de los mayores riesgos asociados con los organofosforados es su capacidad de generar efectos tóxicos a largo plazo debido a la exposición crónica. Las personas que trabajan en contacto regular con estos compuestos, como los agricultores, suelen presentar una disminución en la actividad de la colinesterasa sérica, lo que afecta su sistema nervioso y puede llevar a problemas neurológicos, fatiga crónica, debilidad muscular e incluso trastornos del comportamiento (4).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define los plaguicidas como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar plagas que puedan interferir con la producción, procesamiento, almacenamiento y comercialización de alimentos y otros productos agrícolas. Además, los plaguicidas también se emplean para proteger la salud de los animales y de los seres humanos frente a vectores de enfermedades (5). Sin embargo, el uso generalizado de plaguicidas ha tenido un costo elevado para la biodiversidad y la salud de los ecosistemas, ya que pueden contaminar el agua, el suelo, incluyendo insectos beneficiosos y animales silvestres. De manera similar, los seres humanos

expuestos a estos químicos, como los agricultores y sus familias, corren el riesgo de sufrir daños en su salud, especialmente cuando no se utilizan medidas de protección adecuadas (6).

En la parroquia Santa Rosa, del cantón Ambato, la actividad agrícola es una de las principales fuentes de empleo y sustento económico, lo que ha llevado a un uso intensivo de plaguicidas, especialmente organofosforados, para maximizar la producción de cultivos. Sin embargo, el uso constante de estos productos ha incrementado el riesgo de exposición entre los agricultores locales. Por ello, resulta esencial evaluar los efectos de esta exposición en la salud de los agricultores.

El objetivo de este estudio fue evaluar los niveles de colinesterasa sérica en los agricultores expuestos a organofosforados en la parroquia Santa Rosa, cantón Ambato. A través de esta investigación, se buscó obtener un diagnóstico del impacto que tiene la exposición a estos plaguicidas en la salud, proporcionando datos que permitan implementar estrategias de prevención al uso de plaguicidas organofosforados.

JUSTIFICACION

En la actualidad, los plaguicidas más comunes en los países desarrollados pertenecen a los grupos de los carbamatos, organofosforados (OF), tiocarbamatos y piretroides. A estos se suman nuevos compuestos creados por la industria química, la cual está comprometida con prácticas sostenibles en la agricultura (7). Tanto los OF como los carbamatos inhiben la enzima acetilcolinesterasa, encargada de descomponer la acetilcolina en el espacio sináptico. Esta inhibición provoca la acumulación de acetilcolina en los receptores muscarínicos y nicotínicos, lo que genera una sobreestimulación del sistema parasimpático, provocando el llamado síndrome colinérgico. Aunque ambos tipos de plaguicidas inhiben la enzima, los OF lo hacen de forma irreversible, mientras que los carbamatos lo hacen de manera reversible, permitiendo que la enzima se reactive de manera natural en 24 a 48 horas. Esto podría explicar por qué los carbamatos no generan ciertos síntomas clínicos que son más comunes en la intoxicación por organofosforados (8).

Dentro del organismo, la colinesterasa sérica se inhibe rápidamente, y sus niveles normales suelen recuperarse en aproximadamente 60 días después de la exposición, lo que la convierte en un indicador confiable de intoxicación aguda por OF (9). La medición de esta enzima es crucial no solo para diagnosticar intoxicaciones por OF y carbamatos, sino también para el monitoreo preventivo y el control de la exposición a estos plaguicidas.

El uso intensivo de plaguicidas en la agricultura es una práctica común que, aunque permite mejorar la productividad y el control de plagas, implica riesgos significativos para la salud de los agricultores. Los organofosforados (OF), uno de los grupos de plaguicidas más utilizados (10). A pesar de que existen regulaciones para el uso de estos productos, en muchos casos los agricultores carecen del acceso a información adecuada, equipos de protección personal o métodos de monitoreo que les permiten evitar una exposición peligrosa.

La presente investigación busca abordar la problemática de salud pública que afecta a los agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados. Estas sustancias químicas,

son ampliamente utilizadas para el control de plagas, sin embargo, tienen la capacidad de inhibir la actividad de la enzima colinesterasa sérica, esencial para el correcto funcionamiento del sistema nervioso. La exposición continua a estos compuestos puede generar problemas de salud, como intoxicaciones agudas y crónicas, que pueden derivar en trastornos neurológicos, respiratorios, e incluso en la muerte en casos extremos.

Los principales beneficios de este proyecto incluyen la identificación de niveles de colinesterasa en la población de agricultores. Además, los resultados servirán como base para recomendaciones en el ámbito salud ocupacional, promoviendo un mayor control y monitoreo en el uso de plaguicidas. También contribuirá a sensibilizar a los agricultores sobre los peligros del manejo inadecuado de organofosforados y la importancia de medidas de protección personal.

En la parroquia de Santa Rosa, el uso de organofosforados en actividades agrícolas es una práctica común debido a su efectividad en el control de plagas. Pero, no existen estudios que cuantifiquen los niveles de exposición de los agricultores a estos pesticidas, ni su impacto directo en la salud. La falta de datos impide la implementación de políticas para la prevención y programas de monitoreo de la salud ocupacional. Este proyecto proporcionará información sobre los niveles de colinesterasa sérica en agricultores, lo que permitirá establecer un diagnóstico adecuado de la exposición y el riesgo potencial que enfrentan.

CAPITULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En Argentina, la investigación realizada en el año 2019 por Landini et al, titulada *"Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias argentinas"*, cuyo objetivo fundamental fue el describir de qué manera los trabajadores y agricultores usan y manejan agroquímicos haciendo énfasis en los riesgos para la salud. Por ello utilizaron un método de enfoque cualitativo en múltiples territorios rurales de Argentina obteniendo como resultado que la mayoría de los trabajadores compran, almacenan y aplican los agroquímicos de manea insegura generando así riesgos en la salud. El autor concluye que este estudio ayuda a contribuir para tomar medidas ante la problemática de intoxicación por agroquímicos (11).

La intoxicación por organofosforados desencadena un problema de salud pública ya que en la actualidad estos plaguicidas son utilizados en la agricultura para el control de plagas provocando exposición ocupacional. Según la revista española de salud presenta una investigación titula "*Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en agricultores de la región de Maule, Chile*" en el año 2020 teniendo como objetivo el estimar la relación entre exposición laboral a plaguicidas organofosforados y presencia de polineuropatía periférica en el cual muestra que el 26% de la población padecía de polineuropatía y el 38% de casos para el grupo expuesto y un 14% para un grupo no expuesto, dando como resultado que el 3,6 tienes mayor riesgo de desarrollar polineuropatía en trabajadores expuestos a organofosforados. Por lo tanto, el autor llego a la conclusión que existe una asociación positiva entre la presencia de polineuropatías y la exposición laboral a organofosforados teniendo en cuenta la edad y el sexo (12).

Otro de los factores para el incremento del uso de plaguicidas es el cambio climático ya que genera una reducción de la producción agrícola. Por ello la investigación realizada en el 2018 por Marrero y colaboradores, con el tema "*Evaluación de la actividad de la colinesterasa medio ambiente y geolocalización de trabajadores*

expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela", tiene como objetivo evaluar la exposición a organofosforados y Carbamatos en trabajadores agrícolas de la Colonia Tovar mediante la determinación de la actividad de la colinesterasas plasmática (CP) obteniendo como resultado que la media de la actividad de la CP se encuentran dentro de los parámetros normales tanto, para los trabajadores expuestos y no expuestos. Sin embargo 3 trabajadores expuestos se encontraban por debajo del rango de normalidad lo cual, permitió detectar el predominio de individuos con baja actividad colinesterasa en el suroeste del caserío agrícola ya que existe un mayor uso de plaguicidas (7).

La investigación realizada por Aquino *et al*, en el año 2019 y titulada "*Caracterización de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadore agrícolas atendidos en el Hospital Barranca Cajatambo 2008-2017*" cuyo objetivo se basó en determinar las características causadas por intoxicación ocupacional a pesticidas en trabajadores agrícolas muestra que se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal donde se estudiaron 295 trabajadores con intoxicación Los pesticidas más utilizados en esta investigación fueron fungicidas (39,7 %), herbicidas (37,6 %), de tipo organofosforados (98,0 %) y medianamente tóxicos (96,3 %). Obteniendo como resultado que el 99,3% de los casos no presento complicaciones intrahospitalarias. Sin embargo, el resto de los casos salieron del hospital en buen estado (13).

La investigación realizada en el año 2019 publicada en la revista internacional de contaminación ambiental con el tema "*Prácticas de manejo y análisis de riesgo por el uso de plaguicidas en la comarca lagunera, México"* cuyo objetivo fue caracterizar las prácticas de uso y manejo de plaguicidas en cultivos hortícolas. Se uso un muestreo estratificado con un nivel de confianza de 95% y precisión de 5% con una población de 90 productores. El autor concluye que los plaguicidas a utilizar con mayor frecuencia son los organofosforados con un 65.7%. Por otro lado, el 40% de población han recibido capacitación para el uso y manejo de agroquímicos. Sin embargo, el 75% de los productores no utilizan equipo de protección personal y el 34% han sufrido intoxicación al menos una vez (14).

Una investigación realizada en el año 2020 por Nelson et al con el tema "*Relación de intencionalidad en pacientes con intoxicaciones agudas por plaguicidas en un Ibagué-Colombia*" teniendo como objetivo establecer la relación de intencionalidad en pacientes con intoxicación por plaguicidas teniendo en cuenta características sociodemográficas y de exposición. Este estudio fue observacional descriptivo de corte transversal retrospectivo en 137 pacientes según los códigos del CIE 10 obteniendo como resultado el 79,6 de las intoxicaciones con fines suicidas y con un 45% con intento de suicidio previo (15).

La exposición a plaguicidas organofosforados puede reducir la actividad de las colinesterasas, enzimas cruciales, lo que representa un riesgo significativo para la salud de los trabajadores agrícolas. Una revisión reciente titulada "*Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados*" en el año 2020 teniendo como objetivo describir el uso de la actividad de las enzimas colinesterasas como biomarcadores para vigilar el estado de salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados examinó cómo estas enzimas pueden utilizarse como biomarcadores para monitorear la salud de quienes están expuestos a estos plaguicidas. Se encontró que la vigilancia ocupacional, especialmente en trabajadores agrícolas formales, puede facilitar la detección temprana de efectos adversos. Esta atención creciente hacia el monitoreo se refuerza al comparar los niveles de colinesterasas con datos previos y con individuos no expuestos (3).

La intoxicación por organofosforados y carbamatos plantea un desafío importante para la salud pública, dado el efecto devastador de estos compuestos en las colinesterasas y la consiguiente sobreestimulación de receptores nerviosos. Una investigación titulada "*Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forens*e" publicado en el año 2023 teniendo como objetivo la determinación de la actividad colinesterasa como principal biomarcador fundamental para el diagnóstico clínico. Este estudio documental y retrospectivo destaca la vital importancia de esta evaluación en la detección temprana y manejo eficaz de intoxicaciones, tanto en entornos clínicos como forenses, subrayando su

utilidad práctica y su potencial para prevenir y controlar estos envenenamientos a nivel mundial (16).

Este estudio realizado por Cuaspud & Vargas titulado "*Determinación de colinesterasa Eritrocitaria en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos"* en el año 2017 se centra en la determinación de la actividad de la enzima colinesterasa como biomarcador clave para evaluar el riesgo para la salud en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Se analizaron 145 muestras biológicas, incluyendo agricultores expuestos y un grupo de control no expuesto. Además, se encontró que el 42% de los agricultores expuestos presentaban valores por debajo de los niveles normales de actividad de la colinesterasa. El plaguicida más utilizado por la mayoría de los agricultores (95%) fue el Furadán, un carbamato. Estos hallazgos destacan la importancia de monitorear la actividad de la colinesterasa como una herramienta efectiva para evaluar y prevenir los efectos adversos de la exposición a plaguicidas en la salud ocupacional (17).

La investigación realizada en el año 2018 por Cecilia MVJ, y titulada "*Evaluación de la actividad colinesterasa sérica en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados en el Distrito de Salas",* cuyo objetivo fundamental fue evaluar la asociación entre la exposición a plaguicidas organofosforados (OP) y la actividad de la colinesterasa sérica (BChE), muestra que la actividad de la BChE se asocia significativamente con la exposición a plaguicidas OP ($p<0.001$). El autor concluye que, además de la exposición a plaguicidas, otros factores como la edad, el puesto de trabajo y el uso de equipos de protección personal también influyen en la actividad de la BChE, evidenciando la complejidad del impacto de estos plaguicidas en la salud de los trabajadores agrícolas (18).

Según Rodríguez y colaboradores se realizó una investigación en agricultores de la vereda de Páramo Lagunas de San Pablo de Borbur, Boyacá, Colombia en el año 2023, con el objetivo de determinar los niveles de colinesterasa sérica y los factores relacionados con la exposición a organofosforados. Se encontró que el 3,5% de los participantes tenía valores de colinesterasa sérica por debajo del rango biológico de referencia. Además, se observó que el 88 % de los agricultores realizaba tareas con

plaguicidas, y el 54 % no utilizaba elementos de protección personal (EPP) al trabajar con estas sustancias. Estos hallazgos sugieren la falta de escolaridad y el déficit de acompañamiento técnico en la zona, lo que lleva a los agricultores a realizar actividades agrícolas, como la aplicación de plaguicidas, sin el conocimiento adecuado ni el uso correcto de los EPP (19).

Un estudio realizado en el año 2023 por un equipo de autores y titulada *"Los tóxicos y su impacto en la salud de los trabajadores: una revisión sistemática"*, cuyo objetivo fundamental fue revisar los estudios sobre los efectos de los tóxicos en la salud de los trabajadores y explorar el papel de la toxicología en el desarrollo sostenible, muestra que una amplia variedad de individuos está expuesta a los efectos de sustancias químicas. El estudio concluye que existe una relación significativa entre la exposición ocupacional a solventes clorados, metales pesados, herbicidas y organofosforados, y efectos adversos en la salud, destacando la importancia de aumentar la conciencia entre los tomadores de decisiones y empleadores para controlar y prevenir estos efectos, contribuyendo así al desarrollo sostenible (20).

La investigación realizada por Daza A, et al, titulada "*Síndromes asociados a intoxicación por organofosforados: abordaje médico y fisioterapéutico en cuidado crítico"* en el año 2019 cuyo objetivo fundamental fue analizar un caso clínico de intento suicida por intoxicación con organofosforados y revisar la literatura relacionada, muestra que el paciente diagnosticado en la unidad de cuidado intensivo presentó trastornos neuromotores y requerimiento de soporte ventilatorio. El autor concluye que, a través de un manejo interdisciplinario que incluyó descontaminación, administración de atropina y pralidoxima, así como ejercicio terapéutico, se logró la liberación del estado crítico del paciente, aunque persistió debilidad muscular proximal, la cual mejoró con la terapia física, destacando la importancia de un enfoque integral en el tratamiento de las intoxicaciones por organofosforados (21).

La investigación realizada en el año 2020 por la Dra. Orias Mary, titulada "*Intoxicación por organofosforados*", cuyo objetivo fundamental fue analizar la toxicidad de los organofosforados y su relación con las intoxicaciones en el ámbito agrícola y doméstico, este estudio muestra que estos insecticidas actúan inhibiendo la

colinesterasa, lo que genera un síndrome colinérgico caracterizado por síntomas como broncorrea, salivación y miosis. El autor concluye que el diagnóstico debe basarse en la historia clínica y el examen físico, y enfatiza la necesidad de capacitar al personal de emergencia en el reconocimiento y tratamiento adecuado de estas intoxicaciones, ya que un manejo efectivo puede ser determinante entre la vida y la muerte (22).

Según Galíndez y colaboradores en una investigación realizada en el año 2020, titulada "*Intoxicación neonatal por organofosforados: un caso inusual de exposición transplacentaria*", cuyo objetivo fundamental fue describir un caso de intoxicación neonatal y resaltar la presentación clínica y el manejo con atropina, muestra que la recién nacida, hija de una madre adolescente con intoxicación intencional por organofosforados, presentó síntomas graves como bradicardia, flacidez y acidosis metabólica. El autor concluye que la intoxicación por organofosforados en el período neonatal es poco común y que, ante la falta de guías de manejo, el tratamiento debe ser individualizado y multidisciplinario, considerando cuidadosamente los riesgos y beneficios de cada intervención (23).

La investigación realizada en el año 2022 por Alcívar S y Murillo A, titulada *"Intoxicación por inhibidores de colinesterasa y su efecto en la salud de agricultores"*, cuyo objetivo fundamental fue analizar los efectos de la intoxicación por inhibidores de colinesterasa en la salud de los agricultores, muestra que el factor de riesgo predominante fue el no uso de equipo de protección personal, con un porcentaje que osciló entre el 80 % y el 85,7 %. El autor concluye que la implementación de estrategias de prevención, como las capacitaciones sobre el uso correcto de plaguicidas, es clave para reducir el riesgo de intoxicación y sus consecuencias en la salud (24).

1.2. FUNDAMENTACION TEORICA

1.2.1. PLAGUICIDAS

Los plaguicidas son sustancias químicas o biológicas diseñadas para prevenir, destruir o controlar plagas que afectan a la agricultura, la salud pública o los recursos naturales.

Estas plagas incluyen insectos, hongos, bacterias, malezas, roedores y otras especies indeseadas que comprometen la productividad de los cultivos. Aunque los plaguicidas son fundamentales en la agricultura para mejorar los rendimientos de los cultivos, su uso excesivo y a veces inapropiado plantea riesgos significativos tanto para los ecosistemas como para las personas expuestas (25).

Desde tiempos antiguos, civilizaciones como los egipcios y romanos usaban productos naturales como el azufre, el mercurio, compuestos de arsénico y flores de piretro para proteger sus cultivos. Sin embargo, el desarrollo de los plaguicidas modernos comenzó en la década 1920 con la aparición de compuestos sintéticos. El primer gran avance fue el descubrimiento (deldicloro-difenil-tricloroetano) DDT en la década de 1940 por el químico suizo Paul Hermann Müller, que se utilizó ampliamente en la Segunda Guerra Mundial para combatir enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria y tifus. A partir de ese momento, surgieron otros tipos de plaguicidas, como los organofosforados y los carbamatos, lo que permitió a los agricultores controlar de manera más efectiva una amplia gama de plagas. No obstante, a mediados del siglo XX, comenzaron a surgir preocupaciones sobre los efectos ambientales y la toxicidad de estos compuestos, lo que llevó a la creación de regulaciones más estrictas (26).

1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS

Existen diversas formas de clasificar los plaguicidas:

- Dependencia de su composición química se clasifican en: Organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, entre otros
- Dependencia del organismo a controlar se clasifica en: fungicidas insecticidas, mosquicidas, rodenticidas.
- Dependencia de su toxicidad se clasifica en: Ia (sumamente peligrosa), Ib (muy peligrosa), II (moderadamente peligrosa) III (poco peligrosa), IV no presentan peligro
- Dependiendo de su formulación se clasifica en: solida, liquida y gaseosa
- Dependencia de su persistencia en el ambiente se clasifica en: no persistentes, moderadamente persistentes, persistentes y permanente.

1.2.3. ORGANOFOSFORADOS

Los organofosforados son compuestos derivados del ácido fosfórico que se caracterizan por inhibir enzimas esterásicas, especialmente la acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas. Esto provoca la acumulación de acetilcolina y altera la transmisión de los impulsos nerviosos. Debido a su naturaleza liposoluble y volátil, estos compuestos son fácilmente absorbidos por el organismo. Su toxicidad varía y los efectos dependen del grado de toxicidad y la vía de exposición. La intoxicación con organofosforados causa el síndrome colinérgico, que se manifiesta con alteraciones en el estado de conciencia, debilidad muscular y secreciones excesivas. El tratamiento rápido es fundamental para evitar complicaciones graves o incluso la muerte (27).

1.2.3.1. Mecanismo de acción de los organofosforados

La acetilcolinesterasa actúa en las sinapsis nerviosas para descomponer la acetilcolina, que es liberada por las neuronas para transmitir impulsos a los músculos. Cuando un plaguicida organofosforado inhibe la colinesterasa, la acetilcolina no se descompone, lo que resulta en una estimulación continua de los músculos y los nervios

El mecanismo de acción de los organofosforados comienza cuando estos compuestos ingresan al organismo por inhalación, ingestión, o a través de la piel y mucosas. Una vez dentro, inhiben irreversiblemente la acetilcolinesterasa, una enzima que normalmente desactiva la acetilcolina en el sistema nervioso. Esto provoca una acumulación excesiva de acetilcolina, generando una sobreestimulación del sistema nervioso central y periférico. Como consecuencia, se desarrolla una actividad colinérgica excesiva que da lugar a los síntomas característicos de la intoxicación por organofosforados, o síndrome colinérgico (28).

Tras su absorción y distribución, los organofosforados tienen una vida media corta en el plasma y se distribuyen ampliamente en los tejidos del cuerpo. Son metabolizados principalmente en el hígado por diversas enzimas, como esterasas y transferasas. Estas reacciones químicas incrementan la solubilidad en agua de los compuestos, facilitando su eliminación a través de los riñones (28).

1.2.3.2. Enfermedades por exposición a los organofosforados

En cuanto a la exposición por aerosol, los síntomas más comunes incluyen afecciones respiratorias y oculares. Por otro lado, la exposición dérmica se presenta como sudoración excesiva y fasciculaciones musculares. Las manifestaciones clínicas de la intoxicación se deben principalmente a la hiperestimulación de los receptores nicotínicos y muscarínicos tanto a nivel central como periférico (29).

La estimulación de los receptores muscarínicos provoca una serie de síntomas, tales como defecación involuntaria, micción, miosis (contracción pupilar), bradicardia, broncorrea (exceso de secreción en los pulmones), broncoespasmo, emesis (vómitos) y salivación excesiva (29).

En cuanto a los efectos nicotínicos, estos afectan principalmente al sistema cardiovascular, donde pueden provocar taquicardia, palidez e hipertensión arterial. Además, se observan fasciculaciones en párpados y músculos faciales. A nivel muscular, los efectos incluyen calambres, mialgias (dolor muscular), debilidad, parálisis flácida y temblores. También se puede presentar hiperglicemia (aumento de la glucosa en sangre). A nivel del sistema nervioso central (SNC), se pueden presentar síntomas como somnolencia, confusión, cefalea, ansiedad, alteraciones en el estado de conciencia, ataxia (descoordinación), depresión respiratoria y convulsiones (15). Los efectos derivados de la estimulación de los receptores nicotínicos suelen manifestarse en intoxicaciones más graves. La combinación de estas manifestaciones clínicas puede dificultar el diagnóstico (29).

Los efectos sobre el sistema nervioso central en casos de intoxicación aguda pueden ser inespecíficos, tales como cefalea, mareo, ataxia, convulsiones, ansiedad, confusión, temblores, disartria (dificultad para articular palabras), estado de coma y depresión del centro respiratorio. En los casos de intoxicación severa, debido a la parálisis de los músculos intercostales y del diafragma, puede ocurrir un paro respiratorio, lo que requiere, en muchos casos, la intervención de ventilación mecánica para salvar la vida del paciente (29).

1.2.3.3. Métodos de cuantificación de colinesterasa

MÉTODO ELLMAN

El método de Ellman es una técnica cuantitativa y colorimétrica rápida utilizada para medir la actividad de las colinesterasas (CE) y la butirilcolinesterasa (CP), expresadas en unidades por litro (U/L). Se basa en la medición de la producción de tiocolina generada por la hidrólisis de las colinesterasas, donde una mayor actividad enzimática produce más tiocolina (3).

Para medir la CP, el método usa butiriltiocolina como sustrato. Cuando la enzima está activa, degrada la butiriltiocolina en tiocolina y butirato, y la tiocolina reacciona con el reactivo de Ellman, generando un producto amarillo que se cuantifica espectrofotométricamente a 412 nm (3).

En el caso de la CE, después de separar los glóbulos rojos de la muestra sanguínea, se utiliza el sustrato acetiltiocolina. La enzima hidroliza este sustrato en acetato y tiocolina, y la tiocolina sigue el mismo proceso de reacción para generar el producto de color amarillo, permitiendo medir la actividad de la CE. Este método es ampliamente utilizado por su precisión y rapidez en la determinación de la actividad enzimática (3).

MÉTODO MICHEL

El método de Michel es una técnica cuantitativa y electrométrica utilizada para medir la actividad de las colinesterasas eritrocitaria y plasmática (CE y CP) mediante un potenciómetro. Este método se basa en la medición del cambio de pH que ocurre cuando la enzima colinesterasa reacciona con un sustrato de acetilcolina en una solución tampón estándar. La acción de la enzima genera ácido, lo que provoca una disminución del pH en la solución. El cambio de pH es registrado y se expresa como deltas de pH por hora (Δ pH/hora), indicando la actividad enzimática. Este método es útil para obtener una valoración precisa de la actividad colinesterásica, siendo una alternativa al método de Ellman (3).

1.2.3.4. Métodos de aplicación de los organofosforados

Aplicación Foliar

La aplicación foliar es una técnica agrícola que consiste en rociar soluciones de nutrientes directamente sobre las hojas de las plantas. Esta práctica se utiliza para proporcionar micronutrientes esenciales que pueden ser deficientes en el suelo o para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos (30).

Beneficios de la Aplicación Foliar

- **Absorción Rápida:** Los nutrientes aplicados foliarmente pueden ser absorbidos rápidamente por las hojas, lo que permite a las plantas reaccionar con rapidez a las deficiencias nutricionales.
- **Dosis Reducidas:** Las dosis requeridas para la fertilización foliar son significativamente menores que las necesarias para la fertilización del suelo, ya que las hojas tienen una capacidad de absorción eficiente, aunque menor que las raíces.

Desventajas de la Aplicación Foliar

- **Efecto Residual Limitado:** Los efectos de la aplicación foliar suelen ser temporales, especialmente en cultivos anuales. Los micronutrientes no móviles, como el boro, pueden requerir múltiples aplicaciones.
- **Acumulación en Suelo:** En cultivos perennes, el uso frecuente de fertilización foliar puede llevar a la acumulación de nutrientes en el suelo, lo que podría reducir la necesidad de aplicaciones futuras (30).

Aplicación Drench

La aplicación drench es una técnica empleada en agricultura y jardinería que consiste en verter una solución líquida, que puede ser un pesticida, fungicida o fertilizante, directamente en el suelo o alrededor de la base de las plantas. Este método es eficaz

para asegurar que los productos lleguen a las raíces, donde las plantas pueden absorberlos de manera óptima. La aplicación puede realizarse manualmente o utilizando equipos como regaderas, mochilas de pulverización o sistemas de riego por goteo, permitiendo una cobertura precisa y controlada (31).

Una de las principales ventajas de la aplicación drench es la eficiencia en la absorción de nutrientes y tratamientos. Al aplicarse directamente en el suelo, se minimizan las pérdidas por evaporación, lo que maximiza la cantidad de producto que las plantas pueden absorber. Además, este método permite un control más efectivo de plagas y enfermedades del suelo, ya que los pesticidas actúan directamente en el área donde se encuentran las plagas. La personalización de los tratamientos es otra ventaja significativa, ya que los agricultores pueden ajustar la concentración y cantidad de producto según las necesidades específicas de las plantas y las condiciones del suelo (31).

1.2.3.5. Equipo de protección personal (EPP) para la aplicación de pesticidas

Overoles o Trajes de Protección: Deben ser de materiales resistentes a productos químicos, como polipropileno o tela tratada con repelentes. Los trajes deben cubrir todo el cuerpo para evitar el contacto directo con la piel.
Guantes: Usar guantes de goma, neopreno o butilo, dependiendo del tipo de pesticida. Los guantes deben ser largos para cubrir las muñecas y parte del antebrazo.
Botas de Seguridad: Las botas deben ser impermeables y con suela antideslizante. Se recomienda que sean de material resistente a productos químicos.
Mascarillas o Respiradores: Utilizar mascarillas con filtros adecuados para productos químicos o respiradores de aire forzado, dependiendo de la concentración de pesticidas en el aire y el tipo de sustancia utilizada.
Gafas de Seguridad: Deben ser de plástico resistente y ajustadas a la cara para proteger contra salpicaduras y vapores. También se pueden usar caretas o pantallas faciales si el riesgo de salpicaduras es alto.
Gorros o Casco: En situaciones donde se trabaja al aire libre y bajo la exposición directa al sol, es recomendable usar un sombrero de ala ancha o un casco que ofrezca protección contra la radiación UV (32).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

Evaluar niveles de colinesterasa en agricultores expuestos a organofosforados de la parroquia Santa Rosa, cantón Ambato

1.3.2. ESPECÍFICOS

1) Describir los factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a los plaguicidas de una asociación fresicola.

2) Determinar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores mediante el método colorimétrico Ellman.

3) Comparar la relación existente entre los niveles de colinesterasa sérica y factores asociados.

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

2.1.1. MATERIALES PARA LA EXTRACCIÓN SANGUÍNEA

- Agujas Vacutainer
- Capsulas para Vacutainer
- Torniquete
- Guantes
- Mandil
- Tubos sin anticoagulante
- Recipientes para desechos comunes e infecciosos
- Gradillas de plástico
- Cooler para transporte de muestra
- Curitas redondos
- Alcohol en sobre 70%

2.1.2. HUMANOS

- Autor del trabajo de investigación: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna
- Tutor del trabajo de investigación: Bq. F. Mg. Víctor Hernán Guangasig Toapanta
- Población total: 53 agricultores entre los 18 a 65 años de la parroquia Santa Rosa cantón Ambato.

2.1.3. INSTITUCIONALES

- Laboratorio Clínico y Bacteriología UTA-LABB- Campus Ingahurco
- Laboratorio de docencia de la FCS - Campus Querochaca

2.2. REACTIVOS

- Colinesterasa (Química Clínica Aplicada S.A).

2.3. EQUIPOS

- Centrifuga
- CHEM-7 de la Marca Erba Diagnostics Mannhein (espectrofotometría)

2.4. MÉTODOS

2.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación "***DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO***", sigue un diseño transversal, dado que se llevará a cabo una única medición de los niveles de colinesterasa sérica en los agricultores participantes. Este estudio es de tipo descriptivo, ya que, describe la magnitud del problema (niveles de colinesterasa en relación con la exposición a pesticidas), sin compararlo con otras poblaciones. Además, es observacional, puesto que no se intervendrá ni se alterará la variable de exposición a organofosforados en los sujetos. También es prolectivo, pues la investigación iniciará puesto con la recolección de datos para su posterior análisis.

2.4.2. ENFOQUE DE LA INVESIGACIÓN

Este estudio tiene un enfoque mixto. En su parte cuantitativa, se midieron los niveles de colinesterasa sérica en muestras de sangre de los agricultores expuestos a organofosforados. Además, se aplicaron encuestas para recolectar información sobre las condiciones laborales y los niveles de exposición a pesticidas. El enfoque cualitativo incluye la recolección de datos sobre los hábitos de trabajo y las prácticas agrícolas relacionadas con la manipulación de pesticidas. El objetivo principal es determinar la relación entre la disminución de la actividad de colinesterasa y la exposición a organofosforados en esta población específica.

2.4.3. MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION

Es un estudio observacional, ya que no se realizaron modificaciones sobre las variables. Toda la información relevante fue obtenida mediante encuestas validadas, lo que facilitó la recolección de datos necesarios para identificar a los agricultores expuestos a organofosforados. Posteriormente, se determinaron los niveles de colinesterasa sérica mediante espectrofotometría en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato Campus Querochaca e Ingahurco.

Además, la información utilizada en esta investigación fue extraídas de bases científicas documentales como PubMed, Web of Science, Scopus, Scielo y Google Académico, a partir de artículos publicados en revistas de alto impacto, así como de investigaciones previas y libros tanto físicos como digitales. Esto permitió desarrollar el estudio con información confiable y actualizada sobre los efectos de los organofosforados en la salud de los agricultores.

2.4.4. SELECCIÓN DEL AREA O AMBITO DE ESTUDIO

Campo

Salud y Bienestar humana

Área

Bioquímica Clínica

Aspecto

Relación entre los niveles de colinesterasa sérica y la exposición a organofosforados en agricultores de la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato.

Delimitación Temporal

La investigación se realizó en el periodo académico de la Universidad Técnica de Ambato dentro del plazo septiembre 2024 a febrero del 2025.

Delimitación Espacial

La investigación se centró en agricultores de la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato, con edades comprendidas entre 18 y 65 años, quienes estuvieron expuestos a organofosforados durante sus actividades agrícolas. Los participantes fueron seleccionados con base en la intensidad y duración de la exposición a estos pesticidas, para así determinar posibles alteraciones en los niveles de colinesterasa sérica en esta población específica.

2.4.5. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tras la explicación detallada de los procedimientos y la metodología a utilizar, cada agricultor aceptó voluntariamente participar en la investigación al firmar el consentimiento informado. Posteriormente, los participantes completaron cuestionarios en formato físico, basados en encuestas diseñadas para evaluar la exposición a pesticidas. Estas encuestas fueron aplicadas en el periodo de septiembre 2024. La encuesta constaba de 15 secciones para evaluar el nivel de exposición a organofosforados. Al concluir las encuestas, se seleccionaron 53 agricultores para el estudio.

2.4.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

Esta investigación contó con una población inicial de 70 agricultores de la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato. Todos los participantes fueron agricultores expuestos a organofosforados en su actividad laboral diaria. Se incluyeron personas de ambos géneros, con edades comprendidas entre 18 y 65 años, quienes estuvieron en contacto con pesticidas durante el último año.

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia para determinar la cantidad de agricultores expuestos a organofosforados que serían incluidos en el estudio. Se consideraron agricultores de la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato, que trabajan en la agricultura y han estado en contacto directo con pesticidas. Después de aplicar la encuesta y verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, la muestra final quedó compuesta por 53 agricultores expuestos a organofosforados.

2.4.7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión

- Agricultores que formen parte del Cantón Ambato parroquia Santa Rosa
- De edad comprendida entre los 18 a 65 años.
- Que utilicen plaguicidas durante el proceso de fumigación durante el último año.

Criterios de exclusión

- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.
- Personas que hayan consumido medicamentos que inhiben la colinesterasa en las últimas 2 semanas.

2.4.8. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PRODECIMIENTOS DE INFORMACIÓN

Este estudio se desarrolló en la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato, donde se solicitó la autorización correspondiente de los agricultores expuestos a organofosforados. Inicialmente, se socializó el contenido del consentimiento informado para asegurar la participación voluntaria de los agricultores en el proyecto de investigación. Una vez obtenido el consentimiento, se aplicaron las encuestas correspondientes para recolectar información sobre la exposición a pesticidas y las características laborales de los participantes. Posteriormente, se realizó la toma de muestras de sangre para la medición de los niveles de colinesterasa sérica.

2.4.9. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO

2.4.9.1. Procedimiento de toma de muestra sanguínea

Una vez que el Comité de Bioética para la Investigación en Seres Humanos de la Universidad Técnica de Ambato aprobó el proyecto, se procedió a socializar la investigación con los agricultores de la parroquia Santa Rosa además se proporcionó información sobre este proyecto

Luego de la socialización, se entregó a cada participante un consentimiento informado para recolección, uso y almacenamiento de muestras biológicas y datos personales, para autorizar la recolección de datos y el uso de una muestra de sangre obtenida mediante punción venosa en un tubo de 5 ml con gel separador, necesaria para el estudio sobre Determinación de colinesterasa sérica en agricultores expuestos a organofosforados en la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato. Asimismo, se les informó que su participación es completamente voluntaria, y que pueden ACEPTAR o NO ACEPTAR formar parte del estudio sin que ello les ocasione inconvenientes.

Se utilizó el equipo de bioseguridad necesario como es uniforme, mandil, mascarilla, gorro y guantes. Todo el material fue preparado y se explicó al participante el procedimiento para la toma de muestra sanguínea, la cual se realizaría mediante punción venosa en un tubo de 5.0 ml sin aditivo. Luego, las muestras fueron llevadas para ser centrifugadas en el laboratorio UTALAB, y el suero obtenido se separó en recipientes tipo eppendorf, los cuales fueron rotulados y conservados a una temperatura de 2 – 8 °C. Finalmente, las muestras de los participantes se trasladaron al laboratorio en el Campus Querochaca para la medición del analito seleccionado, siguiendo los lineamientos técnicos para el manejo de muestras biológicas y químicas.

2.4.9.2. Procedimiento del análisis de la colinesterasa

En el laboratorio, se siguieron los protocolos correspondientes para el manejo de equipos y reactivos. Los sueros almacenados en los recipientes tipo eppendorf fueron analizados mediante espectrofotometría, utilizando el equipo CHEM-7 de la marca Erba Diagnostics Mannheim y reactivos de la marca QCA.

En la colinesterasa, se empleó el método enzimático colorimétrico, el cual se basa en una reacción enzimática entre el analito y una enzima específica, produciendo un cambio de color en la muestra que se detecta espectrofotométricamente.

Reactivos para determinación de colinesterasa

- Reactivo A 5x30 ml tampón cromógeno
- Reactivo B 5x1 ml Sustrato Liofilizado

Determinación cuantitativa de colinesterasa

Preparación del reactivo de trabajo

- Reactivo A: Reactivo listo para su uso
- Reactivo B: Rehidratar el vial de sustrato con 1 ml de agua desionizada

Procedimiento

- Primero llevar el reactivo de trabajo y las muestras a temperatura de trabajo.
- Rotular los tubos y pipetear respectivamente.
-

Tabla 1 Inserto del reactivo de colinesterasa

Temperatura 37° C	Macro mL	Semimicro Ml
Reactivo A	3,00	1,50
Muestra (dil ½ con salina)	0,02	0,01
Reactivo B	0,10	0.05

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Inserto

- Mezclar, transferir a la cubeta de lectura y leer exactamente en 30, 60 y 90 segundos.

Control de calidad

Para garantizar un adecuado control de calidad, se incluyeron controles valorados (niveles normales y elevados), los cuales fueron procesados como muestras al inicio y al final de cada procedimiento.

En el análisis se utilizaron los controles Seriscan Normal, con un valor de referencia de 4049–6223 U/L, y Seriscan Anormal, con un rango de 3760–5640 U/L, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos durante el procedimiento.

Los valores obtenidos fueron los siguientes: para el Seriscan Normal, un resultado de 5125 U/L, y para el Seriscan Anormal, un valor de 4676 U/L.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

3.1.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1

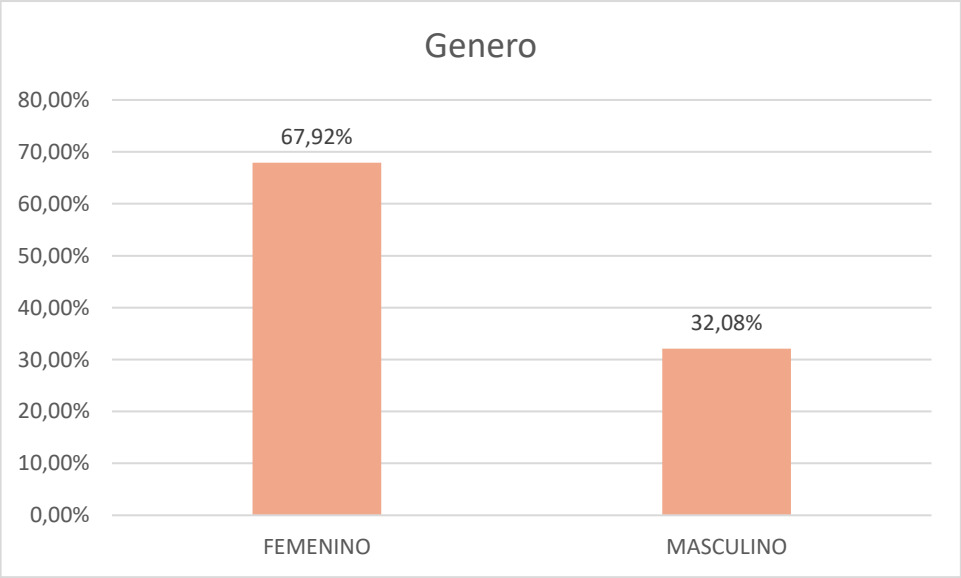
Tabla 2 Datos demográficos según el género

SEXO	F	%
FEMENINO	36	67.92
MASCULINO	17	32.08
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 1 Porcentaje de distribución del género



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

En la gráfica 1 podemos observar que de los 53 agricultores el 32,08% corresponde al género masculino con un total de 17 participantes. Por lo tanto, con un porcentaje más elevado corresponde al género femenino con el 67,92% con una frecuencia de 36 agricultores.

Pregunta 2

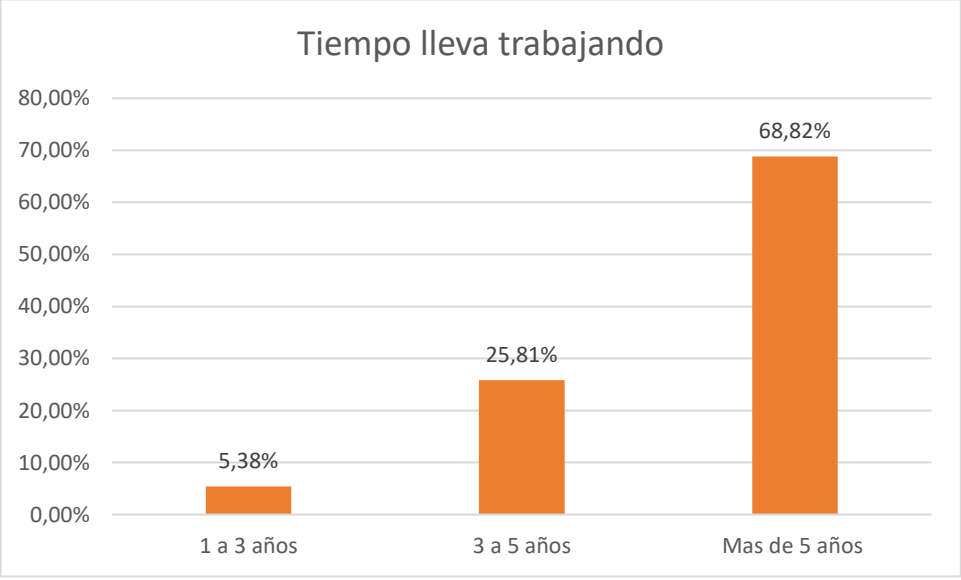
Tabla 3 Cuánto Tiempo Lleva Trabajando Como Agricultor

AÑOS	F	%
Menos de un año	0	0
1 a 3 años	5	5.38
3 a 5 años	16	25.81
Mas de 5 años	32	68.82
Total, general	53	100.00

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 2 Cuánto tiempo lleva trabajando como agricultor



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los resultados del gráfico 2 muestran que la mayoría de la muestra tiene más de 5 años en la categoría medida, representando el 68.82% del total. Un 25,81% tiene entre 3 y 5 años, mientras que solo un 5,38% tiene entre 1 y 3 años. No se observa ningún caso en el grupo de menos de un año (0%). Esto sugiere que la población o muestra analizada está formada principalmente por individuos con una larga experiencia o antigüedad, con una representación mucho menor de personas en los primeros años.

Pregunta 3

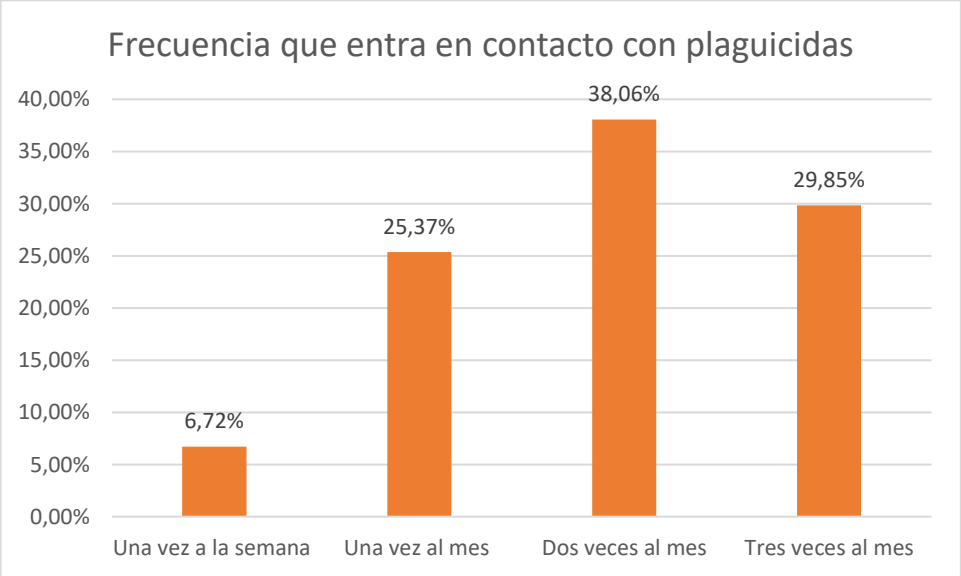
Tabla 4 Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas

RESPUESTA	F	%
Una vez a la semana	9	6.72
Una vez al mes	17	25.37
Dos veces al mes	17	38.06
Tres veces al mes	10	29.85
Total, general	53	100.00

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 3 Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas



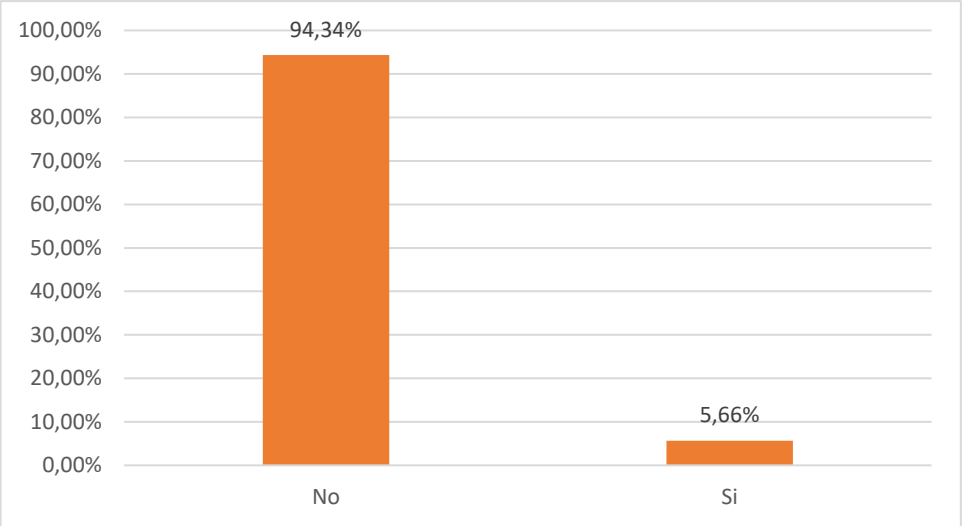
Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

La distribución en el grafico 3 muestra la frecuencia con la que los agricultores están expuestos a plaguicidas. La mayoría de los agricultores se exponen dos veces al mes con un 38.06% de los participantes, y un 29.85% lo experimenta tres veces al mes. Además, un 25.37% lo mencionó como una vez al mes, mientras que solo el 6.72% lo hace una vez a la semana. Estos datos sugieren que la frecuencia más común en la muestra es que se exponen dos o tres veces al mes, mientras que la opción de una vez a la semana es la menos frecuente.

Pregunta 4

Gráfico 4 Conoce el tipo de plaguicida que utiliza en la fumigación



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Tabla 5.- Conoce el tipo de plaguicida que utiliza en la fumigación

PRODUCTO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ninguna	50	94.34
Insecticida, Herbicida	1	1.89
Insecticida, Plaguicidas	1	1.89
Insecticida, Herbicida, Fungicida	1	1.89
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Según el gráfico 5, se observó que el 94.34% de los agricultores encuestados no tiene conocimiento sobre los tipos de plaguicidas que emplean, lo que refleja una falta de capacitación adecuada y aumenta el riesgo de exposición involuntaria a sustancias tóxicas, como los organofosforados. Solo el 5.66% de los encuestados conoce el tipo de plaguicidas que utiliza, tal como se muestra en la tabla 6, que indica el uso combinado de insecticidas, herbicidas y fungicidas. Este uso combinado podría aumentar la exposición a productos químicos.

Pregunta 5

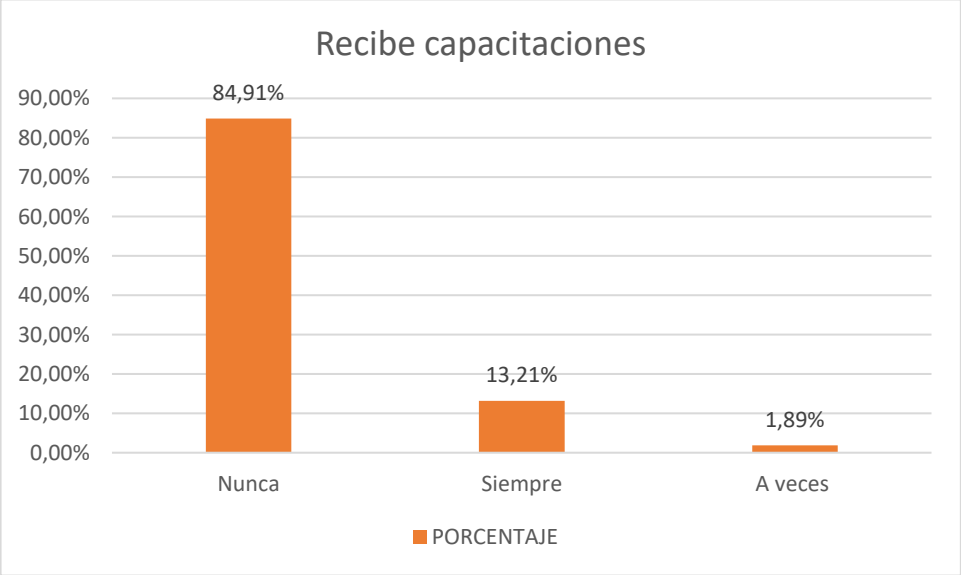
Tabla 6 Frecuencia que recibe capacitaciones sobre el uso de plaguicidas

RESPUESTA	F	%
Nunca	45	84.91
Siempre	7	13.21
A veces	1	1.89
Total general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 5 Frecuencia que recibe capacitaciones sobre el uso de plaguicidas



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

La mayoría de los agricultores (84.91%) indicó que nunca reciben capacitaciones sobre el uso de plaguicidas, lo cual es preocupante considerando los riesgos asociados con el manejo inadecuado de estos productos. Un 13.21% señaló que recibe capacitación "a veces", y apenas un 1.89% indicó que recibe capacitación "siempre". Estos datos reflejan la necesidad de implementar programas educativos regulares y efectivos para reducir la exposición a riesgos y fomentar prácticas seguras en la manipulación de plaguicidas.

Pregunta 6

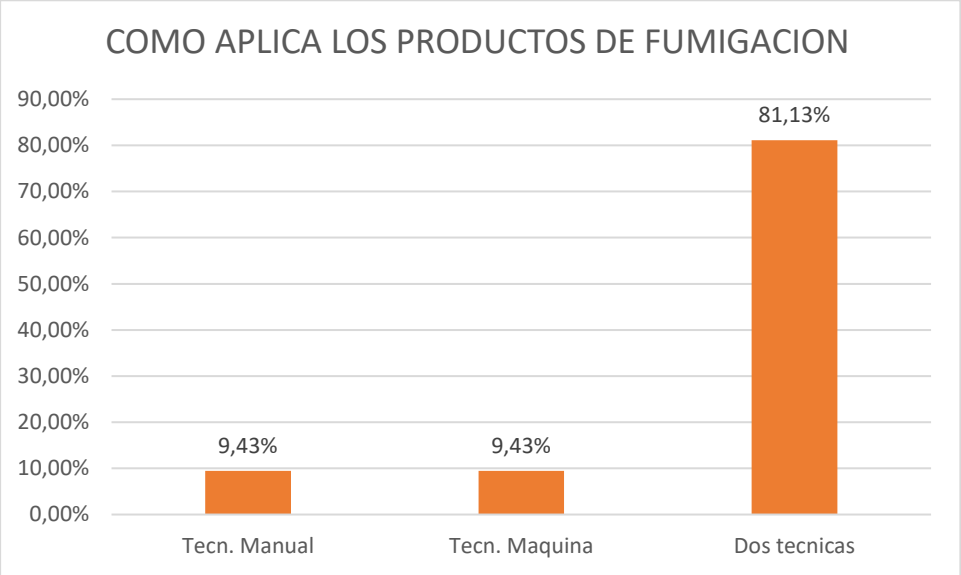
Tabla 7.- Mediante que técnica aplica los plaguicidas

TÉCNICA	Frecuencia	Porcentaje
Tecn. Manual	5	9.43
Tecn. Maquina	5	9.43
Dos técnicas	43	81.13
Total general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 6 Mediante que técnica aplica los plaguicidas



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

La mayoría de los agricultores (81.13%) emplean ambas técnicas de fumigación, es decir, tanto la fumigación manual como la fumigación con máquina. Un 9.43% utiliza exclusivamente la técnica manual, mientras que otro 9.43% usa la técnica de fumigación con máquina. Este predominio del uso combinado de ambas técnicas sugiere que los agricultores están adaptando sus métodos según las necesidades y recursos disponibles, lo que podría implicar una mayor exposición a plaguicidas.

Pregunta 7

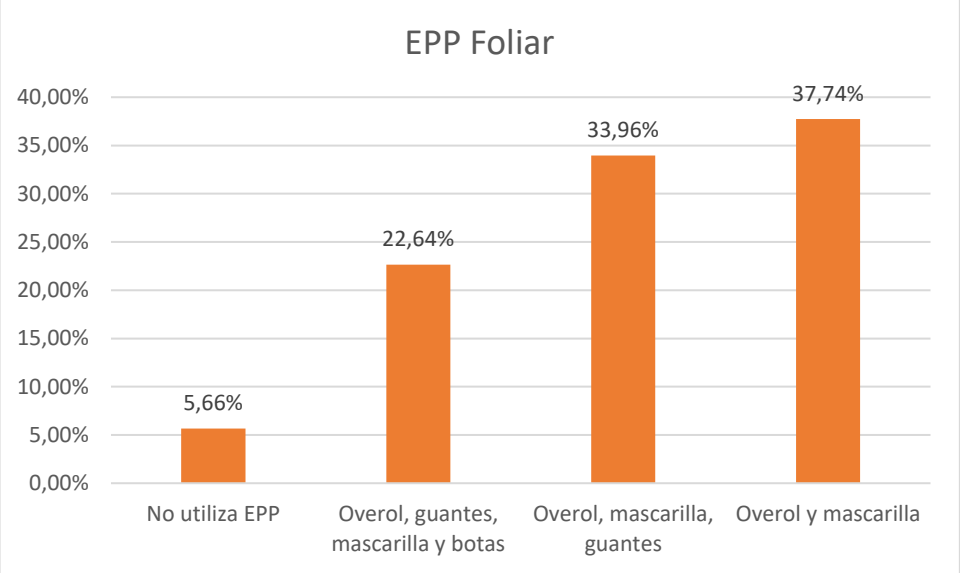
Tabla 8 Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación foliar

RESPUESTA	F	%
No utiliza EPP	3	5.66
Overol, guantes, mascarilla y botas	12	22.64
Overol, mascarilla, guantes	18	33.96
Overol y mascarilla	20	37.74
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 7 Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación foliar



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los resultados muestran que el 37.74% de los agricultores utiliza únicamente overol y mascarilla como equipo de protección personal (EPP) durante la aplicación de plaguicidas, seguido por un 33.96% que incorpora guantes además de estos elementos. Sin embargo, solo el 22.64% emplea el EPP completo (overol, guantes, mascarilla y botas), mientras que el 5.66% no utiliza ninguna protección. Estos datos evidencian una limitada adherencia al uso adecuado de EPP, lo que incrementa el riesgo de exposición a organofosforados, sustancias químicas que pueden alterar significativamente los niveles de colinesterasa sérica y poner en riesgo la salud de los agricultores.

Pregunta 8

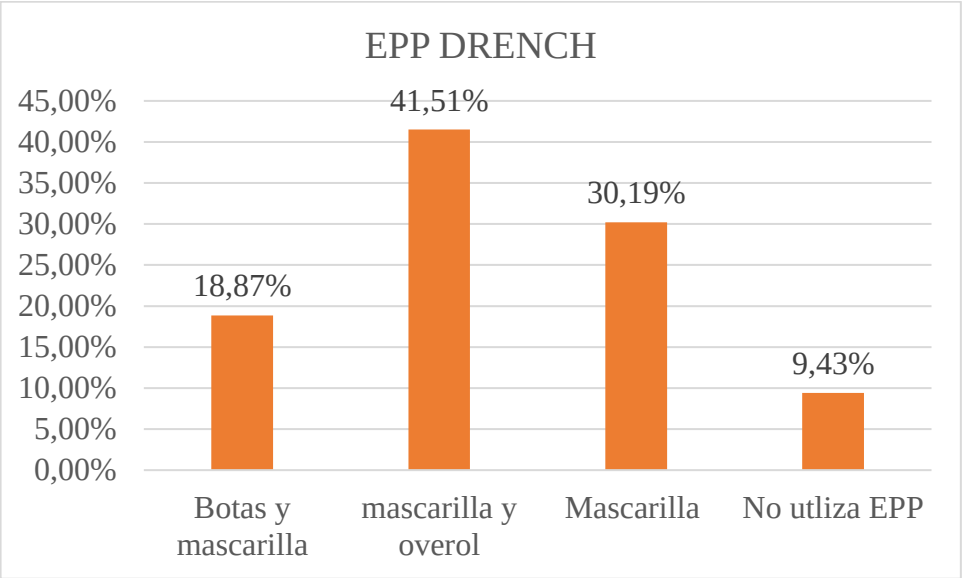
Tabla 9 Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación Drench

EPI	F	%
Botas y mascarilla	10	18.87
mascarilla y overol	22	41.51
Mascarilla	16	30.19
No utiliza EPP	5	9.43
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 8 Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación Drench



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los resultados indican que el 41.51% de los agricultores utiliza mascarilla y overol como equipo de protección personal (EPP), siendo esta la combinación más común, seguida por un 30.19% que utiliza únicamente mascarilla. Solo el 18.87% emplea botas y mascarilla, mientras que el 9.43% no utiliza ningún tipo de EPP. Esto revela una brecha significativa en el uso integral de EPP, lo cual expone a los agricultores a riesgos derivados del contacto directo con organofosforados.

Pregunta 9

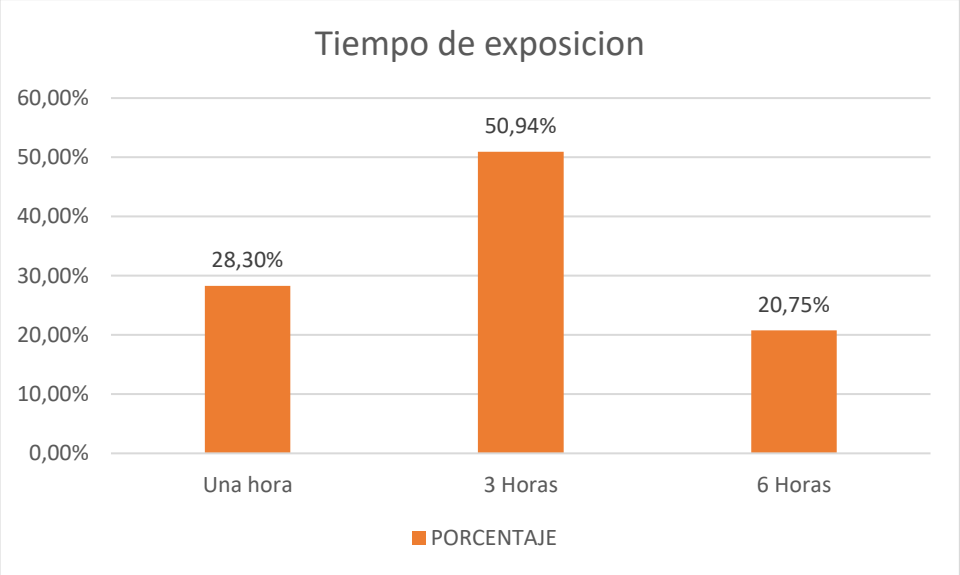
Tabla 10 Cuánto tiempo se demora en aplicar los productos de fumigación

TIEMPO	f	%
Una hora	15	28.30
3 horas	27	50.94
6 horas	11	20.75
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 9 Cuánto tiempo se demora en aplicar los productos de fumigación



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los resultados indican que el 50.94% de los agricultores dedica aproximadamente 3 horas a la aplicación de pesticidas, seguido de un 28.30% que lo realiza en una hora y un 20.75% que tarda 6 horas. Este patrón sugiere que la mayoría de los trabajadores se encuentran expuestos a pesticidas durante periodos prolongados, lo que incrementa el riesgo de absorción de organofosforados. Esto es preocupante, considerando que la duración de la exposición puede influir significativamente en la disminución de los niveles de colinesterasa sérica, reforzando la necesidad de implementar medidas preventivas, como el uso adecuado de EPP y la capacitación sobre prácticas seguras en la aplicación de pesticidas.

Pregunta 11

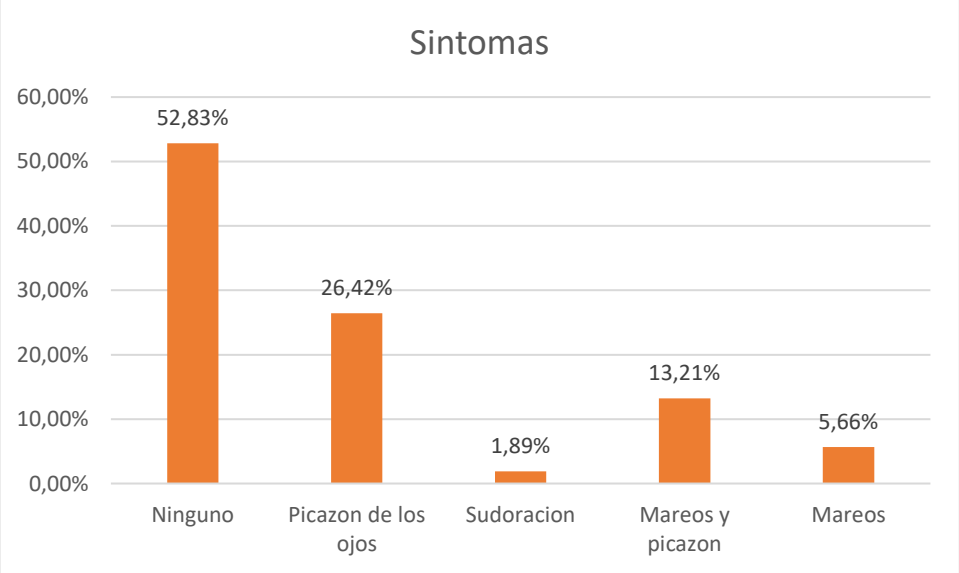
Tabla 11 Ha sentido síntomas después de la fumigación

RESPUESTA	f	%
No	28	52.83
Si	25	47.17
Total, general	**53**	**100.00**

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Gráfico 10 Síntomas después de la fumigación



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Interpretación: Los resultados muestran que el 52.83% de los agricultores no reporta síntomas relacionados con la exposición a pesticidas, mientras que el 26.42% indica picazón en los ojos, el 13.21% refiere mareos y picazón, y el 5.66% menciona mareos. Solo el 1.89% presentó sudoración. Esto resalta que, aunque la mayoría no experimenta síntomas, existe un porcentaje significativo que sí reporta afecciones compatibles con la exposición a organofosforados, particularmente irritación ocular y síntomas neurológicos.

Tabla 12 Síntomas presenta después de la fumigación con respecto a la colinesterasa

RESPUESTA	No presenta síntomas	Mareos	Picazón de ojos	Sudoración	Mareos y picazón	Total
Disminuido	0	2	2	0	1	5
Normal	28	1	12	1	6	48
Total	28	3	14	1	7	53

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los datos muestran la relación entre los síntomas presentados por los agricultores después de la fumigación y los niveles de colinesterasa. De un total de 53 encuestados, la mayoría (48) presentó niveles de colinesterasa normales. Dentro de este grupo, el 52.08% no experimentó síntomas, mientras que otros presentaron síntomas como picazón en los ojos (25%) o mareos (2.08%).

En contraste, el grupo con niveles de colinesterasa disminuidos (5 personas) muestra una mayor prevalencia de síntomas tras la fumigación. De estas 5 personas, 2 experimentaron mareos, 2 presentaron picazón en los ojos, y 1 presentó mareos y picazón.

3.1.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Tabla 13 Pacientes con concentración de colinesterasa Normal y Disminuido

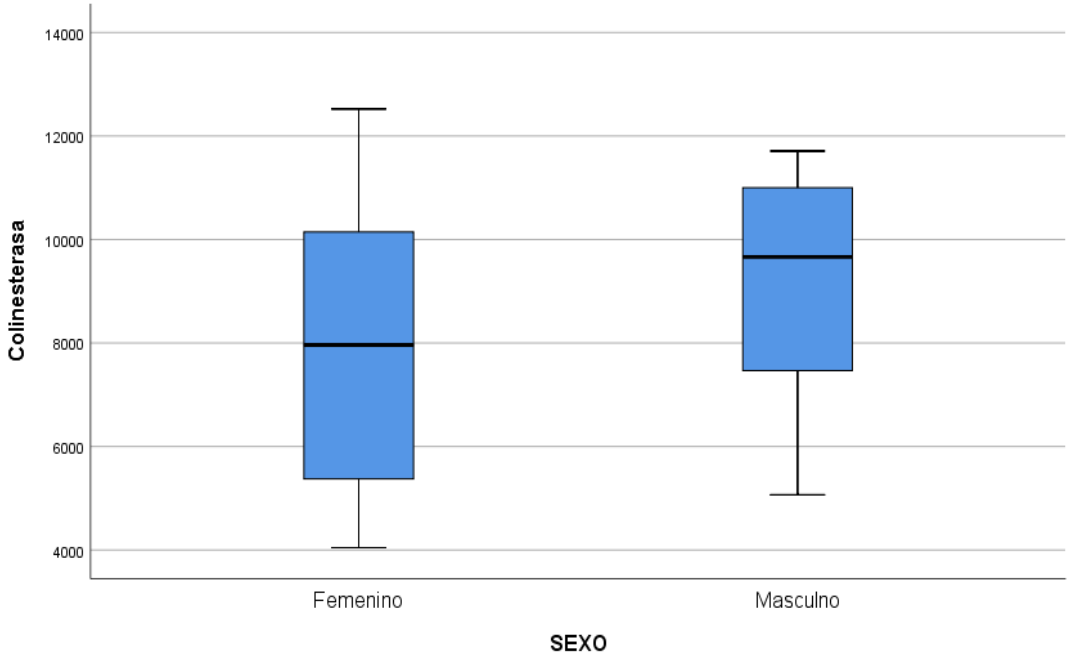
	SEXO		Porcentaje
	Femenino	Masculino	
Disminuido	5	0	9.40%
Normal	31	17	90.60%
Total	36	17	100%

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Dentro de la población estudiada se puedo observar que 5 muestras de sexo femenino se encuentran disminuido siendo esto el 9.4% de la población. Por otro lado, 48 muestras dieron resultados normales para colinesterasa con un 90.60% de la población total.

Gráfico 11 Pacientes con concentración de colinesterasa Normal y Disminuido



Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

Los resultados de la tabla 13 de un total de 53 pacientes en las cuales participaron 36 mujeres, 5 de ellas presentan niveles de colinesterasa disminuidos, lo que podría indicar posibles exposiciones a factores tóxicos, como pesticidas, Sin embargo, la mayoría de las mujeres tienen niveles normales de colinesterasa, dentro de los rangos de referencia. En el caso de los 17 hombres, todos presentan colinesterasa normal, lo que sugiere que no hay indicios de alteraciones en sus niveles en relación con los factores mencionados. Teniendo en cuenta que los valores de referencia varia para Hombres, niños y mujeres > 40 años 3400 (U/L) hasta 13200 (U/L) por otro lado, para

mujeres < 40 AÑOS 4300 hasta 11500 (U/L) definiendo así valores disminuidos y normales.

Tabla 14 Rangos de edad con relación a la colinesterasa

		Edad		
		Joven	Adulto	Adulto mayor
Colinesterasa	Disminuido	0	3	2
	Normal	14	31	3
Total		14	34	5

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

En la tabla 14 podemos evidenciar que la disminución de los niveles de colinesterasa en los grupos de adulto y adulto mayor esto comprende en la edad de 30-59años y 60-65 años correspondientemente esto puede explicarse por varios factores relacionados con los cambios fisiológicos y patológicos propios de estas edades. En los adultos mayores, especialmente en el rango de 60-65 años, es más común la exposición prolongada a tóxicos como pesticidas y herbicidas en la vida laboral, así como el inicio de enfermedades neurodegenerativas en los grupos de mayor edad.

Tabla 15 Colinesterasa y síntomas después de la fumigación

		No presenta síntomas	**Mareos**	**picazón de ojos**	**sudoración**	**Mareos y picazón**	**Total**
Colinesterasa	**Disminuido**	0	2	2	0	1	5
	Normal	28	1	12	1	6	48
Total		28	3	14	1	7	53

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta

En la tabla 15 se observa en las personas con colinesterasa disminuida, los síntomas después de la fumigación son relativamente pocos, con solo 5 personas afectadas. De estas, 2 reportan

mareos, 2 experimentan picazón en los ojos y 1 presenta una combinación de mareos y picazón. No se observan casos de sudoración. Estos resultados sugieren que, aunque la disminución de colinesterasa podría estar asociada con una mayor vulnerabilidad a ciertos efectos tóxicos, en este grupo específico los síntomas tras la fumigación son leves y no tan prevalentes como en las personas con colinesterasa normal.

3.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis planteadas

Hipótesis nula: No existe asociación entre la exposición a organofosforados y los niveles de colinesterasa sérica en agricultores.

Hipótesis alternativa: Existe asociación entre la exposición a organofosforados y los niveles de colinesterasa sérica en agricultores.

Verificación

Para la validación estadística se realizaron pruebas no paramétricas debido a que las dos variables a estudiar son cualitativas, por lo que no se aplicaron pruebas de normalidad ni de homocedasticidad. Dado que las variables involucradas no cumplen con los supuestos requeridos para análisis paramétricos, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar la relación entre la exposición a organofosforados y la disminución de la colinesterasa sérica en los agricultores. La prueba de Chi-cuadrado se aplica para evaluar si existe una relación significativa entre las dos variables cualitativas; un p valor menor a 0,05 indica que existe una asociación entre la exposición a organofosforados y los niveles de colinesterasa disminuida, mientras que un p valor mayor a 0,05 sugiere que no hay relación significativa. En este estudio participaron un total de 53 agricultores, de los cuales 5 presentaron colinesterasa disminuida, lo que representa el 9,4% de la población estudiada.

Tabla 16 Chi- cuadrado. Colinesterasa y Conoce la aplicación de fumigación Drench y Foliar.

Colinesterasa	
Parámetro	**Chi-cuadrado**
Conoce la aplicación de fumigación Drench y Foliar	,001
Síntomas después de la fumigación	,013
Rangos de edad	0,31

Autor: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fuente: Encuesta y resultado de los análisis.

Los resultados de la prueba de Chi-cuadrado evidencian una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de colinesterasa sérica y el conocimiento de la aplicación de fumigación Drench y Foliar, los síntomas que presenta después de la fumigación y los diferentes rangos de edad.

3.3. DISCUSIÓN

El desarrollo de este proyecto responde a la preocupación por los efectos adversos de los plaguicidas organofosforados en la salud de las poblaciones agrícolas. En la parroquia Santa Rosa, del cantón Ambato, la agricultura representa una de las principales actividades económicas, lo que lleva a un uso intensivo de plaguicidas para maximizar la productividad. Sin embargo, esta práctica también incrementa el riesgo de exposición ocupacional a compuestos tóxicos que pueden tener consecuencias graves para la salud humana.

La exposición a plaguicidas organofosforados es una problemática mundial, especialmente en regiones donde las regulaciones sobre su uso son limitadas o poco estrictas. Estas sustancias químicas actúan inhibiendo la actividad de la colinesterasa,

una enzima esencial en la transmisión de impulsos nerviosos, y su acumulación puede provocar efectos agudos y crónicos en el sistema neuromuscular.

Este proyecto se planteó con el objetivo de evaluar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de la parroquia Santa Rosa, como un indicador clave de la exposición a organofosforados. A partir de estos datos, se busca no solo comprender el alcance del problema, sino también sentar las bases para intervenciones preventivas que mejoren las condiciones de salud y seguridad en esta población vulnerable.

En este estudio la población total analizada fue de 53 agricultores por lo cual se dividió en etapas de edad de 18-29 años corresponde a joven con un 26.92%, mientras que en la edad adulta corresponde desde los 30- 59 años con un 65.38%, por otro lado, el adulto mayor corresponde de 60-65 años con un 9.61%. Asimismo, la población se dividió según el género, obteniendo un 67.92% de mujeres y un 32.08% de hombres. Para el análisis correspondiente, se dividió en grupos etarios, donde el 68.82% de los participantes tiene más de 5 años de experiencia laboral en la agricultura, el 25.81% tiene entre 3 y 5 años de experiencia, y solo el 5.38% tiene entre 1 y 3 años de experiencia. Al igual que en la investigación de Marrero Sharim et al., titulada "Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela", se analizaron datos demográficos y ocupacionales que evidenciaron similitudes en las exposiciones y condiciones laborales. En dicho estudio, el 78.9% de los trabajadores eran hombres y el 21.1% mujeres, todos ellos expuestos a plaguicidas, con edades entre 18 y 40 años (7).

Los resultados de esta investigación revelan una disminución en los niveles de colinesterasa sérica en un 9.4% de los agricultores evaluados, mientras que el 90.6% presentó niveles normales. Teniendo en cuenta que los valores de referencia varia para Hombres, niños y mujeres > 40 años 3400 (U/L) hasta 13200 (U/L) por otro lado, para mujeres < 40 años 4300 hasta 11500 (U/L) definiendo así valores disminuidos y normales. Esta proporción es superior a la encontrada por Rodríguez et al. (2023) en agricultores de Boyacá, Colombia, donde el 3.5% de los participantes presentaba valores por debajo del rango biológico de referencia. Las diferencias observadas

pueden estar relacionadas con factores como la intensidad de la exposición, las prácticas laborales y el acceso limitado a medidas de protección personal (19)

En relación con el uso de equipos de protección personal (EPP), los datos obtenidos en este estudio indican una baja adherencia general. El 37.74% de los agricultores utiliza solo overol y mascarilla durante la aplicación foliar, mientras que el 22.64% emplea EPP completo, sin embargo, un 5.66% no utiliza equipo de protección. Por otro lado, durante la ampliación Drench el 41.51% de los agricultores utiliza mascarilla y overol como equipo de protección personal (EPP), siendo esta la combinación más común, seguida por un 30.19% que utiliza únicamente mascarilla. Solo el 18.87% emplea botas y mascarilla, mientras que el 9.43% no utiliza ningún tipo de EPP. Estas cifras son consistentes con los hallazgos de Landini et al. (2019), quienes reportaron que la mayoría de los agricultores en Argentina no utilizan EPP adecuado, incrementando así el riesgo de exposición (11). Además, la investigación realizada por Marrero et al. en Venezuela demostró que una proporción significativa de los trabajadores evaluados presentaba una baja actividad colinesterasa debido a la insuficiente protección frente a plaguicidas organofosforados y carbamatos (7). Una investigación similar realizada por realizada por Bibiana y colaboradores se evidenció que el 37.8% de los agricultores utiliza únicamente ropa de trabajo y un 22.2% no emplea ningún tipo de protección corporal. Además, se reportó que el 11.1% emplea protección respiratoria y para la cabeza, mientras que el 26.7% protege sus manos y un 37.8% usa protección ocular. Además, menciona que el equipo más utilizado es la bomba espalda manual con un 60% a diferencia con nuestro estudio se utilizada las dos técnicas de trabajo como es la manual y a máquina en un 81.13% (33).

La frecuencia de capacitaciones también se identificó como un factor relevante. En este estudio, el 84.91% de los agricultores indicó que nunca recibe capacitaciones sobre el manejo seguro de plaguicidas estos datos obtenidos son preocupante, dado que la falta de educación formal ha sido identificada como un factor de riesgo clave en varios estudios, como el realizado por Alcívar y Murillo, quienes enfatizaron la necesidad de estrategias de formación para reducir el riesgo de intoxicación (24).

Además, este resultado coincide con lo documentado por Landini et al. y Aquino et al, quienes señalaron que la falta de educación en el uso de plaguicidas es un factor contribuyente al aumento del riesgo de exposición y toxicidad (11)(13).

Con respecto a los síntomas reportados tras la fumigación, el 47.17% de los agricultores manifestó experimentar signos compatibles con exposición a plaguicidas, tales como picazón ocular, mareos y sudoración. Por otra parte, en investigaciones relacionadas con los efectos agudos de los plaguicidas organofosforados, como la realizada por Morales Olmedo y Orellana Martínez, se encontró que el 98.8% de los pacientes intoxicados presentaron cuadros agudos, con un predominio de síntomas muscarínicos en un 57.8%, nicotínicos en un 34.9% y síntomas del sistema nervioso central en un 7.2%. Los síntomas muscarínicos más comunes fueron la sialorrea (50.6%), náuseas (43.4%) y vómitos (37.3%). En cuanto a los síntomas nicotínicos, se destacó la taquicardia en un 48.2%. Estos resultados coinciden parcialmente con los hallazgos de este estudio, donde los agricultores con niveles disminuidos de colinesterasa sérica reportaron síntomas como mareos, irritación ocular y sudoración (34).

En cuanto al tiempo de exposición, este estudio reveló que el 50.94% de los agricultores dedica alrededor de tres horas por sesión a la aplicación de pesticidas, mientras que un 20.75% alcanza las seis horas. Esta duración es significativa considerando que estudios previos, como el de Alcívar y Murillo, han demostrado que la exposición prolongada incrementa el riesgo de inhibición enzimática y, por ende, de toxicidad (24).

En lo que respecta a la edad, los niveles disminuidos de colinesterasa fueron más frecuentes en adultos y adultos mayores, específicamente en el grupo de 30-65 años. Esto es consistente con estudios que sugieren que la exposición acumulativa y los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento aumentan la vulnerabilidad a los efectos tóxicos de los organofosforados. Además, los adultos mayores tienden a participar en actividades laborales menos protegidas, lo que incrementa su exposición.

Finalmente, este estudio subraya la importancia de implementar medidas preventivas y educativas en la parroquia Santa Rosa. Los resultados obtenidos no solo evidencian la necesidad de monitorear periódicamente los niveles de colinesterasa sérica, sino también de fortalecer las capacitaciones sobre el manejo seguro de plaguicidas y promover el uso adecuado de EPP. Además, es esencial fomentar políticas de salud ocupacional que incluyan evaluaciones regulares de la exposición a pesticidas.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La evaluación de los niveles de colinesterasa sérica en agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados en la parroquia Santa Rosa permitió identificar alteraciones significativas en la actividad enzimática, confirmando la exposición ocupacional a estos compuestos químicos. Los resultados evidenciaron que un porcentaje considerable de los participantes presentó niveles de colinesterasa por debajo de los rangos normales, lo que indica una inhibición enzimática relacionada con la exposición acumulativa y prácticas inseguras de manejo de plaguicidas. Este hallazgo subraya la importancia de utilizar la colinesterasa sérica como biomarcador esencial para el monitoreo y prevención de riesgos en la salud de los trabajadores agrícolas.

Los factores de riesgo identificados en los agricultores reflejan prácticas inseguras relacionadas con el manejo de plaguicidas. El 68,82% de los participantes tiene más de cinco años de antigüedad laboral, lo que implica una exposición acumulativa significativa a los organofosforados. Además, el 84,91% nunca ha recibido capacitación formal sobre el manejo de plaguicidas, lo que evidencia una brecha crítica en la educación sobre prácticas seguras. Un hallazgo preocupante es que solo el 22,64% utiliza equipo de protección personal (EPP) completo, dejando al 77,36% expuestos a riesgos prevenibles. Asimismo, el 94,34% desconoce los tipos de plaguicidas que emplea, lo cual dificulta la implementación de medidas de seguridad específicas.

Los niveles de colinesterasa sérica evaluados mediante el método colorimétrico mostraron alteraciones en una proporción significativa de los agricultores, evidenciando inhibición enzimática asociada a la exposición a plaguicidas organofosforados. Los valores obtenidos indicaron que 5 trabajadores presentaban

niveles por debajo del rango normal, lo que sugiere un riesgo elevado de efectos tóxicos sobre el sistema nervioso.

El análisis comparativo evidenció una relación directa entre los niveles de colinesterasa sérica y los factores asociados, como la antigüedad laboral, la frecuencia de exposición y el uso de EPP. Agricultores con más de cinco años de experiencia, exposición frecuente (dos o tres veces al mes) y aplicación de plaguicidas durante un promedio de tres horas por sesión mostraron una mayor disminución en los niveles de colinesterasa. De manera específica, aquellos que no utilizaban EPP completo presentaron niveles significativamente más bajos en comparación con quienes empleaban medidas de protección adecuadas. Estos hallazgos coinciden con estudios previos y destacan la importancia de medidas preventivas para mitigar el impacto de los plaguicidas en la salud.

4.2. RECOMENDACIONES

- Implementar programas regulares de monitoreo de colinesterasa sérica en los agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados. Esto permitirá identificar de manera temprana las alteraciones en la actividad enzimática, ofreciendo un mecanismo para prevenir efectos adversos en la salud

- Diseñar e implementar capacitaciones periódicas sobre el manejo seguro de plaguicidas, dirigidas a los agricultores de la parroquia Santa Rosa. Estas deben incluir información sobre los riesgos asociados al uso de plaguicidas, identificación de tipos de agroquímicos, técnicas seguras de aplicación y la importancia del uso correcto del equipo de protección personal (EPP).

- Proveer acceso a EPP de calidad y fomentar su uso integral durante la preparación, manipulación y aplicación de plaguicidas. Además, se deben realizar campañas para sensibilizar sobre los riesgos del contacto directo con estos químicos y la importancia de la protección personal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schaaf AA. Uso de pesticidas y toxicidad: Relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [Internet]. 2013;4(2). Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000200012
2. Estefanía SCI, Mónica MV, Del Pilar DMM, Estefanía SCI, Mónica MV, Del Pilar DMM. Intoxicación por organofosforados [Internet]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100110#:~:text=Los%20efectos%20a%20nivel%20del,y%20depresi%C3%B3n%20del%20centro%20respiratorio.
3. Caro-Gamboa LJ, Forero-Castro M, Dallo-Báez AE. Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados. Ciencia y Tecnología Agropecuaria [Internet]. 2 de julio de 2020;21(3):1-23. Disponible en: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1562
4. Pino Vázquez A, Brezmes Raposo M. Intoxicación por organofosforado. Protoc Diagn Ter Pediatr [Internet]. 2021;1(:793-801.). Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/55_intoxicacion_organofosforados.pdf
5. CAPÍTULO 4 - LOS PLAGUICIDAS, EN CUANTO CONTAMINANTES DEL AGUA [Internet]. Disponible en: https://www.fao.org/4/w2598s/w2598s06.htm
6. Roses O. Investigación de residuos de plaguicidas organoclorados en alimentos de consumo habitual en la Ciudad de Buenos Aires [Internet]. 2000. Disponible en: http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1764
7. Marrero, S., Guevara, H., Eblen, A. & Sequera. 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 [Internet]. 2018;65(1), 45-54. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2018/pt181f.pdf

8. Marrero Sharim, González Soraya, Guevara Harold, Eblen Antonio. Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. Comunidad y Salud [Internet]. 2017; 15(1):30-41.Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932017000100005&lng=es.
9. Cortés BR, Franco ÁLL, López JFS. Valores de colinesterasa plasmática y eritrocitaria con ácido 6-6‘-ditiodinicotínico (DTNA) como indicador. Revista Colombiana de Química [Internet].2017;46(1):13. Disponible en: https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v46n1.62849
10. Jayaraj R, Megha P, Sreedev P. Review Article. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. Interdisciplinary Toxicology [Internet].2016;9(3-4):90-100. Disponible en: https://doi.org/10.1515/intox-2016-0012
11. Landini F, Beramendi M, Vargas GL. Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias argentinas [Internet]. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-810X2019000100022&script=sci_abstract
12. Ángela GP, Eduardo AP, Muñoz-Quezada MT, Boris LM. Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile [Internet]. 2020. Disponible en: https://www.scielosp.org/article/resp/2018.v92/e201803006/
13. Aquino LMC, Medina MDP. Caracterización de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas atendidos en el Hospital Barranca Cajatambo 2008 – 2017. Horizonte Médico (Lima) [Internet]. 8 de junio de 2019;19(2):39-48. Disponible en: https://doi.org/10.24265/horizmed.2019.v19n2.06
14. Esquivel B, Cueto JA, Valdez RD, Pedroza A, Trejo R, Pérez Ó. PRÁCTICAS DE MANEJO y ANÁLISIS DE RIESGO POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO. Revista Internacional de Contaminación Ambiental [Internet]. 1 de febrero de 2019;35(1):25-33. Disponible en: https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.01.02

15. Guerra-Rodríguez N, Sierra-Ramírez E, Jiménez-León J, Rodríguez-Ospina FL. Relación de intencionalidad en pacientes con intoxicaciones agudas por plaguicidas en un hospital de Ibagué-Colombia. Universidad y Salud [Internet]. 31 de agosto de 2020;22(3):223-30. Disponible en: https://doi.org/10.22267/rus.202203.194
16. Sánchez BFR, Fajardo FJU. Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forense. Ciencia Digital [Internet]. 5 de julio de 2023;7(3):38-58. Disponible en: https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2586
17. Cuaspud J, Vargas B. Determinación de Colinesterasa Eritrocitaria en Trabajadores Agrícolas Expuestos a Plaguicidas Organofosforados y Carbamatos. Química Central [Internet]. 4 de agosto de 2017;1(1):71-82. Disponible en: https://doi.org/10.29166/quimica.v1i1.1194
18. Barrientos J,C. Asociación entre la actividad colinesterasa y la exposición a plaguicidas organofosforados en agricultores del distrito de Salas, ica, noviembre 2017 [Internet]. 2018. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/3990
19. Rodríguez-Gil AF, Urbano-Cáceres EX, Ramírez-López LX, Meza-Fandiño DF. Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de San Pablo de Borbur, Boyacá, expuestos a organofosforados. Salud UIS [Internet]. 2 de noviembre de 2022;55(1). Disponible en: https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23012
20. Keyvani S, Shahtaheri SJ. OCCUPATIONAL EXPOSURE TO COMMON TOXICANTS IN WORKPLACEs AND ITS IMPACT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITH EMPHASIS ON MAINTENANCE AND PROMOTION OF WORKERS' HEALTH: a REVIEW. Iran Occupational Health - مجله سلامت کار ایران [Internet]. 10 de marzo de 2023; Disponible en: https://doi.org/10.61186/ioh.20.1.244
21. Arana JED, Ramos HL, Sánchez DP. Síndromes asociados a intoxicación por organofosforados: abordaje médico y fisioterapéutico en cuidado crítico. Revista Ciencias de la Salud [Internet]. 31 de octubre de 2019;17(3):142-54. Disponible en: https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.8371

22. Orias Vásquez M. Intoxicación por organofosforados. Rev.méd.sinerg. [Internet]. 1 de agosto de 2020 [citado 3 de enero de 2025];5(8):e558. Disponible en: https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/558
23. Galíndez-González AL, Ortega-Toro TA, Revelo JPE, Argoti EMS, Del Castillo Calderón JG. Intoxicación inusual por organofosforados: vía transplacentaria. Andes Pediatrica [Internet]. 2 de noviembre de 2021;92(5):760. Disponible en: https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i5.3275
24. Stefani Marcela Alcivar Zambrano, Anita María Murillo Zavala. Intoxicación por inhibidores de colinesterasa y su efecto en la salud de agricultores. FIPCAEC [Internet]. 24 de noviembre de 2022 [citado 14 de septiembre de 2024];7(4):1487-515. Disponible en: https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/695
25. Información básica sobre pesticidas | US EPA [Internet]. US EPA. 2024. Disponible en: https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pesticidas
26. Bedmar F. Una Breve Historia de la Reglamentación de Pesticidas. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Mar del Plata [Internet]. 2011 [citado el 8 de octubre de 2024];21(122). Disponible en: https://www.cdpr.ca.gov/docs/pressrls/dprguide/spanish/historical_timeline_sp.pdf
27. Díaz, O., & Aguilar, C. C. R. B.. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 2018;6(2):14-30. Disponible en: http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index
28. Espitia JAR, Navarro ML. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición [Internet]. Dialnet. 2001. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7444567
29. Saborío Cervantes Ishtar Estefanía, Mora Valverde Mónica, Durán Monge María del Pilar. Intoxicación por organofosforados. Med. leg. Costa Rica [Internet]. 2019 Mar [cited 2025 Jan 04] ; 36(1): 110-117. Available

from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100110&lng=en.

30. Ricardo M. Aplicación Foliar de Micronutrientes [Internet]. Researchgate.net. 2018 [citado el 8 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Melgar/publication/266041063_Aplicacion_Foliar_de_Micronutrientes/links/5b586082a6fdccf0b2f3af1c/Aplicacion-Foliar-de-Micronutrientes.pdf
31. Youssef SM, El-Serafy RS, Ghanem KZ, Elhakem A, Aal AAA. Foliar Spray or Soil Drench: Microalgae Application Impacts on Soil Microbiology, Morpho-Physiological and Biochemical Responses, Oil and Fatty Acid Profiles of Chia Plants under Alkaline Stress. Biology [Internet]. 17 de diciembre de 2022;11(12):1844. Disponible en: https://doi.org/10.3390/biology11121844
32. America CL. Equipo de Protección Personal (EPP) para la aplicación de agroquímicos - CropLife Latin America [Internet]. Croplifela.org. 2023. Disponible en: https://croplifela.org/es/actualidad/equipo-de-proteccion-personal-epp-para-la-aplicacion-de-agroquimicos
33. Bibiana M. Toro-Osorio AER-R y. JAD-Z. Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia. Rev Salud Pública [Internet]. el 17 de febrero de 2017 [citado el 3 de enero de 2025];19(3):318–24. Disponible en: https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2017.v19n3/318-324
34. Morales Olmedo EF, Orellana Martínez AF. Perfil epidemiológico y clínico de la intoxicación por órganos fosforados en el Hospital José Carrasco Arteaga, periodo 2014-2018. Cuenca 2019. [Internet]. [Cuenca]; 2019 [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33576
35. Salud S. Revista de la Universidad Industrial de [Internet]. Redalyc.org. [citado el 3 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/3438/343839278006.pdf
36. Marrero S, González S, Guevara H, Eblen A. Evaluación de la exposición a órganofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. Salud Comunidad [Internet]. 2017 [citado el 3 de diciembre de 2024];15(1):30–41. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932017000100005

ANEXOS

Anexo 1 Encuesta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

ENCUESTA

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES QUE PARTICIPAN EN EL PROYECTO DE INVESTIGACION CON EL TEMA "DETERMINACION DE COLINESTERASA SERICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A ORGANOFOSFORADOS DE LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTON AMBATO

Edad:.....

Seleccione con una X la respuesta que le sea conveniente.

1. **Sexo**

- ☐ Masculino
- ☐ Femenino

2. **¿Cuánto tiempo lleva trabajando como agricultor?**

- ☐ Menos de 1 año
- ☐ 1 a 3 años
- ☐ Más de 3 años

3. **¿Qué tipo de cultivos maneja?**

- ☐ Vegetales
- ☐ Frutas

4. **¿Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas?**

- ☐ Una vez a la semana
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Dos veces al mes
- ☐ De una a tres veces al mes

5. **¿Conoce que tipo de plaguicidas utiliza?**

- ☐ No
- ☐ Si

6. **Si respuesta es SI seleccione cuál de ellas:**

- ☐ Insecticidas
- ☐ Herbicidas
- ☐ Fungicidas
- ☐ Fertilizantes o desinfectantes

7. **¿Con que frecuencia recibe capacitaciones sobre el uso de los plaguicidas?**

- ☐ Siempre
- ☐ A veces
- ☐ Nunca

8. **Conoce la aplicación de fumigación a Drench**
- ☐ Si
- ☐ No

9. **Conoce la aplicación de fumigación Foliar**
- ☐ Si
- ☐ No

10. **¿Cómo aplica los productos de fumigación?**

- ☐ Técnica de fumigación Manual
- ☐ Técnica de Fumigación con maquina

11. **Escoja ¿Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación con maquina (Foliar)?**

- ☐ Overol
- ☐ Guantes
- ☐ Únicamente tapabocas
- ☐ Botas
- ☐ No usa protección

12. **Escoja ¿Qué equipo de protección personal utiliza para la fumigación manual (Drench)?**

- ☐ Overol
- ☐ Guantes
- ☐ Únicamente tapabocas
- ☐ Botas
- ☐ No usa protección

13. **¿Qué tiempo se demora en aplicar los productos de fumigación?**

- ☐ Una hora
- ☐ 3 horas
- ☐ 6 horas

14. **Después de realizar sus tareas de fumigación, ¿ha notado algunos síntomas?**
- ☐ Si
- ☐ No

15. Si su respuesta es SI señale los síntomas.

- ☐ Mareos
- ☐ Visión borrosa
- ☐ Lagrimeo o picazón en los ojos
- ☐ Dificultades respiratorias
- ☐ Sudoración
- ☐ Ninguno de los anteriores

16. ¿Se ha realizado el examen de colinesterasa en los últimos 6 meses?

- ☐ Si
- ☐ No

17. ¿Se ha realizado el examen de colinesterasa después de cada fumigación?

- ☐ Si
- ☐ No

Gracias por su colaboración

Validado por:

Bqf.Mg. Ana Pacha	**Ing.Mg. Victoria Cevallos**	**Mg.Lcda. Gabriela Valenzuela**

Anexo 2 Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

A) Hoja de información:
Título del estudio:
Determinación de colinesterasa sérica en agricultores expuestos a organofosforados de la parroquia Santa Rosa cantón Ambato.
Nombre: Toalombo Caisa Jennifer Johanna
Dirección: Ambato, Santa Rosa
Celular: 0993646587

Le estamos pidiendo que autorice la recolección y uso y uso de muestras sanguíneas en 60 pacientes durante la realización del estudio de investigación.

Su participación es completamente voluntaria; puede aceptar participar en el estudio principal y no en esta sección, sin que ello le provoque inconveniente alguno en su atención en salud.

Lea toda la información que se le ofrece en este documento y haga todas las preguntas que necesite al investigador que se lo está explicando, antes de tomar una decisión. También lo alentamos a consultarlo con su familia, amigos y médicos de cabecera.

1) ¿Por qué se realiza este estudio?
   El propósito de esta investigación es brindar a las personas una prevención temprana sobre el uso de los organofosforados.
2) ¿Qué pasará si participo de esta parte del proyecto de investigación, luego de que firme este Consentimiento Informado?:
   2.1. Le sacaremos 3 ml de sangre en una sola oportunidad a través de la punción de una vena del brazo.
   2.2. Se le realizará una encuesta, a los agricultores de la parroquia Santa Rosa para recabar información de los factores de riesgo implicados en el tema de estudio.
3) ¿Qué riesgos podría tener si participo?
   Los riesgos asociados con la toma de muestras de sangre de su brazo son el dolor momentáneo y la posibilidad de un hematoma (moretón) y, en raros casos infección, en la zona de la extracción.
   (Completar con riesgos de algún otro procedimiento a realizar).
   También hay algún riesgo potencial para su privacidad, a pesar de que se tomarán todas las medidas necesarias para mantener la privacidad de su identidad y la confidencialidad de sus datos personales.
4) ¿Cuánto tiempo me tomará participar en esta parte del estudio?
   Está previsto que su participación dure 30 minutos.
5) ¿Tendré beneficios por participar?
   Sí, durante el procedimiento se le tratará con la atención adecuada para que se sientan cómodas todas las personas durante todo el proceso de extracción sanguínea de la investigación.
6) ¿Me darán información sobre los resultados del estudio, luego de su finalización?
   Todos los resultados obtenidos en la investigación serán entregados a cado uno de las personas.
7) ¿Qué gastos tendré si participo del estudio?
   Ud. no tendrá gasto alguno relacionado a los procedimientos y materiales necesarios para esta investigación. Se cubrirán los gastos médicos siempre y cuando sufra algún daño o lesión relacionada con la investigación. No se cubrirán estudios ni medicamentos que no estén relacionados con el estudio.
8) ¿Qué pasará si sufro algún evento adverso mientras participo en el estudio?

Si durante el transcurso del mismo usted sufre un daño físico, una lesión o una consecuencia en su salud relacionada a los procedimientos del mismo, se le proveerá toda la asistencia médica inmediata llevandole al centro de salud más cercano..

9) ¿Puedo dejar de participar en cualquier momento, aún luego de haber aceptado?
Usted es libre de retirar su consentimiento para participar en esta parte de la investigación en cualquier momento sin que esto lo perjudique en su atención médica posterior; simplemente deberá notificar al investigador de su decisión (oralmente o por escrito: especificar).
Luego de que retire su consentimiento no se podrá obtener datos sobre Ud. y su salud (si es necesario solicitar consentimiento para un seguimiento, especificar), pero toda la información obtenida con anterioridad sí será utilizada.

10) ¿Puedo retirar mi consentimiento para la utilización de muestras biológicas, aún luego de haber aceptado? (sólo si aplica, caso contrario poner No aplica)
Si Ud. ha dado su autorización para almacenar sus muestras biológicas (tejido/células/sangre) para estudios a realizarse en el futuro, puede cambiar de opinión en cualquier momento. Debe notificar al médico del estudio (en forma oral/ por escrito) sobre su decisión.

11) ¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos / muestra
Coloque lo que corresponda según el tipo de muestra/dato, revise normativa de protección de datos en investigación en seres humanos

11.1. Sus muestras o datos estarán identificadas, o sea que tendrán su nombre, su número de cedula o cualquier otro dato que lo identifique.

11.2. Sus muestras o datos estarán codificadas, o sea tendrán un código que hace que Ud. permanezca anónimo. (Ejemplo Jennifer Johanna Toalombo Caisa - Código: JJTC01).

11.3. Sus muestras/datos estarán disociadas/os o anonimizadas/os: se rompe la relación entre el código y su identidad y ya no es posible relacionarlo con la muestra.

11.4. Sus muestras/datos serán anónimas/os: no se registrará ningún dato que lo identifique.

12. ¿Cómo, dónde y por cuánto tiempo se almacenarán mis datos/ muestras? ¿Cómo las destruirán luego de su utilización?
Sus muestras/datos se almacenarán en el laboratorio de análisis clínico UTA-LABB. Sus muestras/datos se conservarán durante el periodo septiembre 2024-febrero 2025. Después de este período serán destruidos con los métodos que cumplan con los procedimientos del laboratorio y de la institución.
Se le pedirá que indique si desea que las muestras no utilizadas sean destruidas o que se las vuelva anónimas en el caso que no lo sean (o sea, se les retire toda información que pueda relacionarlas con Ud.) para su posterior utilización en otra investigación.
Toda información que se haya obtenido hasta el momento en que retire su consentimiento será usada, pero no se obtendrá ningún otro dato.

13) ¿Puedo ser retirado del estudio aún si yo no quisiera?
El investigador, el comité de ética, que supervisan el estudio pueden decidir retirarlo si consideran que es lo mejor para usted.

14) ¿Me pagarán por participar?
No se le pagará por su participación en este estudio. Sólo se le cubrirán los viáticos por traslados a y desde el Hospital (si aplica) y desayuno en caso de tener que concurrir a las visitas en ayunas.

15) ¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos personales? ¿Cómo harán para que mi identidad no sea conocida?
Los datos que lo identifiquen serán tratados en forma confidencial como lo exige la

a más del Consentimiento Informado firmado por sus representantes legales, es necesario presentar el **Asentimiento Informado** para lo cual se deberá explicar los procesos de recolección de datos de acuerdo al nivel de madurez de los participantes y a la capacidad de decidir sobre su participación, completando el apartado siguiente.

ASENTIMIENTO INFORMADO (si aplica)

Entiendo que la investigación consiste en Determinación de colinesterasa sérica.
Entiendo que se hará (explicar brevemente el tratamiento que se va a hacer con el sujeto investigado de una manera clara)
Y sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo, así como retirarme cuando quiera. He leído esta información / se me ha leído la información, especificar) y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo.
Por lo antes indicado:
Acepto participar en la investigación ☐
No acepto participar en la investigaci ☐

NOMBRE	N° de cedula	FECHA	FIRMA

Anexo 3 Operacionalización de variables

VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTO
Colinesterasa sérica	La colinesterasa sérica es una enzima presente en el plasma sanguíneo que pertenece al grupo de las hidrolasas, responsable de catalizar la hidrólisis de ésteres de colina, como la acetilcolina. Esta enzima desempeña un papel esencial en el funcionamiento del sistema nervioso. En el ámbito clínico, se utiliza como un biomarcador para evaluar la exposición a sustancias tóxicas, como los plaguicidas organofosforados y carbamatos, que inhiben su actividad (1).	La colinesterasa sérica se mide como la actividad enzimática presente en el suero sanguíneo, expresada en unidades específicas (generalmente unidades por litro, U/L). Se utiliza un método colorimétrico estandarizado para cuantificar esta actividad, empleando equipos automatizados. Los valores obtenidos se clasifican como normales o disminuidos en función de rangos de referencia previamente establecidos, los cuales varían según el método utilizado y la población de estudio.	Cuantitativa Continua	**Valores de referencia:** Niños, hombres de cualquier edad y mujeres a partir de 40 años **T:37°** **5400-13200 U/L** Mujeres de 18-39 años **T37°** **4300-11500 U/L**	**Equipo:** CHEM-7 de la marca Erba Diagnostics Mannheim. **Reactivo:** Colinesterasa de la marca QCA (Química Clica Aplicada S.A)

VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONALES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA E INTRUMENTO
Exposición a Organofosforados	La exposición a organofosforados se refiere al contacto directo o indirecto con compuestos químicos utilizados comúnmente como plaguicidas en la agricultura. Estos compuestos actúan inhibiendo la colinesterasa, una enzima esencial en la transmisión de impulsos nerviosos, lo que puede provocar efectos tóxicos graves en el sistema nervioso central y periférico (2).	La exposición a organofosforados se evalúa a través de la medición de la actividad de la colinesterasa en suero sanguíneo. Los niveles reducidos de esta enzima indican una inhibición causada por contacto con organofosforados. La exposición puede clasificarse según la frecuencia, la duración y las condiciones de uso de los plaguicidas en las labores agrícolas, determinada mediante encuestas	**ENCUESTA** **1. Sexo** • Masculino • Femenino **2. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando como agricultor?** • Menos de 1 año • 1 a 3 años • De 3 a 5 años • Mas de 5 años **3. ¿Qué tipo de cultivos maneja?** • Vegetales • Frutas **4. ¿Con qué frecuencia entra en contacto con plaguicidas?** • Una vez a la semana • Una vez al mes • Dos veces al mes • De una a tres veces al mes **5. ¿Conoce que tipo de plaguicidas utiliza?** • No • Si	**ESCALA** Cualitativo Nominal Cualitativo Ordinal Cualitativo Nominal Cualitativo Ordinal Cualitativo Nominal	Encuestas a los pacientes.

			6. **Si su respuesta es SI seleccione cuál de ellas**: • Insecticidas • Herbicidas • Fungicidas • Fertilizantes o desinfectantes **7. ¿Con que frecuencia recibe capacitaciones sobre el uso de los plaguicidas?** • Siempre • A veces • Nunca **8. ¿Como aplica estos productos durante la fumigación?** • Fumigación Manual (Drench) • Fumigación con maquina (Foliar) **9. ¿Qué tipo de equipo de protección personal utiliza para la fumigación con maquina (Drench)?** • Overol • Guantes • Mascarill • Botas • No usa protección **10. ¿Qué tipo de equipo de protección personal**	Cualitativa Nominal Cualitativa Ordinal Cualitativa Nominal Cualitativa Nominal Cualitativa Nominal	

			utiliza para la fumigación manual (Foliar)? • Overol • Guantes • Mascarilla • Botas • No usa protección **11. ¿Qué tiempo se demora en aplicar los pesticidas?** • Una hora • 3 horas • 6 horas **12. Después de realizar sus tareas de fumigación, ¿ha notado alguno de estos síntomas?** • Mareos • Visión borrosa • Lagrimeo o picazón en los ojos • Dificultades respiratorias • Sudoración • Ninguno de los anteriores **13. ¿Se ha realizado el examen de colinesterasa en los últimos 6 meses o después de cada fumigación?** • Sí • No	Cualitativa Ordinal Cualitativa Nominal Cualitativa Nominal	

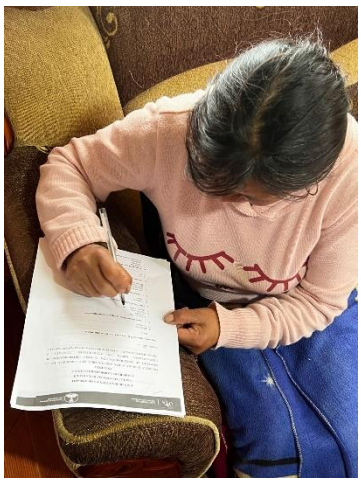
Anexo 4 Fotografías desarrollo del proyecto

Fotografía 1.- Selección de participantes



Elaborado por: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fotografía 2 y 3.- Ejecución de encuesta y consentimiento





Elaborado por: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

fotografía 4.- Toma de muestra



Elaborado por: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fotografia 5.- Reactivos de colinesterasa



Elaborado por: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna

Fotografía 5.- Reactivos de colinesterasa



Elaborado por: Toalombo Caisa, Jennifer Johanna