



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR UNIVERSITARIO ESPAÑA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR

EN LABORATORIO CLÍNICO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN
LABORATORIO CLÍNICO**

Tema: DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA Y SU RELACIÓN CON LA
INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS.

Modalidad: PRESENCIAL

Autora: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

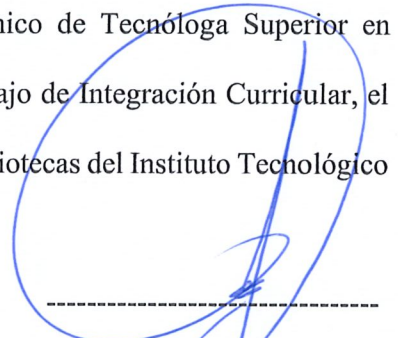
Director: Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría

Ambato – Ecuador

2025

A la Unidad Académica de Titulación de la Carrera de TECNOLOGÍA SUPERIOR EN LABORATORIO CLÍNICO.

El Tribunal receptor del Trabajo de integración curricular, presidido por Lcda. Patricia Nathaly Pico Rivera, Mg, e integrado por los señores Lcdo. Franklin Esteban Martínez Saltos, Mg, y Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suárez, Mgs, designados por el Colectivo Académico de Carrera del Instituto Superior Tecnológico España, para receptor el Trabajo de Integración Curricular con el tema: “DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA Y SU RELACIÓN CON LA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS”, elaborado y presentado por la señora, Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga, para optar por el Grado Académico de Tecnóloga Superior en Laboratorio Clínico; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Integración Curricular, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas del Instituto Tecnológico Superior Universitario España.



Lcda. Patricia Nathaly Pico Rivera, Mg.

Presidente del Tribunal



Lcdo. Franklin Esteban Martínez Saltos, Mg.

Miembro del Tribunal



Lcda. Mónica Tatiana Escobar Suárez, Mgs.

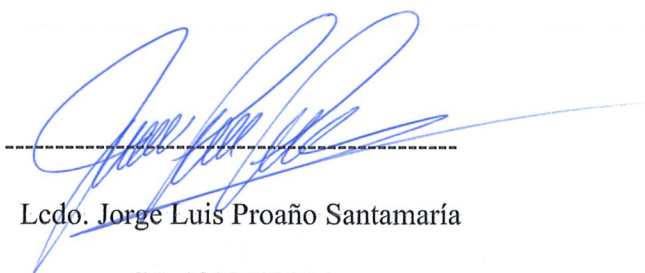
Miembro del Tribunal

Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría

CERTIFICA:

En mi calidad de Director del trabajo de integración curricular: DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA Y SU RELACIÓN CON LA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS”, presentado por la señora, Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga, para optar por el Título de Tecnóloga Superior en Laboratorio Clínico CERTIFICO, que dicho proyecto ha sido prolijamente revisado y considero que responde a las normas establecidas en el reglamento de títulos y grados de la Carrera, suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ambato, 09 de septiembre de 2025.



Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría

C.I: 1803532256

DIRECTOR

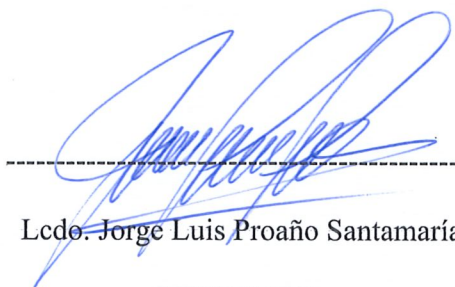
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Integración Curricular presentado con el tema: “DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA Y SU RELACIÓN CON LA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS”, le corresponde exclusivamente a: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga, Autor bajo la Dirección del Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría., director del Trabajo de integración curricular; y el patrimonio intelectual al Instituto Tecnológico Superior Universitario España.



Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

AUTOR



Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo al Instituto Tecnológico Superior Universitario España, para que el presente trabajo de integración curricular, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de integración curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones del Instituto.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga', is written over a horizontal dashed line.

Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

C.I: 180399667-5

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	IV
AUTOR	IV
DERECHOS DE AUTOR	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
AGRADECIMIENTO	XII
DEDICATORIA	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I.....	 3
EL PROBLEMA	3
1.1. Formulación del Problema	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
<i>Contextualización</i>	3
Macro	3
Meso.....	4
Micro.....	6
1.3. Objetivos	7

1.3.1.	<i>Objetivo General</i>	7
1.3.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	7
1.4.	Justificación del Problema	7
1.5.	Delimitación del problema	8
	Delimitación del contenido	8
	Delimitación espacial.....	9
	Delimitación temporal	9
1.6.	Viabilidad y Factibilidad del Problema.....	9
CAPÍTULO II		11
MARCO TEÓRICO		11
2.1.	Marco Teórico Conceptual.....	11
	Antecedentes Investigativos.....	11
2.2.	Bases Teóricas.....	13
2.2.1.	<i>Colinesterasa</i>	14
2.2.2.	<i>Perfil enzimático</i>	15
2.2.3.	<i>Enzimología</i>	17
2.2.4.	<i>Química sanguínea</i>	18
2.2.5.	<i>Intoxicación por organofosforados</i>	19
2.2.6.	<i>Sintomatología</i>	20
2.2.7.	<i>Neuropatías</i>	23
2.2.8.	<i>Toxicología</i>	25
2.3.	Marco Teórico Operacional	27
2.3.1.	<i>Sistema De Variables</i>	27

2.3.2.	<i>Operacionalización de Variables</i>	28
CAPÍTULO III.....		30
METODOLOGÍA.....		30
3.1.	Diseño Metodológico	30
3.2.	Enfoque de la Investigación	30
3.3.	Método o Instrumento de la Investigación	31
3.4.	Población.....	33
3.5.	Muestra.....	33
3.6.	Criterios de Inclusión	35
3.7.	Criterios de Exclusión	35
3.8.	Recursos	35
3.8.1.	<i>Recursos Humanos.....</i>	35
3.8.3.	<i>Recursos Institucionales</i>	37
3.8.4.	<i>Costo Total de la Investigación</i>	38
3.9.	Aspectos Éticos	38
3.10.	Técnica de Análisis de Datos	39
CAPÍTULO IV		40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		40
4.1.	Análisis e Interpretación de Resultados	40
Encuesta..		48
Discusión.....		51
Relación entre la Colinesterasa e intoxicación por organofosforados		51

CAPÍTULO V.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. Conclusiones	53
5.2. Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS:.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Categorías fundamentales.....	26
Gráfico 2: Encuesta – Edad de los pacientes.....	41
Gráfico 3: Encuesta – Sexo de los pacientes.....	42
Gráfico 4: Encuesta – Resultado de los exámenes.....	44
Gráfico 5: Encuesta – Examen y relación con los síntomas.....	46
Gráfico 6: Resultado de la Encuesta.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Operacionalización de la Variable Independiente	28
Cuadro 2: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	29
Cuadro 3: Descripción del Recurso Humano participante en la investigación.....	36
Cuadro 4: Honorarios del Recurso Humano de la investigación	36
Cuadro 5: Recursos materiales utilizados en la investigación	37
Cuadro 6: Costo total de la investigación.....	38
Cuadro 7: Edad de los pacientes.....	40
Cuadro 8: Sexo de los pacientes.....	42
Cuadro 9: Resultado de Colinesterasa.....	43
Cuadro 10: <i>Resultado de Colinesterasa</i>	44
Cuadro 11: <i>Exámenes y su relación con los síntomas</i>	46
Cuadro 12: Resultado de la encuesta.....	48

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fuerza y la fortaleza que necesité cada día, por brindarme la sabiduría y el entendimiento necesarios para llevar a cabo y culminar este proyecto.

Al Laboratorio Moya & Espín, por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo y permitirme adquirir aprendizajes significativos que enriquecieron mi formación profesional.

Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles, y por ser siempre mi ejemplo de esfuerzo, paciencia y constancia.

A mis hijos Israel y Adriel, por llenar mi vida de amor, por ser mi motor y mi mayor inspiración para seguir adelante.

Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ESPAÑA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN LABORATORIO CLÍNICO

TEMA:

DETERMINACIÓN DE COLINESTERASA Y SU RELACIÓN CON LA INTOXICACIÓN
POR ORGANOFOSFORADOS.

AUTOR: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

DIRECTOR: Lcdo. Jorge Luis Proaño Santamaría

FECHA: 26 de junio del 2025

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación tuvo como propósito principal determinar la colinesterasa y su relación con la intoxicación por organofosforados en 30 personas expuestas directamente a plaguicidas en la parroquia San Miguelito, cantón Píllaro, se aplicó un enfoque cuantitativo, combinando análisis de laboratorio con encuestas sobre síntomas físicos.

El estudio se enfocó en la colinesterasa sérica, una enzima clave del perfil enzimático, cuya disminución en sangre puede indicar exposición a estos compuestos tóxicos. Los resultados mostraron que el 53 % de los participantes tenían niveles alterados de esta enzima y más de la mitad reportaron síntomas leves como dolor de cabeza, debilidad y molestias en la piel.

Los hallazgos también revelaron una falta de capacitación y de uso de protección adecuada, lo cual aumenta el riesgo de efectos de neurotoxicidad. Estos datos destacan la importancia de contar con monitoreo regular de parámetros de química sanguínea, especialmente en contextos rurales donde el uso de plaguicidas es frecuente. Además, subrayan el papel fundamental de la enzimología y la toxicología en la prevención de riesgos para la salud. La presencia de síntomas clínicos evidentes o sintomatología en los trabajadores refuerza la necesidad de fortalecer la educación en seguridad ocupacional.

Palabras clave: *Colinesterasa, perfil enzimático, enzimología, química sanguínea, intoxicación por organofosforados, sintomatología, neuropatías, toxicología.*

ABSTRACT

This research aimed primarily to determine cholinesterase levels and their relationship with organophosphate poisoning in 30 individuals directly exposed to pesticides in the parish of San Miguelito, Pillaro canton. A quantitative and descriptive approach was applied, combining laboratory analysis with surveys on physical symptoms.

The study focused on serum cholinesterase, a key enzyme within the enzymatic profile, whose decrease in blood may indicate exposure to these toxic compounds. Results showed that 53% of participants had altered levels of this enzyme, and more than half reported mild symptoms such as headaches, weakness, and skin irritation.

The findings also revealed a lack of training and insufficient use of protective equipment, increasing the risk of neurotoxicity effects. These data highlight the importance of regular monitoring of blood chemistry parameters, especially in rural areas where pesticide use is common. Additionally, the study emphasizes the fundamental role of enzymology and toxicology in preventing health risks. The presence of clear clinical signs or symptomatology among workers reinforces the need to strengthen education in occupational safety.

Keywords: *cholinesterase, enzymatic profile, enzymology, blood chemistry, organophosphate poisoning, symptomatology, neuropathies, toxicology.*

INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas en el sector agrícola es una práctica común desde hace muchos años, siendo clave para proteger los cultivos. No obstante, su aplicación sin las medidas de seguridad adecuadas ha generado efectos negativos en la salud, especialmente en quienes los manipulan directamente. Los compuestos organofosforados, ampliamente utilizados, destacan por su toxicidad, ya que pueden causar daños severos al sistema nervioso y provocar intoxicaciones tanto agudas como crónicas.

Una de las principales formas de evaluar el impacto de estas sustancias en el organismo es mediante la medición de la enzima colinesterasa, ya que los organofosforados actúan inhibiéndola. Esta enzima, presente tanto en el plasma (butirilcolinesterasa) como en los glóbulos rojos (acetilcolinesterasa), cumple una función vital en la transmisión neuromuscular. Su disminución puede ocasionar síntomas como dolor de cabeza, mareos, debilidad muscular, alteraciones respiratorias e incluso convulsiones, dependiendo del nivel de exposición. Diversos estudios desarrollados en países de América Latina han evidenciado una relación directa entre la exposición a plaguicidas y la reducción de colinesterasa en trabajadores agrícolas. Asimismo, factores como la frecuencia de aplicación, el tipo de agroquímico utilizado, el uso correcto del equipo de protección personal y el conocimiento sobre las sustancias, influyen directamente en el nivel de riesgo al que se expone el trabajador. La presente investigación tiene como objetivo la determinación de colinesterasa y su relación con la intoxicación por organofosforados en un grupo de 30 trabajadores agrícolas. A través de una metodología cuantitativa, descriptiva y de campo, se analizaron muestras de sangre y se aplicaron encuestas estructuradas para identificar síntomas y condiciones laborales. Esta investigación busca no solo aportar información científica relevante,

sino también generar conciencia sobre la importancia del monitoreo médico periódico, el uso adecuado de protección y la necesidad de políticas preventivas en contextos agrícolas de alto riesgo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

¿Cómo determinar la colinesterasa y su relación con la intoxicación con organofosforados?

1.2. Planteamiento del Problema

Contextualización

Macro

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), cada año se registran aproximadamente tres millones de casos de intoxicación aguda por plaguicidas, con una cifra de muertes que oscila entre 80.000 y 220.000. La tasa de mortalidad por estas intoxicaciones es más baja en los países desarrollados (0,25%) y se duplica en los países en desarrollo (0,5%). En total, se estima que el uso de plaguicidas está vinculado con alrededor de 355.000 muertes anuales (Reyes, Soria, Arias, & y Reyes, 2013).

La Organización Internacional de Uniones de Consumidores señala que, en los países en desarrollo, cada cuatro horas fallece un trabajador del sector agrícola debido a la intoxicación por plaguicidas, mientras que unas 350.000 personas mueren por exposición a otros productos químicos utilizados en este ámbito. Además, la Organización Mundial de la Salud (OMS) advierte que a las intoxicaciones agudas registradas oficialmente se deben sumar numerosos casos leves que, por lo general, no son reportados (Reyes, Soria, Arias, & y Reyes, 2013).

Según estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), las intoxicaciones causadas por plaguicidas podrían representar alrededor del 14 % de las lesiones laborales en el

ámbito agrícola, así como el 10 % de las muertes relacionadas con el trabajo en este sector. Entre los tipos de plaguicidas que provocan con mayor frecuencia intoxicaciones agudas se encuentran los organofosforados, los carbamatos y los bipiridilos (Reyes, Soria, Arias, & y Reyes, 2013)

Esta problemática se agrava por varios factores, entre los que destacan el desconocimiento sobre prácticas seguras en el uso de estos productos y la reutilización indebida de envases vacíos, lo cual incrementa el riesgo de exposición. Además, el uso excesivo y la mala manipulación de los plaguicidas representan causas frecuentes de intoxicación, ya que las personas pueden absorber los químicos por distintas vías, dependiendo de las condiciones de exposición. Las más afectadas suelen ser la piel y el sistema respiratorio, debido al contacto directo o la inhalación accidental. Cabe destacar que todos los tipos de plaguicidas representan un riesgo potencial para la salud humana, y su peligrosidad dependerá de cómo se manejen y a qué nivel se esté expuesto (Jorge Reyes, 2013).

Meso

La producción de flores y cultivos no tradicionales en Ecuador se incrementó de 2001 a 2005, con un aumento en la producción, la comercialización y el uso de plaguicidas. En 2004 se estimó en US\$ 115,8 millones el monto de las importaciones de plaguicidas 2,6 veces superior al dato registrado en 1992 (Jorge Reyes, 2013)

La relación entre la colinesterasa y la intoxicación por organofosforados es bastante directa, ya que esta enzima es precisamente el blanco principal de estos compuestos. Cuando una persona entra en contacto con pesticidas que contienen organofosforados, estas sustancias afectan el sistema nervioso al bloquear la acción de la colinesterasa. Como esta enzima es la encargada de

descomponer la acetilcolina, su inhibición provoca una acumulación excesiva de este neurotransmisor, lo que altera el funcionamiento normal de los nervios (PubMed, 2013).

En el año 2020, el Ministerio de Salud Pública (MSP) de Ecuador reportó un total de 216 casos de intoxicación provocada por pesticidas. De estos, 58 casos, que representan aproximadamente el 26,85%, fueron atribuidos al contacto con sustancias como organofosforados y carbamatos. Estos tipos de intoxicación afectaron principalmente a personas de entre 20 y 49 años, siendo los hombres los más afectados. Dada esta realidad, es crucial llevar un registro detallado y actualizado de las intoxicaciones vinculadas al uso de pesticidas, ya sea por motivos laborales o por intentos autolesivos ((MSP), 2020).

En Ecuador, según información del Ministerio de Salud Pública, estos casos han aumentado de forma alarmante, con un crecimiento anual del 24,4 % en los últimos cinco años. Este incremento es aún más marcado en la región amazónica del país, donde se ha reportado un aumento proporcional del 30 % (Ministerio de Salud Publica, 2018).

Los insecticidas que contienen organofosforados y carbamatos suelen actuar bloqueando la enzima colinesterasa, lo que da lugar a síntomas característicos del sistema muscarínico, como aumento de la salivación, lagrimeo, necesidad frecuente de orinar, diarrea, vómitos, secreción excesiva en los pulmones, dificultad para respirar (broncoespasmo), disminución del ritmo cardíaco (bradicardia) y contracción de las pupilas (miosis). También pueden presentarse signos relacionados con la estimulación nicotínica, como espasmos musculares (fasciculaciones) y debilidad generalizada. En algunos casos, días o semanas después de la exposición, puede desarrollarse una neuropatía. Estos compuestos inhiben tanto la colinesterasa verdadera, localizada en los glóbulos rojos, el sistema nervioso y los músculos, como la pseudocolinesterasa, que se

encuentra en el plasma y el hígado. Cuanto mayor es la inhibición de la PChE, más graves son los síntomas de intoxicación (Gerald F. O'Malley, 2025).

Micro

En el año 2003, se reportó que la mortalidad entre los trabajadores agrícolas expuestos al uso de plaguicidas fue de 20,5 por cada 100.000 habitantes. Durante ese mismo año, las provincias de Carchi y Manabí identificaron a las intoxicaciones agudas por plaguicidas como la novena causa más común de enfermedad. Posteriormente, en 2004 y 2005, en Carchi se observó un aumento en las tasas de notificación, alcanzando 28,0 y 33,2 casos por cada 100.000 habitantes, respectivamente, lo que posicionó esta causa como la décima en la lista de morbilidad (Jorge Reyes, 2013).

En 2005, las provincias de Tungurahua y Orellana también registraron un número significativo de casos, con una tasa de 35,9 intoxicaciones agudas por cada 100.000 personas, ocupando el noveno lugar en el ranking de enfermedades reportadas. Por otro lado, datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) revelan que en 2003 hubo un total de 1.826 egresos hospitalarios por intoxicación con plaguicidas. La mayor proporción de estos casos se concentró en personas entre 20 y 44 años, representando el 49,2 % del total, seguidos por jóvenes de 10 a 19 años con un 26,1 %. En cuanto al sexo de los afectados, el 48,4 % eran hombres y el 51,6 % mujeres (Jorge Reyes, 2013).

En 2020, el estudio se realizó en una zona agrícola en el cantón Píllaro en la parroquia San Miguelito, donde se cultivan papas y otros tubérculos, con una muestra de 40 personas que tienen contacto directo con plaguicidas organofosforados. Se midieron los niveles de acetilcolinesterasa y marcadores hepáticos en sangre para evaluar posibles efectos en la salud. Los resultados

mostraron que el 30% de los participantes presentó niveles bajos de acetilcolinesterasa, mientras que no se observaron alteraciones en la función hepática. Además, se encontró una relación significativa entre factores como el nivel educativo, el tiempo de exposición semanal y el uso de equipo de protección, y la disminución de la enzima, indicando un impacto potencial de la exposición a estos plaguicidas en la salud de los agricultores (Yáñez Toapanta, 2020).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar los niveles de colinesterasa y su relación con la intoxicación con organofosforados.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los niveles de colinesterasa en trabajadores de una florícola.
- Identificar la relación con los organofosforados y la colinesterasa en los trabajadores de una florícola.
- Proponer una estrategia de prevención para la intoxicación por organofosforados.

1.4. Justificación del Problema

Esta investigación parte de la necesidad de analizar los niveles de colinesterasa en trabajadores de una florícola ubicada en la parroquia San Miguelito, con el fin de identificar posibles alteraciones vinculadas a la exposición constante a plaguicidas organofosforados. Esta evaluación no solo representa una herramienta útil desde el punto de vista clínico, sino que también tiene un

fuerte componente social, ya que puede aportar información clave para implementar programas de prevención, educación y control sanitario en comunidades agrícolas vulnerables.

En esta zona, el uso intensivo de plaguicidas en la producción florícola representa un posible riesgo para la salud de los trabajadores, especialmente debido a las condiciones laborales poco controladas y al acceso limitado a servicios médicos adecuados. Estas sustancias químicas interfieren con el funcionamiento del sistema nervioso al inhibir la enzima colinesterasa, lo que conlleva a una acumulación anormal de acetilcolina en las sinapsis. Esto puede desencadenar una serie de síntomas graves como dificultad para respirar, disminución del ritmo cardíaco, convulsiones, y en casos extremos, la muerte.

Por tanto, este estudio busca resaltar la importancia de monitorear la salud de quienes están en contacto directo con estos químicos, contribuyendo así a una mejor vigilancia toxicológica y a la protección de los derechos y el bienestar de los trabajadores del campo.

Ante esta situación, la determinación de los niveles de colinesterasa (acetilcolinesterasa y butirilcolinesterasa) en sangre se convierte en una herramienta clave para identificar posibles intoxicaciones agudas o crónicas en la población expuesta. Este análisis no solo permite un diagnóstico temprano y oportuno, sino que también sirve como medida preventiva, especialmente en contextos rurales donde el riesgo es alto y los recursos son escasos.

1.5. Delimitación del problema

Delimitación del contenido

Campo: Salud

Área: Bioquímica

Aspecto: Colinesterasa

Delimitación espacial

El estudio se realizó en una florícola del barrio Panguigua, cantón Píllaro, donde los trabajadores están expuestos constantemente a plaguicidas. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Clínico Moya & Espín en Píllaro, reconocido por su precisión diagnóstica. Esta combinación permitió obtener resultados confiables sobre los riesgos de exposición en zonas agrícolas.

Delimitación temporal

El estudio se desarrolló durante el periodo comprendido entre junio a agosto de 2025, una etapa clave debido a la constante exposición de los trabajadores al uso de plaguicidas en sus actividades agrícolas diarias. Este tiempo fue suficiente para recolectar información precisa, realizar las pruebas de laboratorio necesarias y aplicar las encuestas correspondientes. La duración del estudio permitió obtener resultados confiables sobre la relación entre los niveles de colinesterasa y la exposición a sustancias organofosforadas en un contexto laboral real.

1.6. Viabilidad y Factibilidad del Problema

Este estudio sobre la exposición a plaguicidas organofosforados en trabajadores de una florícola en Píllaro es viable debido a la preocupación creciente por la salud laboral en la comunidad. Los trabajadores están dispuestos a participar, lo que facilita la obtención de información valiosa sobre los efectos de estos químicos.

Además, el laboratorio clínico Moya & Espín, ubicado cerca del lugar de trabajo, cuenta con la tecnología y el personal capacitado para realizar los análisis necesarios con precisión. La

investigación es factible también porque no requiere recursos costosos y el presupuesto cubre los gastos de muestreo y análisis.

Se han tomado en cuenta aspectos éticos, como el consentimiento informado y la protección de los datos de los participantes, garantizando un proceso seguro y respetuoso. Finalmente, el cronograma se adapta a las jornadas laborales para no interferir con las actividades diarias, asegurando una recolección organizada y eficiente. En conjunto, este proyecto no solo es viable, sino que también puede aportar beneficios concretos a la salud de los trabajadores de la florícola.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.Marco Teórico Conceptual

Antecedentes Investigativos

La investigación realizada por Luis Rigoberto Saula Palaguachi en 2016 tuvo como propósito principal identificar los casos de intoxicación aguda por plaguicidas organofosforados entre trabajadores agrícolas del cantón Cañar, en Ecuador. Partiendo de este análisis, se planteó una propuesta para la prevención primaria y secundaria de esta problemática. El estudio se desarrolló en un contexto donde el uso frecuente de estos químicos en la agricultura local es común, pero existe poca información específica sobre sus efectos en quienes están en contacto directo con ellos. Para ello, se aplicó un diseño cuantitativo, transversal y de campo, enfocándose en la medición de colinesterasa plasmática, un biomarcador clave para detectar la exposición a inhibidores de esta enzima. La muestra estuvo compuesta mayoritariamente por hombres (76 %), quienes fueron evaluados en dos momentos distintos para identificar posibles cambios en sus niveles enzimáticos. De los 10 trabajadores que se sometieron a una segunda prueba, el 67 % mostró una disminución en los niveles de colinesterasa, hecho que señala la necesidad de un seguimiento clínico más riguroso. En promedio, la colinesterasa se encontró en 15.392 UI, detectándose tres casos con intoxicación clara y otros siete con reducción significativa de la enzima, aunque no todos presentaron síntomas evidentes de intoxicación (RIGOBERTO, 2016).

Por otro lado, el estudio llevado a cabo por Paulina Del Carmen Yáñez Toapanta en 2020 se centró en una comunidad agrícola de la parroquia San Miguelito, en el cantón Píllaro, donde predominan cultivos de papa y otros tubérculos. Con una muestra de 40 agricultores, tanto hombres como mujeres, vinculados directamente al manejo de plaguicidas organofosforados, se analizaron los niveles de acetilcolinesterasa mediante técnicas espectrofotométricas, así como marcadores relacionados con la función hepática. El trabajo también exploró factores de riesgo como el nivel educativo, las horas semanales de exposición a los químicos y el uso adecuado de equipo de protección personal. Los resultados mostraron que el 30 % de los participantes presentaban niveles reducidos de acetilcolinesterasa, aunque no se detectaron alteraciones en la función hepática. Además, mediante análisis estadísticos, se estableció una relación significativa entre los factores de riesgo evaluados y la disminución de la enzima (Yáñez Toapanta, 2020).

Una investigación previa, realizada por Juárez, Loaiza, Mosquera y Torres Martínez en 2000, evaluó la prevalencia de intoxicación por organofosforados en 100 trabajadores de seis plantaciones florícolas de la provincia del Azuay (Ecuador), utilizando la medición de colinesterasa sérica por el método cinético de Wiener Lab. En esta población, donde el 58 % eran mujeres y el 42 % hombres, se registró que la mayoría tenían niveles normales de colinesterasa. No obstante, se identificó un caso con niveles notablemente bajos y tres trabajadores con valores cercanos al límite crítico, lo cual indica un posible riesgo de intoxicación. Este estudio enfatiza la importancia de monitorear continuamente la salud de quienes manipulan estos plaguicidas (Juarez, Loaiza, Mosquera, & Torres Martinez, 2000).

De manera similar, Pizarro Zapata (2014) realizó un estudio en el Barrio El Alumbre de Loja, evaluando 63 agricultores expuestos a organofosforados entre marzo y julio del mismo año. Usando un método fotométrico cinético para determinar la actividad de colinesterasa sérica,

encontró que 10 trabajadores mostraron niveles disminuidos, sugiriendo intoxicación, mientras que el resto presentó valores dentro de la normalidad. Entre las causas principales se identificaron el uso insuficiente o incorrecto del equipo de protección y la falta de conocimiento sobre los productos químicos, lo que subraya la necesidad de fortalecer la capacitación y las prácticas preventivas en el sector agrícola (Pizarro Zapata, 2014).

La exposición ocupacional a plaguicidas representa un riesgo significativo para la salud de los trabajadores florícolas en Ecuador. En este contexto, el estudio titulado “Exposición laboral a plaguicidas y efectos en la salud de trabajadores florícolas de Ecuador”, desarrollado por (Vásquez, León, & González, 2016) evaluó los efectos en la salud de 114 trabajadores expuestos a plaguicidas. Con un enfoque transversal y analítico, la investigación encontró que el 33 % tenía contacto directo con agroquímicos como organofosforados, carbamatos y piretroides. Los principales síntomas reportados fueron respiratorios (19 %) y neurológicos (14 %), además de trastornos como cefaleas, insomnio, irritabilidad y pérdida de memoria en hasta el 50 % de los casos. El estudio destaca la necesidad urgente de medidas preventivas para proteger la salud de estos trabajadores (Vásquez, León, & González, 2016).

2.2. Bases Teóricas

De acuerdo con (Bavaresco, 2006), las bases teóricas representan el punto de partida que orienta al investigador en la comprensión del objeto de estudio. Todo problema de investigación cuenta con algún tipo de respaldo teórico, por lo que no es posible abordarlo desde el desconocimiento total, a menos que se trate de estudios puramente exploratorios o de carácter básico. En el contexto de este trabajo, se identifican como palabras clave o descriptores que fundamentan las categorías, tenemos como tal a: Colinesterasa, perfil enzimático, enzimología,

química sanguínea, intoxicación por organofosforados, sintomatología, neurotoxicidad y toxicología.

2.2.1. *Colinesterasa*

Según lo indicado por (Ismail, 2017), en bioquímica se reconoce el término colinesterasa para referirse a dos enzimas principales: la acetilcolinesterasa y la butirilcolinesterasa. La primera, también llamada colinesterasa eritrocitaria o de glóbulos rojos, se localiza principalmente en la sangre y en las sinapsis del sistema nervioso. Por otro lado, la butirilcolinesterasa, conocida también como pseudocolinesterasa o colinesterasa sérica, se encuentra distribuida en diversos órganos como el hígado, el cerebro, los riñones, el páncreas y los intestinos.

Nelson y Burritt (2008) explican que algunos insecticidas, en especial los organofosforados, tienen la capacidad de inhibir de forma considerable tanto la acetilcolinesterasa como la butirilcolinesterasa (PCHE). Esta disminución de la actividad enzimática no solo se asocia a intoxicaciones, sino que también puede observarse en personas con afecciones hepáticas graves. Por ejemplo, en casos de cirrosis avanzada o metástasis en el hígado, es común encontrar niveles de PCHE reducidos entre un 50 % y un 70 % respecto al valor normal. En cambio, pacientes con hepatitis crónica, cirrosis en etapas tempranas o ictericia de tipo obstructivo suelen mantener concentraciones enzimáticas dentro de los límites normales.

Así mismo (Lemos Marcela, 2025), indica que los niveles de colinesterasa en sangre pueden variar en función de múltiples factores clínicos y metabólicos, y su alteración representa un indicador importante tanto en toxicología como en medicina general. Cuando se observa una colinesterasa elevada, es decir, un aumento por encima de los valores normales de esta enzima en el organismo, puede estar relacionado con ciertos trastornos metabólicos o endocrinos. Lemos

señala que condiciones como el hipertiroidismo, la obesidad, el síndrome nefrótico y la diabetes mellitus pueden provocar este tipo de elevación enzimática. Además, investigaciones recientes han identificado que algunos niños con alteraciones en el desarrollo cognitivo también presentan niveles inusualmente altos de colinesterasa circulante, aunque aún se estudia el vínculo exacto entre esta enzima y las funciones neurológicas en etapa infantil.

Por otro lado, una disminución significativa de colinesterasa en el organismo es generalmente reconocida como un marcador de exposición crónica a sustancias organofosforadas, especialmente pesticidas, herbicidas e insecticidas. Estos compuestos actúan inhibiendo la función de la colinesterasa, lo que provoca una acumulación de acetilcolina en los receptores neuromusculares y sinápticos. Este exceso produce síntomas de tipo colinérgico, como dolor abdominal tipo cólico, náuseas, vómitos, salivación excesiva, visión borrosa, diarrea, debilidad muscular, hipotensión arterial e incluso parálisis progresiva si la intoxicación persiste o es severa. No obstante, (Lemos, 2025) también aclara que un nivel bajo de colinesterasa no siempre está relacionado con intoxicación aguda. También puede aparecer en enfermedades hepáticas crónicas, como hepatitis o cirrosis, así como en cuadros de insuficiencia cardíaca congestiva, infecciones sistémicas graves e incluso en pacientes que han sufrido un infarto agudo de miocardio. En estos casos, la disminución de la enzima refleja más bien un deterioro general del metabolismo hepático o una respuesta inflamatoria sistémica, que afecta la síntesis de proteínas plasmáticas, entre ellas, la colinesterasa.

2.2.2. Perfil enzimático

En el ámbito del laboratorio clínico, los perfiles enzimáticos agrupan pruebas destinadas a cuantificar la actividad de diversas enzimas en sangre. Estos perfiles incluyen, entre otras, enzimas hepáticas como la ALT y AST, pancreáticas como la amilasa, y también enzimas con relevancia

neurológica, como es el caso de la colinesterasa. Esta última es fundamental para el diagnóstico de intoxicaciones por plaguicidas organofosforados, una condición cada vez más frecuente en regiones agrícolas (Maroni, 2000).

Según (McPherson, Pincus, 2017), en su manual *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, el perfil enzimático es clave en la evaluación de cuadros clínicos agudos y crónicos, y su interpretación debe considerar la historia clínica, el contexto toxicológico y los síntomas del paciente.

Como lo plantea en el *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics* Burtis (2012), un perfil enzimático consiste en una serie de pruebas bioquímicas realizadas en el laboratorio clínico con el propósito de evaluar la concentración de ciertas enzimas en la sangre. De acuerdo con este enfoque, los perfiles enzimáticos más utilizados en la práctica clínica permiten detectar alteraciones en órganos específicos, ya que cada enzima medida suele estar asociada a una función o tejido determinado. Entre los perfiles más comunes se encuentran aquellos que evalúan enzimas hepáticas, pancreáticas, cardíacas y musculares.

- Perfil hepático: AST (TGO), ALT (TGP), GGT, FA (fosfatasa alcalina), LDH. Se usan para detectar daño en el hígado.
- Perfil cardíaco: CK-MB, troponinas, LDH. Utilizados en el diagnóstico de infarto o daño miocárdico.
- Perfil pancreático: Amilasa y lipasa. Útiles en el diagnóstico de pancreatitis.
- Perfil muscular: CPK total, LDH. Detectan daño muscular o rabdomiólisis.
- Perfil colinérgico: Colinesterasa sérica (BuChE) y acetilcolinesterasa eritrocitaria (AChE). Este perfil es específico para evaluar exposición a insecticidas organofosforados o carbamatos.

2.2.3. Enzimología

La enzimología clínica es una disciplina que ha cobrado especial importancia en el diagnóstico médico, ya que permite utilizar enzimas como marcadores para evaluar el funcionamiento de distintos órganos o sistemas. Esta rama se consolidó cuando se demostró que muchas de las enzimas implicadas en el metabolismo celular también se encuentran presentes en los líquidos corporales como el suero o el plasma (Burtis, Ashwood & Bruns, 2012). La liberación de estas enzimas al medio extracelular puede indicar una alteración patológica, dependiendo de su concentración y velocidad de aparición en el torrente sanguíneo.

De acuerdo con lo señalado por Amaya, Roa, (Camacho, Meneses, 2008), la colinesterasa sérica, también llamada butirilcolinesterasa o colinesterasa plasmática, se utiliza como un biomarcador clave en la vigilancia toxicológica de personas expuestas a pesticidas. Estos agentes químicos actúan inhibiendo su actividad, lo que genera una acumulación de acetilcolina en las sinapsis neuronales. Como consecuencia, se producen efectos adversos sobre el sistema nervioso, tales como temblores, debilidad muscular, dificultad respiratoria y otros síntomas característicos de una neurotoxicidad aguda.

Desde el punto de vista de la enzimología clínica, el descenso de los niveles de colinesterasa en sangre es un indicador confiable de exposición reciente o acumulativa a organofosforados. Este análisis es especialmente útil en el contexto de la salud ocupacional, donde se requiere monitoreo periódico a trabajadores que manipulan estos productos, como agricultores, fumigadores o personal de manufactura de agroquímicos (Hoffman, 2010). El monitoreo biológico, a través de la medición de colinesterasa, permite detectar alteraciones antes de que se manifiesten los

síntomas clínicos, lo que facilita una intervención temprana y evita complicaciones mayores (Maroni, 2000).

2.2.4. Química sanguínea

La química sanguínea representa una herramienta esencial en el laboratorio clínico, ya que permite estudiar diversos parámetros bioquímicos que reflejan el estado funcional de órganos como el hígado, los riñones, el páncreas, entre otros. Entre estos parámetros destacan las enzimas, ya que muchas de ellas actúan como biomarcadores de daño tisular o procesos fisiopatológicos específicos. Según Gómez Gutiérrez (2018), el análisis de enzimas en sangre es fundamental para identificar alteraciones metabólicas antes de que estas generen síntomas clínicos visibles, permitiendo así un diagnóstico precoz y más eficiente.

En este contexto, el perfil enzimático se convierte en una de las áreas más relevantes dentro de la química sanguínea. Este perfil incluye enzimas como la colinesterasa, cuya medición en suero ha demostrado ser especialmente útil en la detección de intoxicaciones por organofosforados. Morales Silva (2021) explica que los niveles bajos de colinesterasa son un claro indicador de inhibición enzimática causada por exposición a pesticidas, lo que la convierte en un marcador sensible en poblaciones rurales que trabajan en contacto directo con estas sustancias. Esta evaluación no solo permite diagnosticar una intoxicación aguda, sino también monitorear el nivel de exposición acumulativa a largo plazo.

Finalmente, es el laboratorio clínico el que tiene el rol central en la medición y validación de estos parámetros bioquímicos. La tecnología utilizada y la interpretación de los resultados por parte de los profesionales del laboratorio permiten establecer conexiones claras entre los síntomas clínicos y las alteraciones enzimáticas. De acuerdo con Rodríguez León (2019), en comunidades agrícolas el seguimiento periódico de estos marcadores puede prevenir complicaciones mayores al identificar casos subclínicos de intoxicación. Esto resalta la importancia de integrar la química

sanguínea en programas de salud ocupacional, especialmente en regiones con alto uso de plaguicidas.

2.2.5. *Intoxicación por organofosforados*

La intoxicación por organofosforados es una problemática de creciente relevancia en salud pública, especialmente en contextos agrícolas donde el uso de plaguicidas es intensivo y frecuente. Como explican (Maroni, 2000), estos compuestos químicos entre ellos los organofosforados son empleados de manera generalizada no solo en la agricultura, sino también en actividades industriales, domésticas y sanitarias, lo que genera una exposición constante para distintos sectores de la población. A pesar de ello, aún existe un grado considerable de incertidumbre sobre los efectos de la exposición prolongada, principalmente debido a la limitada precisión en las evaluaciones. En este sentido, el monitoreo biológico se plantea como una herramienta fundamental, ya que permite detectar tanto los metabolitos presentes en el organismo como los efectos celulares tempranos, brindando así una estimación más real de la dosis absorbida por vías dérmica, oral o respiratoria.

Por su parte, (Amaya, Roa, Camacho, & Meneses, 2008) destacan que, desde mediados del siglo XX, el uso de plaguicidas ha aumentado significativamente, especialmente en países en desarrollo. Dentro de este grupo, los organofosforados representan una categoría particularmente peligrosa, debido a su elevada toxicidad. Estas sustancias derivan de compuestos como los ácidos fosfóricos, fosfónico y fosfínico, y su acción se centra en la inhibición de las enzimas colinesterasas, esenciales para la regulación del sistema nervioso. Cuando estas enzimas se ven afectadas, se produce una acumulación anormal de acetilcolina, que a su vez genera síntomas neurológicos y respiratorios, como mareos, debilidad muscular y dificultad para respirar,

configurando un cuadro típico de neurotoxicidad inducida por exposición a plaguicidas. (Amaya, Roa, Camacho, & Meneses, 2008).

Según (Butinof Mariana, 2019), los plaguicidas se clasifican principalmente de acuerdo al tipo de organismo que buscan controlar: insecticidas, cuya función es combatir insectos perjudiciales para las plantas, destacando entre ellos los organofosforados, carbamatos y piretroides. También están los herbicidas, como el glifosato, ampliamente utilizado a nivel mundial para eliminar malezas que compiten por nutrientes, agua y luz solar. Por otro lado, los fungicidas son clave para prevenir y tratar enfermedades causadas por hongos, protegiendo la salud y el rendimiento de los cultivos. Finalmente, los rodenticidas se emplean para controlar la presencia de roedores que pueden dañar la producción o contaminar los alimentos almacenados.

Complementando esta perspectiva, (Hofmann, 2009) evaluó el impacto directo de estas sustancias en trabajadores agrícolas, encontrando una reducción significativa en la actividad de la colinesterasa sérica durante las mediciones realizadas antes y después de la exposición a organofosforados y carbamatos. Este estudio también evidenció que ciertas prácticas laborales, como la mezcla y carga de pesticidas o la limpieza de equipos de fumigación, junto con factores ambientales del entorno de trabajo, se asociaban con una inhibición más marcada de esta enzima. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de controles más rigurosos y estrategias preventivas para evitar la intoxicación crónica en poblaciones vulnerables (Hofmann, 2009)

2.2.6. *Sintomatología*

De acuerdo con (González, Sánchez, 2012), la sintomatología es “la expresión subjetiva u objetiva de una alteración fisiológica, que permite identificar patrones clínicos y diferenciarlos

según su origen, duración o intensidad”. Por tanto, el estudio de la sintomatología no solo facilita el diagnóstico, sino que también orienta el tratamiento más adecuado.

En el caso de los plaguicidas, especialmente los organofosforados, la presencia de síntomas puede representar una alerta temprana de que el organismo está siendo afectado, ya sea por una exposición aguda o por una acumulación progresiva del tóxico en el cuerpo. Según lo plantea el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS-CCOO, 2018), la aparición de estos síntomas está directamente relacionada con factores como el estado físico del producto químico (ya sea líquido, polvo, gas o gel), la dosis absorbida, la duración de la exposición y la vía de ingreso al cuerpo (inhalación, contacto con la piel, ingestión o vía ocular).

Además, influyen también las características individuales del trabajador, como la edad, el sexo, el peso corporal, su estado de salud general, la calidad de su dieta y su susceptibilidad biológica. Todo esto hace que la sintomatología pueda manifestarse de forma distinta en cada persona, tanto en intensidad como en rapidez, siendo fundamental para el diagnóstico temprano y la prevención de efectos más graves.

(Eddleston Michael, 2008) explica que el más común, el síndrome colinérgico, ocurre cuando la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa provoca una acumulación excesiva de acetilcolina. Esto produce una combinación de síntomas muscarínicos, nicotínicos y del sistema nervioso central, como miosis (contracción de las pupilas), sudoración, lagrimeo, alteraciones digestivas, dificultad respiratoria, bradicardia, vómitos, diarrea, y en casos más graves, convulsiones, coma o insuficiencia respiratoria.

Según la investigación realizada por (Zambrano-Salazar, 2023), titulada “Enfermedades por exposición a plaguicidas agrícolas en la empresa florícola Fresh Market of Ecuador”, los síntomas más comunes derivados de la exposición a pesticidas pueden clasificarse de acuerdo con los

diferentes sistemas corporales afectados, que pueden aparecer tras la exposición a estos pesticidas son:

Dermatológicos

- Enrojecimiento o coloración azulada de la piel
- Sudoración excesiva
- Picazón, ardor o escozor
- Erupciones, irritaciones o quemaduras químicas

Neurológicos

- Dolor de cabeza, mareos o vértigo
- Temblores musculares, debilidad o entumecimiento
- Nerviosismo, ansiedad o depresión
- Cosquilleo (parestias)
- Convulsiones o pérdida de conciencia
- Parálisis en casos graves

Oculares

- Lagrimeo excesivo
- Visión borrosa o dificultad para enfocar

Cardiorrespiratorios

- Palpitaciones o arritmias
- Tos seca o productiva

- Dificultad respiratoria o sensación de ahogo
- Dolor torácico
- Presencia de sibilancias o ruidos respiratorios anormales

Digestivos

- Salivación anormal o excesiva
- Dolor de garganta o molestias al tragar
- Náuseas, vómitos y diarrea
- Dolor abdominal intenso
- Fatiga generalizada

Gestacionales

- Trastornos hormonales o menstruales
- Dificultades para concebir
- Riesgo de abortos espontáneos o malformaciones congénitas (en casos de exposición prolongada o intensa)

2.2.7. Neuropatías

Además de los efectos agudos clásicos como la intoxicación colinérgica, la toxicidad directa y el síndrome intermedio, los insecticidas organofosforados pueden causar una afección menos frecuente pero mucho más grave a nivel neurológico: la neuropatía retardada inducida por organofosforados (OPIDN). Esta suele desarrollarse de forma diferida, normalmente entre la

segunda y cuarta semana después de la exposición inicial, incluso cuando la persona ya ha superado la fase aguda (Yélamos, 1992).

Este daño neurológico se origina cuando los organofosforados, o sus metabolitos tóxicos, se transforman dentro del cuerpo y desencadenan procesos bioquímicos complejos que afectan al sistema nervioso. Una vez en circulación, estas sustancias inhiben una enzima clave conocida como estearasa neurotóxica (ENT) o neurotoxic esterase (NTE), cuya función es esencial para la integridad de los axones neuronales. La fosforilación e inhibición de esta enzima conduce a la degeneración progresiva de las fibras nerviosas, sobre todo las periféricas (Johnson & Lotti, 1980). Según Johnson, este proceso neurotóxico se puede dividir en tres fases principales:

- Fase de iniciación: cuando ocurre la inhibición de la ENT por la acción de los organofosforados o sus metabolitos.
- Fase de desarrollo: donde comienzan los cambios degenerativos en las fibras nerviosas.
- Fase de expresión clínica: momento en el que se manifiestan los síntomas neurológicos como debilidad muscular, pérdida de sensibilidad, alteración de la marcha o parálisis parcial (Johnson, 1980)

Esta neuropatía se manifiesta generalmente como una polineuropatía sensitivo-motora de predominio axonal, simétrica y bilateral, que afecta inicialmente a las extremidades inferiores y puede avanzar hacia el tronco. En casos severos, incluso puede comprometer al sistema nervioso central, provocando alteraciones más profundas.

2.2.8. Toxicología

La toxicología es una rama de la medicina dedicada a comprender cómo afectan los agentes tóxicos como sustancias químicas, biológicas o físicas a los organismos vivos. Esta disciplina abarca la identificación del agente, su naturaleza, mecanismo de acción, efectos adversos y formas de tratamiento o prevención.

En toxicología, el término toxicidad se refiere a la capacidad de una sustancia para provocar daño en un organismo vivo. Este daño puede manifestarse de forma aguda (rápida y severa) o crónica (lenta y prolongada), dependiendo del tipo de tóxico, la dosis, la vía de entrada (inhalación, ingestión, dérmica, etc.) y la susceptibilidad del individuo.

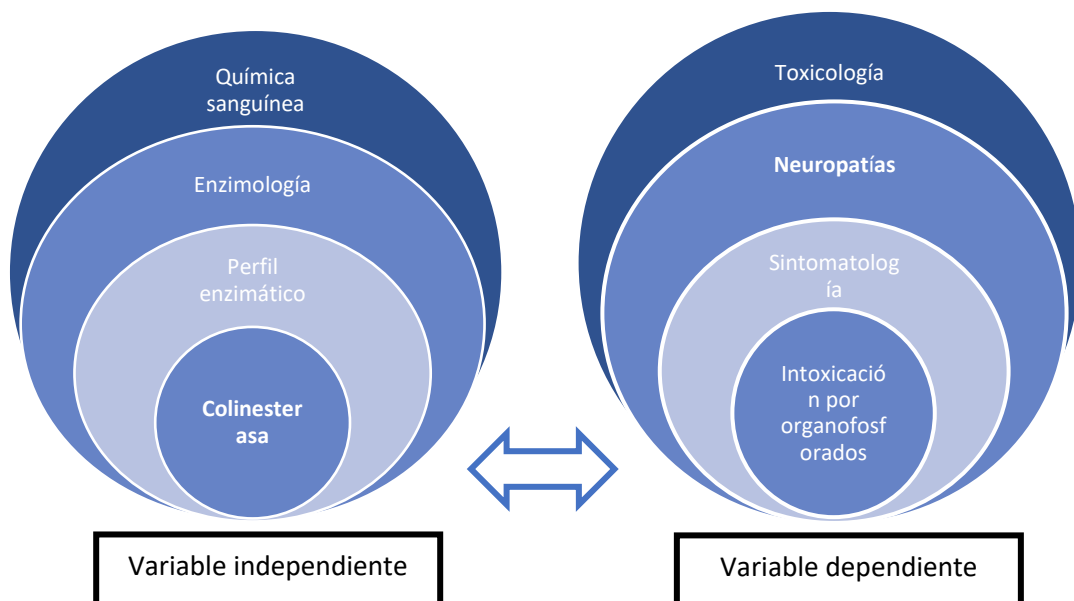
Según (Morán, 2011), los efectos tóxicos pueden clasificarse en locales (cuando el daño se produce en el sitio de contacto, como la piel o las mucosas) o sistémicos (cuando la sustancia tóxica entra al torrente sanguíneo y afecta órganos internos como el hígado, riñones, sistema nervioso, pulmones o corazón). Ejemplos de efectos locales incluyen irritaciones, quemaduras químicas y reacciones alérgicas. En cambio, los efectos sistémicos pueden ser mucho más complejos e incluyen insuficiencia hepática, nefropatías, alteraciones respiratorias, neurotoxicidad, entre otros.

La toxicidad puede también inducir efectos a nivel celular y molecular, como la generación de estrés oxidativo, alteraciones en la replicación del ADN, interferencia con neurotransmisores o bloqueo enzimático. Por ejemplo, los organofosforados, comúnmente utilizados como pesticidas, inhiben la enzima acetilcolinesterasa, provocando una acumulación de acetilcolina y una sobreestimulación del sistema nervioso, lo que puede llevar a síntomas como parálisis, convulsiones e incluso la muerte si no se trata a tiempo (Eddleston, 2008).

Por otro lado, la toxicidad crónica puede derivar en enfermedades de largo plazo como cáncer, trastornos reproductivos, enfermedades autoinmunes o neurodegenerativas. Como lo explica Casarett y Doull (Klaassen, 2013), estas manifestaciones pueden aparecer años después de la exposición, lo que dificulta su diagnóstico y relación causal con la sustancia.

En el caso particular de los pesticidas organofosforados, esta rama de la medicina ha demostrado que su exposición, incluso a niveles bajos y crónicos, puede provocar efectos neurotóxicos, hepáticos, renales y reproductivos. Por ejemplo, estudios recientes publicados en Environmental Health Perspectives y Toxicological Sciences han documentado que estos compuestos alteran la función de la enzima colinesterasa, interfieren en la señalización neuronal y generan estrés oxidativo, lo que explica sus efectos multisistémicos, como el síndrome colinérgico agudo, la neuropatía retardada o los trastornos neuropsiquiátricos crónicos (Eddleston, 2008 & Costa, 2006).

Gráfico 1: Categorías fundamentales



Elaborado por: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

Fuente: Investigación

2.3.Marco Teórico Operacional

2.3.1.Sistema De Variables

Variables de estudio: Intoxicación por organofosforados y colinesterasa.

Definición conceptual: Según (Marrero, González, Guevara, & Eblen, 2017) la colinesterasa es una enzima presente en el plasma y en los glóbulos rojos cuya función principal es la descomposición de la acetilcolina en el sistema nervioso. La exposición a plaguicidas organofosforados inhibe esta enzima, generando una acumulación anormal de neurotransmisores, lo que puede desencadenar síntomas neurológicos y respiratorios. Por su parte, Cuaspué y Vargas (2010) explican que la medición de la actividad de colinesterasa en sangre es una herramienta útil para identificar casos de exposición aguda o crónica a estos compuestos tóxicos.

Definición operacional:

La variable "colinesterasa" se evaluó mediante pruebas de laboratorio realizadas a muestras sanguíneas de trabajadores expuestos, utilizando los valores de referencia establecidos por la casa comercial del reactivo. La variable "intoxicación por organofosforados" fue interpretada a partir de los síntomas reportados por los participantes a través de una encuesta estructurada, considerando factores como el contacto directo con plaguicidas, uso de equipo de protección, y la presencia de signos físicos compatibles con intoxicación leve o moderada.

2.3.2. Operacionalización de Variables

Cuadro 1

Operacionalización de la Variable Independiente: “Colinesterasa”

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumento	Tipo De Variable
Colinesterasa: Es una enzima presente en la sangre y el sistema nervioso que se encarga de descomponer la acetilcolina, un neurotransmisor.	• Perfil Enzimático	• Espectrofotometría • Quimioluminiscencia	• ¿La espectrofotometría y la quimioluminiscencia son técnicas usadas en el perfil enzimático para medir la Colinesterasa?	• Encuesta	• Cuantitativa
	• Enzimología	• ALT (Alanina aminotransferasa): 7 – 56 U/L • AST (Aspartato aminotransferasa): 10 – 40 U/L	• ¿La ALT y AST son pruebas de enzimología que se debe considerar al analizar la colinesterasa?	• Cuestionario	• Cuantitativa
	• Química Sanguínea	• LDH (Lactato deshidrogenasa): 140 – 280 U/L • CK (Creatina Quinasa): 30 – 200 U/L	• ¿El LDH y CK, son pruebas de química sanguínea que se debe tomar en cuenta al evaluar la Colinesterasa?	• Cuestionario	• Cuantitativa

Elaborado por: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

Fuente: Investigación

Cuadro 2

Operacionalización de la Variable Dependiente: “Intoxicación por organofosforados”

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumento	Tipo De Variable
Intoxicación por Organofosforados: Es una condición originada por la exposición, ya sea aguda o prolongada, a compuestos organofosforados, sustancias químicas utilizadas comúnmente como plaguicidas en la actividad agrícola.	• Sintomatología	• Presencia de visión borrosa, debilidad, dolor de cabeza e irritación de la piel.	• ¿La visión borrosa, debilidad, dolor de cabeza e irritación de la piel son la sintomatología por intoxicación con organofosforados?	• Encuesta	• Cualitativa
	• Neuropatías	• Temblor, parestesias, disminución de reflejos, inestabilidad motora.	• ¿El temblor, parestesias, disminución de reflejos e inestabilidad motora son neuropatías causadas por la intoxicación con organofosforados?	• Cuestionario	• Cualitativa
	• Toxicología	• Acetilcolinesterasa (AChE): • H: 31-41 U/g Hb • M: 28-38 U/g Hb	• ¿La acetilcolinesterasa (AChE) es un marcador útil en toxicología para identificar intoxicación por organofosforados?	• Cuestionario	• Cuantitativa

Elaborado por: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga

Fuente: Investigación

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

La presente investigación adopta un diseño no experimental, descriptivo y de corte transversal, y se desarrolló directamente en el campo, específicamente en zonas rurales del cantón Píllaro, parroquia San Miguelito. Se centró en la evaluación de los niveles de colinesterasa en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados, considerando variables como la edad, el tiempo de exposición y el uso de medidas de protección.

Las muestras sanguíneas fueron recolectadas en el entorno laboral de los participantes, respetando las normas de bioseguridad, y posteriormente analizadas en el Laboratorio Clínico Moya & Espín, donde se aplicaron técnicas enzimáticas especializadas para determinar los niveles de acetilcolinesterasa. Agradezco sinceramente al equipo del laboratorio por su colaboración en este proceso esencial para la investigación.

3.2. Enfoque de la Investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo. Según (Sampieri, 2014) explica que el enfoque cuantitativo se basa en un razonamiento lógico y ordenado, donde se parte de una idea general para llegar a conclusiones específicas. Para lograrlo, se utilizan herramientas e instrumentos bien estructurados como encuestas o cuestionarios que permiten obtener datos precisos y confiables. Gracias a este enfoque, es posible identificar relaciones entre diferentes aspectos del fenómeno que se estudia y encontrar patrones que ayuden a entender mejor la realidad, con resultados que incluso pueden aplicarse a otros contextos o situaciones similares.

3.3. Método o Instrumento de la Investigación

Para medir la actividad de colinesterasa en las muestras de sangre, se utilizó un analizador bioquímico automático PKL PPC-125, que permite obtener resultados precisos y rápidos gracias a su tecnología avanzada para la medición de reacciones enzimáticas. Este equipo cuenta con un espectrofotómetro con compartimento de temperatura controlada, capaz de medir con exactitud la absorbancia a 405 nm, lo cual es fundamental para garantizar la precisión del análisis.

El método empleado para evaluar la actividad de la colinesterasa es de tipo cinético basado en espectrofotometría. Este método mide la velocidad con la que la enzima descompone un sustrato específico presente en la sangre. La técnica es altamente sensible y permite detectar disminuciones en la actividad enzimática, lo cual puede ser indicativo de intoxicación por plaguicidas organofosforados. Los resultados obtenidos facilitan la identificación de alteraciones bioquímicas relacionadas con la exposición a estos compuestos.

Para realizar el análisis, primero se preparó el reactivo en polvo suministrado por TECO GRAM S.A., reconstituyéndolo con agua destilada siguiendo las instrucciones del fabricante. Posteriormente, se cargó el equipo colocando el reactivo preparado en la bandeja de reactivos del analizador, y las muestras de suero en los tubos o porta muestras del muestreador automático. Finalmente, el equipo procesa los datos y muestra la actividad de colinesterasa en unidades internacionales por litro (U/L), guardar los resultados para su interpretación clínica.

3.3.1. Procedimiento Técnico y Tecnológico de la Colinesterasa

Materiales y equipo:

- Analizador bioquímico automático.
- Reactivos específicos para la medición de la colinesterasa.

- Tubos de ensayo y jeringas para la toma de muestras sanguíneas.
- Pipetas y otros instrumentos de laboratorio.
- Equipo de protección personal (guantes, bata, etc.).

Pasos:

- Se recolectan muestras de sangre venosa de los pacientes utilizando técnicas estériles.
- Las muestras se etiquetan correctamente y se preparan para su análisis inmediato o almacenamiento a temperaturas adecuadas.
- En el analizador bioquímico, se añaden los reactivos específicos que permiten detectar la actividad de la colinesterasa.
- El equipo mide la velocidad con la que la enzima descompone el sustrato, generando datos numéricos que reflejan la actividad enzimática.
- Los resultados son registrados y comparados con valores de referencia para determinar si hay alteraciones.
- Se interpretan los datos y se relacionan con la posible exposición a plaguicidas y los síntomas clínicos.

Resultados:

Los resultados se expresan en unidades internacionales sobre litro, un nivel disminuido indica una posible inhibición de la colinesterasa, asociada a la exposición a plaguicidas organofosforado, los resultados permiten clasificar a los pacientes en grupos con actividad normal o alterada, facilitando la identificación de intoxicaciones y la toma de decisiones médicas o preventivas.

Su valor de referencia es de 3100 – 7700 U/L, es importante destacar que los valores de referencia pueden variar ligeramente entre diferentes laboratorios debido a las metodologías utilizadas y a los reactivos empleados.

3.4. Población

Según (Sampieri, 2014), la población en una investigación se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Esta puede estar formada por personas, objetos, sucesos o hechos que comparten una o más características relevantes para el estudio.

En esta investigación, la población está conformada por 40 trabajadores que laboran en una florícola ubicada en el cantón Píllaro, parroquia San Miguelito, provincia de Tungurahua, Ecuador. Todos los participantes están vinculados de manera directa o indirecta con actividades agrícolas que implican la manipulación o exposición a plaguicidas, en especial a compuestos organofosforados utilizados en el cultivo y manejo de flores. Estos trabajadores desempeñan distintas funciones dentro de la florícola, lo que permite obtener una visión más amplia de los posibles efectos asociados a los niveles de exposición a dichas sustancias químicas.

3.5. Muestra

Según (Roberto Hernández Sampieri, 2014), la muestra es un subconjunto representativo extraído de la población total, que permite obtener conclusiones válidas y confiables para el estudio. En esta investigación se aplicó un muestreo probabilístico, complementado con criterios específicos de inclusión y exclusión, con el fin de garantizar la homogeneidad y pertinencia de los

datos obtenidos. A continuación, se presenta la fórmula utilizada para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{(Z)^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{(D)^2 (N-1) + (Z)^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

- n= Muestra ¿?
- Z= Nivel de confianza 95% (1,96)
- P= Probabilidad de éxito 50% (0,5)
- Q= Probabilidad de fracaso 50% (0,5)
- N= Total de población 40
- D= Error máximo 5% (0,05)

$$n = \frac{(1,96)^2 (32) (0,5) (0,5)}{(0,05)^2 (32-1) + (1,96)^2 (0,5) (0,5)}$$

$$n = \frac{(3,84) (8)}{(0,0775) + (0,96)}$$

$$n = \frac{30,72}{1,0375}$$

$$n = 30$$

3.6. Criterios de Inclusión

Se tomará en cuenta a:

- Personas que presenten síntomas compatibles con intoxicación por organofosforados, como cefalea, miosis, debilidad muscular, salivación excesiva o dificultad respiratoria.
- Pacientes con antecedentes recientes de exposición a plaguicidas organofosforados, ya sea por vía dérmica, inhalatoria o ingestión.
- Trabajadores agrícolas o personas que manipulen o apliquen plaguicidas como parte de su actividad laboral.

3.7. Criterios de Exclusión

Se descartará del estudio a:

- Personas que están en el área de oficina.
- Mujeres embarazadas.
- Personas que no acepten participar o no firmen el consentimiento informado.

3.8. Recursos

3.8.1. Recursos Humanos

Cuadro 3

Descripción del Recurso Humano participante en la investigación

Nombre	Rol en la investigación
Liliana Núñez	Investigadora
Lcdo. Esteban Martínez	Tutor académico
Lcdo. Jorge Proaño	Tutor metodológico
Lcdo. Santiago Moya	Responsable de laboratorio

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Investigación

Cuadro 4

Honorarios del Recurso Humano de la investigación

Recursos humanos	Total, horas	Costo hora	Costo total
Investigadora	35	10	350,00
Tutor académico	40	10	400,00
Tutor metodológico	30	10	300,00
Responsable de laboratorio	15	10	150,00
Total			1200,00

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Investigación

3.8.2. Recursos Materiales

Cuadro 5

Recursos materiales utilizados en la investigación

Descripción ítem	Cantidad en unidades	Costo
Resma de hojas	2	10,00
Plan de internet	01	25,00
Tinta para impresora	04	40,00
Impresiones	300	60,00
Computador	01	300,00
Copias	200	20,00
Bolígrafos	5	5,00
Reactivos	8	60,00
Tubos	50	20
Agujas	40	10
Algodón, alcohol	1	10
Transporte	4	40,00
Total		600,00

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Investigación

3.8.3. Recursos Institucionales

La realización de este proyecto de investigación fue posible gracias al valioso apoyo del laboratorio clínico de la institución, el cual brindó las condiciones necesarias para el desarrollo

óptimo del estudio. Su colaboración incluyó el acceso a infraestructura adecuada, equipos especializados y personal capacitado, permitiendo así la obtención de resultados confiables y técnicamente sustentados. Este respaldo fue fundamental para cumplir con los objetivos planteados y asegurar la calidad científica del trabajo realizado.

3.8.4. Costo Total de la Investigación

Cuadro 6

Costo Total de la Investigación

	Costo
Recursos humanos	1200,00
Recursos materiales	600,00
Total	1800,00

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Investigación

3.9. Aspectos Éticos

Según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2013), los profesionales de la salud e investigadores deben respetar los marcos éticos, legales y jurídicos tanto del país donde se realiza como del país donde se origina la investigación. Asimismo, deben cumplir con las normativas internacionales vigentes. Ninguna ley o regulación nacional o internacional debe usarse para debilitar o anular las medidas de protección establecidas para los participantes en estudios clínicos (Helsinki, 2013)

Se informará a los participantes de manera clara y detallada sobre los objetivos del estudio y los procedimientos a realizar como:

- El proceso para la recolección de la muestra de sangre.
- El respeto a la confidencialidad de los datos.
- El derecho a retirarse del estudio en cualquier momento.
- El manejo ético de la información y resultados.
- La entrega de los resultados clínicos a cada paciente sin costo alguno.

3.10. Técnica de Análisis de Datos

En el desarrollo de esta investigación, se emplearon métodos de estadística descriptiva para organizar, analizar e interpretar los datos obtenidos. Con el apoyo de los programas Excel 2020 y SPSS versión 26, fue posible procesar la información de forma eficiente, permitiendo la creación de tablas y gráficos que facilitaron la visualización de los resultados. Estas herramientas informáticas contribuyeron a presentar los hallazgos de manera clara y comprensible, sirviendo de base para el análisis final.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

Siguiendo la metodología establecida, se procedió al análisis minucioso de los datos obtenidos con el apoyo del laboratorio clínico Moya & Espín. Los resultados que se detallan a continuación proporcionan una visión precisa sobre los niveles de colinesterasa en los trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados. Estos hallazgos permiten establecer parámetros de referencia confiables para esta enzima en la población evaluada, y constituyen un respaldo técnico importante para discutir las implicaciones toxicológicas y clínicas asociadas a la exposición ocupacional a este tipo de compuestos químicos.

Resultado de los Exámenes

Cuadro 7

Edad de los pacientes

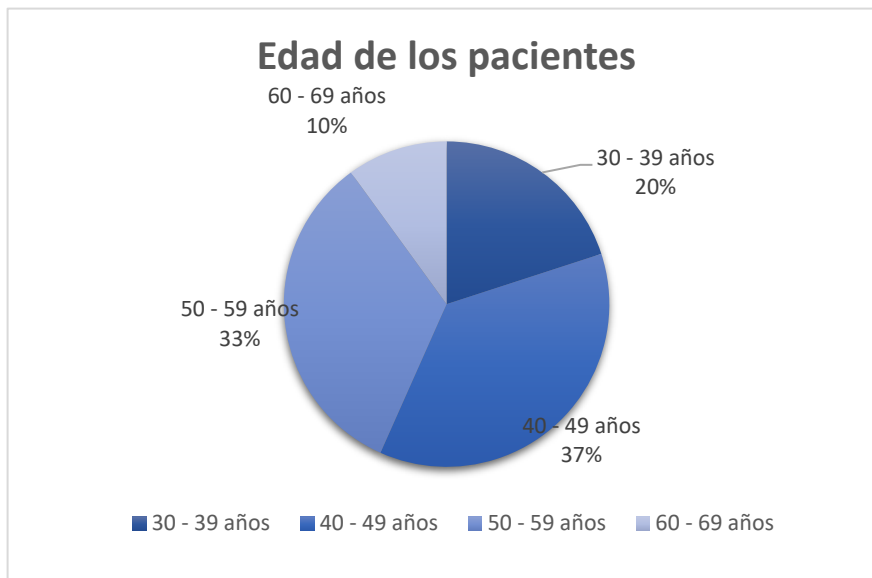
Alternativa	Cantidad	Porcentaje
30 - 39 años	6	20%
40 - 49 años	10	37%
50 - 59 años	11	33%
60 - 69 años	3	10%
Total	30	100 %

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Gráfico 2

Edad de los pacientes



Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Análisis e interpretación de Resultados:

La mayoría de los trabajadores encuestados (70%) tiene entre 40 y 59 años, lo que sugiere una larga trayectoria laboral y, por tanto, una mayor exposición acumulada a plaguicidas. En detalle, el 37% tiene entre 40 y 49 años y el 33% entre 50 y 59 años. El 20% pertenece al grupo de 30 a 39 años, mientras que solo el 10% está entre los 60 y 69 años, posiblemente por jubilación o reasignación a tareas menos exigentes.

Cuadro 8

Sexo de los pacientes

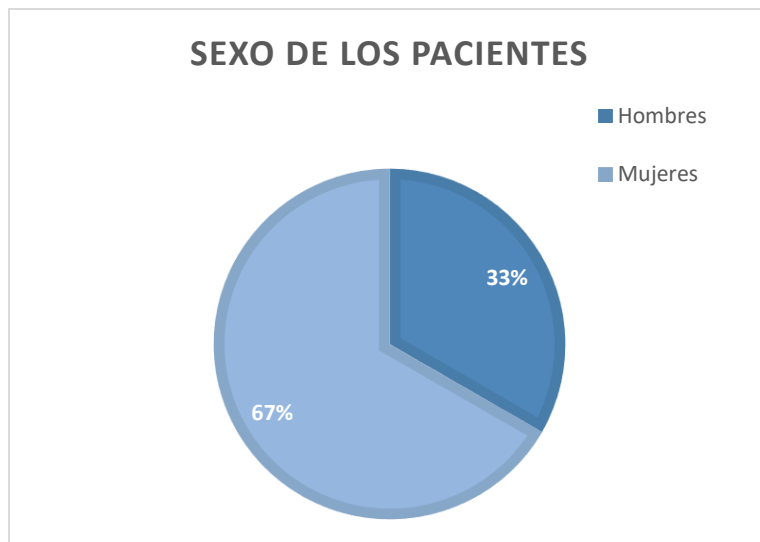
Alternativa	Cantidad	Porcentaje
Hombres	10	33 %
Mujeres	20	67 %
Total	30	100 %

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Gráfico 3

Sexo de los pacientes



Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Análisis e interpretación de Resultados:

Según la tabla 8 y el gráfico 3, el 33% de las personas encuestadas eran de sexo masculino, mientras que el 67% correspondía al sexo femenino.

Resultados de los exámenes

Cuadro 9

Resultado de Colinesterasa

N.º de Paciente	Resultado de Colinesterasa	Interpretación
1	3005 U/L	Alterado (Bajo nivel)
2	2990 U/L	Alterado (Bajo nivel)
3	2875 U/L	Alterado (Bajo nivel)
4	4785 U/L	Normal
5	2715 U/L	Alterado (Bajo nivel)
6	2655 U/L	Alterado (Bajo nivel))
7	5210 U/L	Normal
8	4763 U/L	Normal
9	3075 U/L	Alterado (Bajo nivel)
10	2850 U/L	Alterado (Bajo nivel)
11	5004 U/L	Normal
12	2570 U/L	Alterado (Bajo nivel)
13	2689 U/L	Alterado (Bajo nivel)
14	4476 U/L	Normal
15	4611 U/L	Normal
16	3017 U/L	Alterado (Bajo nivel)
17	2914 U/L	Alterado (Bajo nivel)
18	2564 U/L	Alterado (Bajo nivel)
19	4157 U/L	Normal
20	3221 U/L	Normal
21	2743 U/L	Alterado (Bajo nivel)
22	3939 U/L	Normal
23	4479 U/L	Normal
24	2428 U/L	Alterado (Bajo nivel)
25	2906 U/L	Alterado (Bajo nivel)
26	4949 U/L	Normal
27	2812 U/L	Alterado (Bajo nivel)
28	4525 U/L	Normal
29	3485 U/L	Normal
30	5750 U/L	Normal

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Cuadro 10

Resultado de Colinesterasa

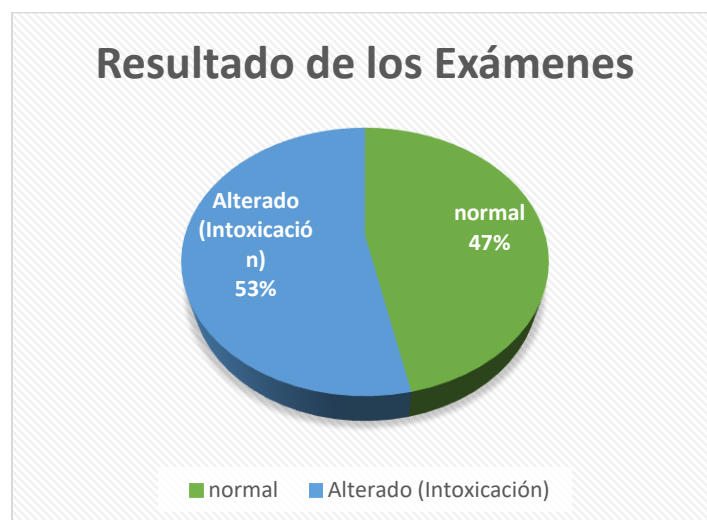
Detalle	Cantidad	Porcentaje
Normal	14	47%)
Alterado (Bajo nivel)	16	53%
Total, de exámenes procesados	30	100%

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Gráfico 4

Resultados de los exámenes



Fuente: Exámenes realizados por la investigadora

Elaborado por: Liliana Núñez

Interpretación de resultados

Se realizó una evaluación de los niveles de colinesterasa en 30 personas para identificar posibles casos de intoxicación por contacto con organofosforados, sustancias comúnmente usadas como pesticidas en el ámbito agrícola. Para saber si los resultados estaban dentro de lo esperado, se usaron como guía los valores de referencia establecidos por la casa comercial del reactivo, los cuales van de 3100 a 7700 U/L.

Los resultados mostraron que 14 pacientes presentaron valores normales, mientras que 16 pacientes tuvieron niveles alterados, es decir, por debajo del rango de referencia.

Esto significa que el 53% de los individuos en esta categoría mostraron una posible disminución de colinesterasa, lo cual puede estar relacionado con exposición a sustancias tóxicas como los organofosforados, muy comunes en pesticidas agrícolas. En cambio, el 47% restante tuvo resultados dentro del rango considerado saludable.

El hecho de que haya una mayoría con valores alterados dentro de esta categoría sugiere que un grupo considerable pudo haber estado expuesto a estos químicos, ya sea de forma reciente o acumulada con el tiempo. Este hallazgo es importante porque la reducción de colinesterasa puede traer consecuencias para la salud, desde malestares leves hasta síntomas más graves si no se detecta a tiempo.

Cuadro 11

Exámenes y su relación con los síntomas.

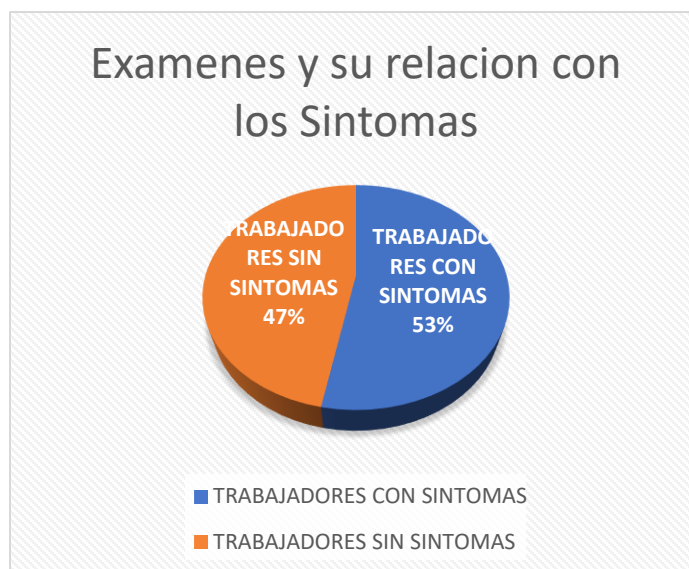
DETALLE	CANTIDAD	PORCENTAJE
TRABAJADORES CON SINTOMAS	16	53%
TRABAJADORES SIN SINTOMAS	14	47%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Gráfico 5

Exámenes y su relación con los síntomas



Elaborado por: Liliana Núñez

Fuente: Examen realizado por la investigadora

Análisis del resultado

En este estudio se evaluó la relación entre los niveles de colinesterasa y los síntomas de intoxicación en 30 trabajadores de una florícola expuestos a plaguicidas organofosforados. Los resultados mostraron que el 53% (16) de los trabajadores presentó síntomas compatibles con intoxicación y, además, tenían niveles bajos de colinesterasa, lo que indica una posible afectación bioquímica por la exposición a estos compuestos.

Por otro lado, el 47% (14) no mostró síntomas y sus resultados estuvieron dentro de los parámetros normales, lo que sugiere que no todos los trabajadores están igualmente expuestos o afectados. Estos datos reflejan una relación directa entre la disminución de la colinesterasa y la presencia de síntomas clínicos, lo que convierte a esta enzima en un buen indicador bioquímico para detectar posibles intoxicaciones en etapas tempranas.

Encuesta

Cuadro 12

Resultado de la encuesta

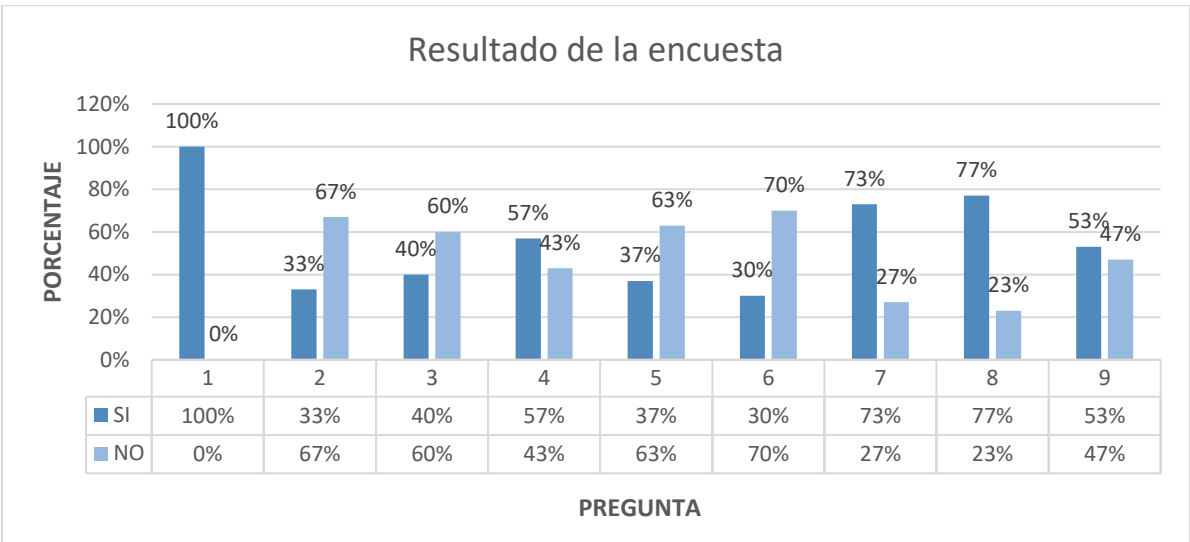
No.	ÍTEMS	Alternativas			
		Si		No	
		F	%	F	%
1	¿Utiliza o a estado en contacto con plaguicidas en su trabajo agrícola?	30	100	0	0
2	¿Sabe si los plaguicidas que usa contienen organofosforados, por ejemplo: malatión, fosmet, clorpirifós?	10	33	20	67
3	¿Aplica usted plaguicidas con frecuencia?	12	40	18	60
4	¿Utiliza equipo de protección al aplicar plaguicidas?	17	57	13	43
5	¿En algún momento ha tenido contacto del plaguicida directamente con su piel mientras realizaba su trabajo?	11	37	19	63
6	¿Ha inhalado el plaguicida durante su aplicación?	9	30	21	70
7	¿Trabaja más de 2 horas al día en contacto con plaguicidas?	22	73	8	27
8	¿Ha estado expuesto a plaguicidas en su trabajo durante más de un año?	23	77	7	23
9	¿Ha presentado algún síntoma o molestia después de usar o estar en contacto con plaguicidas?	16	53	14	47

Fuente: Encuesta realizada por la investigadora

Elaborado por: Liliana Núñez

Gráfico 6

Resultado de la encuesta



Fuente: Encuesta realizada por la investigadora

Elaborado por: Liliana Núñez

Análisis e interpretación de resultados:

Con base en la información presentada en la tabla 12 y el gráfico 6 de la encuesta aplicada, se pueden destacar varios aspectos importantes sobre la exposición y el manejo de plaguicidas en el trabajo agrícola de los encuestados:

En primer lugar, la totalidad de los participantes (100%) confirmó que ha estado en contacto con plaguicidas en su labor diaria, lo que indica que la exposición es un factor común y constante entre ellos.

Sin embargo, solo un 33% de los encuestados sabe que los plaguicidas que utiliza contienen compuestos organofosforados como malatión, fosmet o clorpirifós, mientras que el 67% desconoce esta información, lo cual podría limitar su capacidad para manejar estos químicos de forma segura.

Respecto a la frecuencia de aplicación, el 40% indicó que aplica plaguicidas con regularidad, aunque la mayoría (60%) no lo hace con frecuencia, lo que puede influir en el nivel de exposición que enfrentan.

Un aspecto positivo es que el 57% utiliza equipo de protección personal al manipular estos productos, aunque un 43% aún no adopta estas medidas básicas de seguridad, lo cual representa un riesgo para su salud.

En cuanto al contacto directo con los plaguicidas, el 37% reconoció que en algún momento su piel ha estado expuesta a estos químicos durante el trabajo, mientras que el 63% no ha tenido esta experiencia, lo que puede estar relacionado con el uso del equipo de protección.

Respecto a la inhalación durante la aplicación, solo el 30% admitió haber inhalado plaguicidas, mientras que el 70% no lo ha hecho, lo que puede estar vinculado a la manera en que aplican estos productos y las condiciones del entorno laboral.

Sobre el tiempo de exposición, un 73% trabaja más de dos horas al día en contacto con plaguicidas, lo que refleja una exposición considerable, mientras que un 27% está expuesto por menos tiempo.

En términos de antigüedad, el 77% de los encuestados ha estado expuesto a plaguicidas durante más de un año, lo que implica un riesgo acumulativo por la exposición prolongada, mientras que el 23% lleva menos tiempo.

Finalmente, el 53% manifestó haber experimentado algún síntoma o molestia después de usar o estar en contacto con plaguicidas, como dolor de cabeza, mareos o irritación, mientras que el 47% no reportó estas molestias.

Los resultados revelan que, aunque todos los trabajadores están en contacto directo con plaguicidas, existe un desconocimiento considerable sobre los químicos específicos que manejan,

ya que solo una minoría sabe que se trata de organofosforados. Además, no todos usan equipo de protección, lo que aumenta su vulnerabilidad. Esto se refleja en que 16 de los 30 trabajadores, es decir, más de la mitad, reportaron haber experimentado algún tipo de síntoma o molestia tras estar expuestos a los plaguicidas. Este dato es preocupante porque evidencia que la exposición no solo es frecuente, sino que también está afectando la salud de quienes trabajan en estas condiciones.

Discusión

La presente investigación determinó los niveles de colinesterasa y su relación con la intoxicación por plaguicidas organofosforados en trabajadores de una florícola. Partiendo de los antecedentes investigativos, se puede evidenciar en la literatura diferentes enfoques sobre cómo estos compuestos afectan la salud humana, particularmente a nivel bioquímico. En este contexto, se procede a comparar los resultados obtenidos con los de estudios previos para ampliar la comprensión del problema.

Relación entre la Colinesterasa e intoxicación por organofosforados

En este punto es importante citar a (Maroni, 2000), revisó más de 300 estudios publicados entre 1980 y 1999 sobre exposición a plaguicidas, y encontró que medir colinesterasa entre otros biomarcadores, es una de las formas más usadas para detectar efectos tempranos de toxicidad, incluso antes de que aparezcan síntomas evidentes. Esto coincide con lo que observé en mi estudio: trabajadores con exposición frecuente presentan niveles reducidos de colinesterasa sérica, aunque algunos no manifiestan aún síntomas clínicos.

Además, (Maroni, 2000) señala la importancia de tomar muestras correctamente, asegurar un buen almacenamiento y controlar factores como la variabilidad individual, algo que yo también

consideré en mi metodología al usar cuestionarios sobre uso de protección, tiempo de exposición y parámetros bioquímicos.

Mis hallazgos refuerzan lo planteado por Maroni, la colinesterasa es un biomarcador útil para vigilancia ocupacional de trabajadores agrícolas, y mi estudio aporta datos locales que complementan esa evidencia global.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

Con relación al primer objetivo, se pudo evidenciar que una parte importante de los trabajadores evaluados presentaron niveles de colinesterasa por debajo de los valores considerados normales. Este hallazgo indica una posible inhibición enzimática, la cual puede estar vinculada directamente a la exposición continua a plaguicidas organofosforados. Aunque no todos los casos analizados reflejaron síntomas clínicos graves, los resultados muestran que ya existe un impacto biológico medible que podría agravarse si no se toman medidas oportunas.

Con relación al segundo objetivo se cumplió al observar una relación directa entre la disminución en los niveles de colinesterasa y el uso frecuente de plaguicidas organofosforados, especialmente en trabajadores con contacto directo y uso inadecuado del equipo de protección personal. Además, varios participantes reportaron síntomas como cefaleas, mareos e irritaciones cutáneas, que coinciden con manifestaciones tempranas de intoxicación leve, fortaleciendo así la evidencia del vínculo entre exposición y alteración enzimática.

En concordancia con el tercer objetivo, se diseñó y presentó una estrategia preventiva enfocada en reducir los riesgos asociados al uso de plaguicidas. Esta propuesta consistió en un material educativo dirigido a los trabajadores, el cual detalla prácticas seguras, el uso correcto del equipo de protección personal y recomendaciones para minimizar el contacto directo con sustancias tóxicas. La finalidad de esta estrategia no solo es prevenir nuevos casos de intoxicación, sino también fomentar una cultura de autocuidado dentro del entorno laboral agrícola.

5.2. Recomendaciones

Considerando las conclusiones y los hallazgos obtenidos en esta investigación, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados, así como para fortalecer las medidas de prevención:

1. A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación, se considera prioritario establecer un sistema de vigilancia médica continúa enfocado en los trabajadores expuestos a plaguicidas. Este sistema debería incluir exámenes periódicos para evaluar los niveles de colinesterasa en sangre, con el fin de identificar de forma temprana cualquier alteración enzimática. Al detectar posibles inhibiciones antes de que se manifiesten clínicamente, se podrían tomar decisiones oportunas en materia de salud ocupacional y prevenir cuadros de intoxicación más graves.
2. Por otro lado, se recomienda profundizar en el análisis de los factores asociados a la exposición laboral, como el tipo específico de plaguicidas utilizados, la frecuencia de contacto y el uso correcto o incorrecto del equipo de protección personal. Esta información permitirá establecer relaciones más claras entre los agentes químicos y los efectos biológicos observados, mejorando así la efectividad de las medidas preventivas implementadas en el entorno laboral.
3. Asimismo, se sugiere llevar un registro sistemático y actualizado de la exposición de cada trabajador. Dicho registro debería incluir datos como la duración de la jornada de aplicación, el producto químico utilizado, los métodos de aplicación y las condiciones en las que se realiza el trabajo. Esta herramienta no solo facilitaría el seguimiento individualizado de los trabajadores, sino que también permitiría detectar patrones comunes que puedan estar incidiendo directamente en la disminución de colinesterasa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Akdur, O., Durukan, P., Ozkan, S., et al. (2010). Puntuación de gravedad de la intoxicación, Escala de coma de Glasgow, intervalo QT corregido en la intoxicación aguda por organofosforados. *Human & Experimental Toxicology*, 29(5), 419–425.
<https://doi.org/10.1177/0960327110364640>
2. Amaya, E. F., Roa, A. M., Camacho, J. E., & otros. (2008). Valoración de factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a organofosforados y carbamatos en habitantes.
3. Atmaca, U., Saglamtas, R., Sert, Y., Çelik, M., & Gülçin, I. (2023). Síntesis sin metales mediante ciclización intramolecular, propiedades de inhibición enzimática y acoplamiento molecular de nuevas isoindolinonas. *Chemistry Select*, 8(9), e202204578.
<https://doi.org/10.1002/slct.202204578>
4. Bajgar, J. (2004). Intoxicación por organofosforados/agentes nerviosos: Mecanismo de acción, diagnóstico, profilaxis y tratamiento. *Advances in Clinical Chemistry*, 38, 151–216.
[https://doi.org/10.1016/s0065-2423\(04\)38006-6](https://doi.org/10.1016/s0065-2423(04)38006-6)
5. Bavaresco, A. (2006). Proceso metodológico en la investigación: Cómo hacer un diseño de investigación. Editorial de la Universidad del Zulia.
6. Brahmi, N., Mokline, A., Kouraichi, N., et al. (2006). Valor pronóstico de la acetilcolinesterasa eritrocitaria humana en la intoxicación aguda por organofosforados. *American Journal of Emergency Medicine*, 24(7), 822–827.
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.05.009>
7. Burtis, C. A., Ashwood, E. R., & Bruns, D. E. (2012). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics* (5.^a ed.). Elsevier. ISBN: 978-1416061649

8. Butinof, M., Fernández, R. A., Lerda, D., & otros. (2019). Biomonitoring in exposure to pesticides and its contribution in epidemiological surveillance in agroaplicators in Córdoba, Argentina. <https://scielosp.org/article/pspp/1998.v4n6/03/es/>
9. Butirof, M. (2019). Intoxicación aguda por organofosforados en trabajadores agrícolas. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Manabí.
10. Carmen, Y. T. P. D. (2020). [Repositorio institucional]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec>
11. Carmona-Fonseca, J. (2007). Correlación y conversión entre los valores de actividad de la colinesterasa plasmática medida por tres técnicas diferentes. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 22(1), 35–40. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892007000600005>
12. Čolović, M. B., Krstić, D. Z., Lazarević-Pašti, T. D., Bondzic, A. M., & Vasic, V. M. (2013). Inhibidores de la acetilcolinesterasa: farmacología y toxicología. *Current Neuropharmacology*, 11(3), 315–335. <https://doi.org/10.2174/1570159X11311030006>
13. Dewan, A., Patel, A. B., Pal, R. R., Jani, U. J., Singel, V. C., & Panchal, M. D. (2008). Intoxicación masiva por etión con alta mortalidad. *Clinical Toxicology (Philadelphia)*, 46(1), 85–88. <https://doi.org/10.1080/15563650701517251>
14. Díaz de Céspedes, N. (2006). Normas para la elaboración, presentación, evaluación y aprobación de los trabajos de grado (Especialización y Maestría). Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora".
15. Eddleston, M., Buckley, N. A., Eyer, P., & Dawson, A. H. (2008). Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. *The Lancet*, 371(9612), 597–607. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61202-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61202-1)
16. García, J. E. (s.f.). [Artículo]. <https://scielosp.org/article/pspp/1998.v4n6/03/es/>

17. Geovanna, Z. S. P. (2023). Enfermedades por exposición a plaguicidas agrícolas en la empresa florícola “Fresh Market of Ecuador”.
18. Gerald F. O’Malley, G. (s.f.). Organophosphate poisoning and carbamate poisoning.
<https://www.msdmanuals.com/professional/injuries-poisoning/poisoning/organophosphate-poisoning-and-carbamate-poisoning>
19. Gómez Gutiérrez, J. A. (2018). Importancia del análisis enzimático en la química clínica. *Revista Bioquímica Médica*, 12(3), 45–53.
20. González, M., & Sánchez, J. (2012). *Semiología médica: Fundamentos clínicos para el diagnóstico*. Editorial Médica Panamericana.
21. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill. ISBN: 978-607-15-1045-6
22. ISTAS-CCOO. (2018). *Guía sobre los riesgos derivados del uso de productos químicos en el sector de la jardinería y su prevención*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)
23. Johnson, M. K., & Lotti, M. (1980). Delayed neurotoxicity caused by chronic feeding of organophosphates requires a high point of inhibition of neurotoxic esterase. *Toxicology Letters*, 5, 99–106.
24. Juarez, G., Loaiza, Y., Mosquera, X., & otros. (2000). Determinación de la prevalencia de intoxicación por compuestos organofosforados mediante dosificación de colinesterasa en 100 trabajadores florícolas de la provincia del Azuay (noviembre 1999 – junio 2000).
25. Kızıldaş, H., Bingöl, Z., Gören, A. C., Alwasel, S. H., & Gülçin, I. (2023). Análisis de compuestos fenólicos mediante LC-HRMS y determinación de las propiedades

- antioxidantes e inhibidoras de enzimas de *Verbascum speciosum* Schrad. Records of Natural Products, 17(3), 485–500. <https://doi.org/10.25135/rnp.370.2210.2598>
26. LAB, ELGA. (2025). Clinical Biochemistry. <https://es.elgalwater.com/clinical-biochemistry>.
27. Lemos, M. (2025). Colinesterasa: para qué sirve y qué significa que esté alta o baja.
28. Maroni, M., Colosio, C., Ferioli, A., & Fait, A. (2000). Biological monitoring of pesticide exposure: A review. Toxicology, 143(1), 1–118. [https://doi.org/10.1016/s0300-483x\(99\)00152-3](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(99)00152-3)
29. Marrero, S., González, S., Guevara, H., & Eblen, A. (2017). Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. Comunidad y Salud, 15(1), 30–41.
30. McPherson, R. A., & Pincus, M. R. (2017). Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods (23.^a ed.). Elsevier. ISBN: 978-0323413152
31. Ministerio de Salud Pública. (2018). Guía de prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedad renal crónica. https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/guia_preencion_diagnostico_tratamiento_enfermedad_renal_cronica_2018.pdf
32. Monica, B. V. (1994). Determinación de colinesterasa sérica en pacientes expuestos a insecticidas organofosforados.
33. Morales Silva, C. (2021). Evaluación de colinesterasa en trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas. Revista Latinoamericana de Toxicología Ocupacional, 8(2), 101–109.
34. Patel, A. (2023). Método colorimétrico simple y rápido para la determinación de la actividad de la colinesterasa en eritrocitos y plasma y comparación con el método estándar de Ellman.

35. Pérez, J., Olivera, M., Ruiz, M., Villar, D., & Giraldo, C. (2012). Uso de la actividad colinesterasa para el diagnóstico de intoxicaciones por insecticidas organofosforados y carbamatos. *Revista MVZ Córdoba*, 17(2), 3053–3058.
36. Pizarro Zapata, S. D. R. (2014). Determinación de colinesterasa sérica en usuarios de organofosforados en labores agrícolas y su relación con la frecuencia de uso en el Barrio El Alumbra, Loja (marzo–julio 2014).
37. PubMed. (2013). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
38. Reyes, J., Roque, S., Arias, I., & otros. (2013). Evaluación clínica epidemiológica de salud en susceptibles expuestos a inhibidores de la CHE en sectores frutícolas de Patate, Tungurahua – Ecuador.
39. Rigoberto, S. P. L. (2016). Intoxicaciones agudas por organofosforados de trabajadores de almacenes agroquímicos regulados del Cañar: Guía de prevención.
40. Sramek, J. J., & Cutler, N. R. (2000). Inhibición de la colinesterasa en los eritrocitos: ¿Un marcador indirecto útil para la actividad inhibidora de la colinesterasa en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer? *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 14(4), 216–227. <https://doi.org/10.1097/00002093-200010000-00006>
41. Vásquez, V., León, C., González, B., Preciado, S. (2016). Exposición laboral a plaguicidas y efectos en la salud de trabajadores florícolas de Ecuador.
42. Yanez Toapanta, P. D. C. (2020). Medidores bioquímicos para intoxicación en agricultores expuestos a organofosforados en la parroquia San Miguelito del cantón Píllaro.
43. Yélamos, F., Díez, F., Martín, J. C., Blanco, J. L., García, M. J., Lardelli, A., & Peña, J. F. (1992). Intoxicaciones agudas por insecticidas organofosforados en la provincia de Almería. Estudio de 187 casos. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 98, 681–684.

44. Yiğit, B., Kaya, R., Taslimi, P., Işık, Y., Karaman, M., Yiğit, M., Özdemir, I., & Gulçin, I. (2019). Sales de cloruro de imidazolinio con grupos de punta de ala: síntesis, acoplamiento molecular e inhibición de enzimas metabólicas. *Journal of Molecular Structure*, 1179, 709–718. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.11.038>

ANEXOS 1:

ENCUESTA

Nombres y Apellidos:

Edad:

Área:

Alternativas de respuesta	
SI	NO

No.	ÍTEMS	Alternativas			
		Si		No	
		F	%	F	%
1	¿Utiliza o a estado en contacto con plaguicidas en su trabajo agrícola?				
2	¿Sabe si los plaguicidas que usa contienen organofosforados, por ejemplo: malatión, fosmet, clorpirifós?				
3	¿Aplica usted plaguicidas con frecuencia?				
4	¿Utiliza equipo de protección al aplicar plaguicidas?				
5	¿En algún momento ha tenido contacto del plaguicida directamente con su piel mientras realizaba su trabajo?				
6	¿Ha inhalado el plaguicida durante su aplicación?				
7	¿Trabaja más de 2 horas al día en contacto con plaguicidas?				
8	¿Ha estado expuesto a plaguicidas en su trabajo durante más de un año?				
9	¿Ha presentado algún síntoma o molestia después de usar o estar en contacto con plaguicidas?				

ANEXO 2:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento Informado para:	Toma de Muestra de Sangre para Evaluación de Intoxicación por Organofosforados (con fines académicos).			
Carrera de la Institución.	Laboratorio Clínico			
Número de Cédula del Paciente:				
Fecha:			Hora:	
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres completos	Edad	# de paciente
DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO				
He facilitado la información completa que conozco y me ha sido solicitado, sobre los antecedentes personales y familiares de mi estado de salud, soy consciente de que omitir estos datos puede afectar los resultados del de cualquier procedimiento o tratamiento. Estoy de acuerdo con el procedimiento que se me ha propuesto, he sido informado de las ventajas e inconvenientes de este; se me ha explicado de forma clara en que consiste, los beneficios y posibles riesgos del procedimiento. He escuchado, leído y comprendido la información recibida y se me ha dado la oportunidad de preguntar sobre el procedimiento. He tomado consciente y libremente la decisión de autorizar el procedimiento. Consiento que durante la interrogación o intervención me realicen otro procedimiento adicional, si es considerado necesario según juicio profesional de la salud, para mi beneficio. También conozco que puedo retirar mi consentimiento cuando lo estime oportuno.				
Nombre completo del Paciente		Cédula de ciudadanía		Firma o huella del paciente
Si el paciente no está autorizado o habilitado para firmar el consentimiento informado				
Nombre del Representante Legal		Cédula de ciudadanía		Firma o huella del representante legal
RESPONSABILIDAD				
Nombre del estudiante responsable: Liliana Elizabeth Núñez Pilamunga				
Firma:				

ANEXO 3:

- **ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN PARA LA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS**

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ESPAÑA

ISTE



AREA DE SALUD

CARRERA: LABORATORIO CLINICO INTENSIVO

TEMA: ESTRATEGIA PREVENTIVA FRENTE A LA EXPOSICIÓN A
PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN TRABAJADORES AGRÍCOLAS

AUTOR:

Liliana Núñez

TUTOR:

Lcdo.: Jorge Proaño

1. INTRODUCCIÓN

La exposición a plaguicidas organofosforados representa un riesgo significativo para la salud de los trabajadores del sector agrícola. Estas sustancias, utilizadas comúnmente para el control de plagas, pueden generar efectos tóxicos agudos y crónicos, afectando principalmente el sistema nervioso mediante la inhibición de la enzima colinesterasa.

Ante este panorama, surge la necesidad de implementar estrategias preventivas que permitan detectar tempranamente la exposición y, al mismo tiempo, fomentar hábitos seguros de trabajo que reduzcan la incidencia de intoxicaciones. Este informe presenta una propuesta estructurada de intervención preventiva, orientada a proteger la salud de los trabajadores expuestos.

2. Objetivo General

Diseñar e implementar una estrategia preventiva integral para reducir los riesgos asociados a la exposición a plaguicidas organofosforados en trabajadores agrícolas, mediante monitoreo bioquímico y educación en prácticas seguras.

3. Objetivos Específicos

- ❖ Realizar una evaluación bioquímica inicial de los trabajadores expuestos, mediante la medición de los niveles de colinesterasa en sangre como marcador de exposición a organofosforados.
- ❖ Desarrollar e implementar un programa educativo dirigido a los trabajadores agrícolas, que promueva prácticas seguras en el manejo de plaguicidas y el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP).
- ❖ Fomentar una cultura de prevención y autocuidado, sensibilizando a los trabajadores sobre los riesgos químicos y fortaleciendo su capacidad para identificar señales tempranas de intoxicación.

4. Estrategia Propuesta

- ❖ La estrategia consta de dos etapas complementarias:

Primera Etapa: Evaluación Bioquímica Inicial

Esta fase tiene como objetivo establecer un punto de partida clínico mediante la medición de los niveles de colinesterasa en sangre. Esta prueba permite detectar la inhibición enzimática provocada por la exposición a organofosforados, incluso en ausencia de síntomas clínicos evidentes.

Las mediciones se realizarán de forma individual, garantizando la confidencialidad de los resultados. Aquellos trabajadores que presenten valores por debajo del rango normal serán referidos para atención médica y seguimiento especializado.

Segunda Etapa: Intervención Educativa y Preventiva

Basada en el tercer objetivo específico, durante una reunión con los trabajadores agrícolas, se llevó a cabo una charla educativa enfocada en la prevención de intoxicaciones por plaguicidas. El contenido fue abordado con una metodología participativa, fomentando el diálogo abierto, la resolución de dudas y la reflexión sobre la seguridad laboral. Esta etapa no solo busca prevenir nuevos casos de intoxicación, sino también construir una conciencia colectiva sobre el autocuidado y la importancia de la salud ocupacional en el ámbito agrícola, para ello, se diseñó un contenido formativo enfocado en:

♦ 1. Identificación de riesgos laborales asociados al uso de plaguicidas

Reconocer los peligros presentes en el manejo de plaguicidas permite tomar decisiones más seguras en el trabajo agrícola. Estos riesgos pueden incluir desde intoxicaciones por contacto o inhalación, hasta efectos a largo plazo por exposición continua, y deben ser identificados para prevenir accidentes y proteger la salud del trabajador.

◊ **2. Buenas prácticas en la preparación, aplicación y almacenamiento de productos químicos.**

Aplicar correctamente los plaguicidas empieza mucho antes de su uso: preparar la mezcla en el lugar adecuado, medir bien las cantidades y almacenarlos en condiciones seguras evita derrames, contaminación y riesgos innecesarios tanto para las personas como para el ambiente.

◊ **3. Uso correcto y obligatorio del equipo de protección personal (guantes, mascarillas, ropa especial, etc.)**

El equipo de protección personal actúa como una barrera entre el trabajador y el plaguicida. Usarlo adecuadamente y no solo por obligación es clave para evitar la absorción de sustancias tóxicas por la piel, los ojos o los pulmones.

◊ **4. Recomendaciones para minimizar el contacto dérmico e inhalatorio**

Reducir el contacto directo con plaguicidas implica seguir ciertos hábitos preventivos, como no comer ni fumar durante su aplicación, lavar bien las manos después del trabajo, ducharse al finalizar la jornada y evitar reutilizar ropa contaminada. Estas acciones simples disminuyen significativamente el riesgo de intoxicación.

Durante una reunión con los trabajadores agrícolas, se llevó a cabo una charla educativa enfocada en la prevención de intoxicaciones por plaguicidas. El contenido fue abordado con una metodología participativa, fomentando el diálogo abierto, la resolución de dudas y la reflexión sobre la seguridad laboral. Esta etapa no solo busca prevenir nuevos casos de intoxicación, sino también construir una conciencia colectiva sobre el autocuidado y la importancia de la salud ocupacional en el ámbito agrícola.

 5. Resultados Esperados

- Identificación oportuna de trabajadores con niveles alterados de colinesterasa.
- Reducción de conductas de riesgo en el uso de plaguicidas.
- Mayor adherencia al uso de EPP en las labores diarias.
- Disminución de casos agudos de intoxicación.
- Consolidación de una cultura preventiva en el entorno laboral.

✂ 6. Recomendaciones

- Realizar controles bioquímicos periódicos para seguimiento.
- Reforzar la capacitación de manera continua, especialmente en temporadas de alta aplicación de plaguicidas.
- Incorporar esta estrategia dentro de los protocolos de seguridad de las empresas agrícolas.
- Establecer canales de reporte inmediato ante síntomas de intoxicación.

📖 7. Conclusiones

- La implementación de una estrategia preventiva como la aquí descrita permite abordar la problemática de la intoxicación por organofosforados desde una perspectiva integral: diagnóstica, educativa y cultural. La combinación del monitoreo bioquímico con la formación activa de los trabajadores es clave para reducir la morbilidad asociada a plaguicidas y garantizar condiciones laborales más seguras.
- Fomentar el autocuidado y la responsabilidad compartida en el manejo de sustancias tóxicas no solo protege la salud individual, sino que fortalece la salud colectiva de todo el entorno agrícola.

📖 8. Referencias Bibliográficas

- Organización Mundial de la Salud. (2020). Seguridad en el uso de plaguicidas en la agricultura. OMS. <https://www.who.int/>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2021). Guía para la evaluación de riesgos por exposición a plaguicidas. INSST. <https://www.insst.es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Manual de buenas prácticas agrícolas para el uso seguro de plaguicidas. FAO. <https://www.fao.org/>.

ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS

**CHARLA CON LOS TRABAJADORES SOBRE EL TEMA DEL PROYECTO, EL
PROCEDIMIENTO A REALIZAR Y CAPACITACIÓN EDUCATIVA SOBRE LA
ESTRATEGIA PREVENTIVA.**

Fotografía 1:



Fotografía 2:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

LLENANDO CONSENTIMIENTOS INFORMADOS Y ENCUESTA.

Fotografía 3:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Fotografía 4:



Fotografía 5:

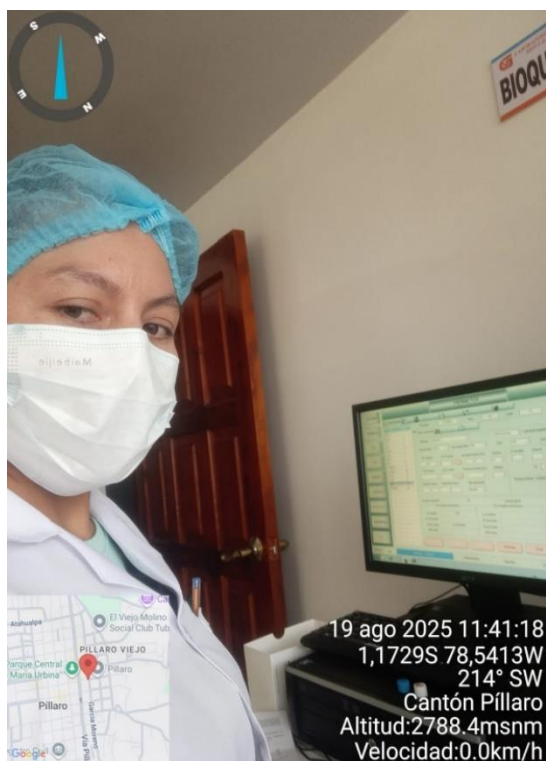


Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

COLOCANDO LOS DATOS DEL INSERTO DEL REACTIVO DE COLINESTERASA EN EL EQUIPO

Fotografía 6:



Fotografía 7:



Fuente: Propia

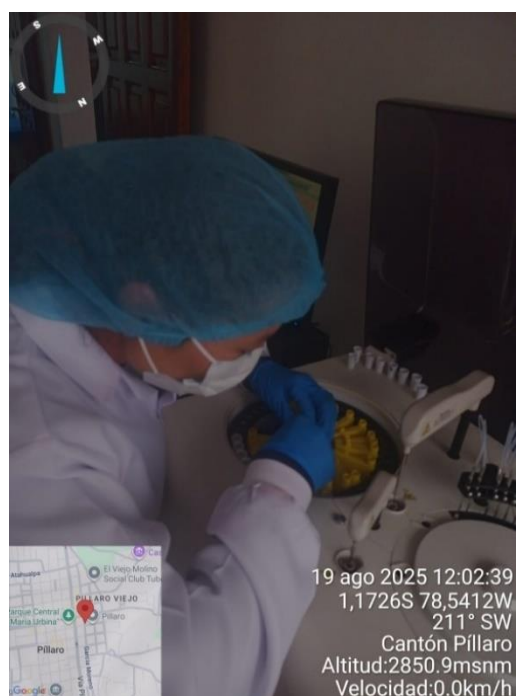
Elaborado por: Liliana Núñez

COLOCANDO EL REACTIVO DE COLINESTERASA EN EL EQUIPO

Fotografía 8:



Fotografía 9:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

CARGANDO LOS SUEROS EN LAS CUBETAS PARA YA COLOCAR EN EL EQUIPO

Fotografía 10:



Fotografía 11:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

COLOCANDO EN EL EQUIPO LA INFORMACIÓN DE CADA PACIENTE

Fotografía 12:



Fotografía 13:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez

PASANDO AL CUADERNO LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA COLINESTERASA

Fotografía 14:



Fotografía 15:



Fuente: Propia

Elaborado por: Liliana Núñez