UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓNSOBRE:

"LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN AGRICULTORES DEL CANTÓN PALORA".

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

Autora: Abad Defaz, Jenifer Alexandra

Tutora: Lcda. Mg Valenzuela Sánchez, Gabiela Paola

Ambato – Ecador

Agosto 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el tema: **"LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN AGRICULTORES DEL CANTÓN PALORA".**

De la Srta. Abad Defaz Jenifer Alexandra, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato. Considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por el Jurado examinador designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Agosto 2024

LA TUTORA



Firmado electrónicamente por:
GABRIELA PAOLA
VALENZUELA SANCHEZ

Lcda. Mg Valenzuela Sánchez, Gabiela Paola

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación sobre:

"LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN AGRICULTORES DEL CANTÓN PALORA". como también los contenidos, ideas, objetivos y futura aplicación del trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Agosto 2024

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
JENIFER ALEXANDRA
ABAD DEFAZ

Abad Defaz, Jenifer Alexandra

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de esta tesis o parte de ella, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación.

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

Ambato, Agosto 2021

LA AUTORA



Abad Defaz, Jenifer Alexandra

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **"LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN AGRICULTORES DEL CANTÓN PALORA"** de Abad Defaz Jenifer Alexandra, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, Agosto 2024

Para constancia firman:

PRESIDENTE/A	1er VOCAL	2do VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo, va dedicado primero a Dios, quien me ha llenado de bendiciones, y me ha dado la fuerza e inspiración para luchar cada día por alcanzar mis sueños, permitiéndome compartir mis éxitos y fracasos con cada una de las personas que aprecio.

Se lo dedico a mis padres, quienes me han brindado todo su apoyo ininterrumpidamente, y siempre estaré agradecida con ellos, por su sacrificio y el trabajo arduo a lo largo de todo este tiempo, con el fin de brindarme todas las facilidades para poder alcanzar un logro más en mi vida.

A mi familia que contribuyeron para que yo siga con mis sueños.

Para ustedes este logro gracias.

Abad Defaz Jenifer Alexandra

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por guiarme y darme la sabiduría para enfrentar con madurez mis dificultades, y celebrar con humildad mis logros.

Agradezco a mis padres por haberme dado la vida y estar conmigo siempre y ser los pilares fundamentales de mi vida, quienes a diario me brindan su amor y a apoyo incondicional, además con sus consejos me impulsaron a no rendirme, y a luchar por alcanzar mis objetivos

Agradezco a los docentes universitarios, quienes me apoyaron durante mi formación profesional, bridándome sus conocimientos y siendo parte de cada una de las experiencias compartidas durante mi estancia en esta maravillosa carrera.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato y a su Facultad de ciencias de la Salud por haberme acogido durante la corta época universitaria y ser la mentora para que yo pueda alcanzar este éxito.

Abad Defaz Jenifer Alexandra

ÍNDICE GENERAL

PORTADA i

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL viii

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE GRÁFICOS xiv

ÍNDICE ANEXOS xvi

RESUMEN xvii

SUMMARY xix

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I 5

1. MARCO TEORICO 5

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 5

1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 10

Pesticidas 10

Categorización de pesticidas 11

Tipos de pesticidas 11

Clases de pesticidas 12

Aplicación foliar… 14

Equipo de protección personal (EPP) para aplicación foliar 14

Aplicación drench… 15

Equipo de protección personal (EPP) para aplicación drench… 15

Colinesterasa 15

Funciones metabólicas del hígado… 16

Pruebas de funcionamiento hepático 17

Alanina aminotransferasa (ALT/TGP) 17

Aspartato aminotransferasa (AST/TGO) 17

Mecanismos de Acción de los Agroquímicos en el Hígado 17

Toxicidad Directa 17

Interferencia Metabólica 18

Inflamación y Respuesta Inmune 18

Relación entre ALT, AST y Exposición a Agroquímicos 19

Monitorización de la Exposición y la Salud 21

1.3. OBJETIVOS 22

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 22

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22

CAPITULO II. 23

2. METODOLOGIA 23

2.1 Tipo de investigación 23

2.1.1 Enfoque de la investigación. 23

2.1.2 Modalidad básica de la investigación. 23

2.1.3 Selección del área o ámbito de estudio 24

2.2 Población y muestra 25

2.2.1 Criterios de inclusión. 25

2.2.2 Criterios de exclusión. 25

2.3 Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información. 25

2.3.1 Procedimientos analíticos 26

2.3.1.2 Análisis 26

Determinación cuantitativa de colinesterasa 27

Determinación cuantitativa ALT 29

Determinación cuantitativa AST 30

2.5 Consideraciones éticas 32

Consentimiento informado. 32

CAPITULO III 33

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33

3.1 Resultados 33

3.2 Hipótesis 76

3.3 Discusión 81

CAPITULO IV 87

4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS 87

4.1 Conclusiones 87

4.2 Recomendaciones 89

4.3 Bibliografía 90

4.4 Anexos 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos demográficos según la edad de la población. 34

Tabla 2: Datos demográficos según el género de la población..... 35

Tabla 3: Pacientes con concentración de colinesterasa (CHE) normal y elevada..... 36

Tabla 4: Pacientes con concentración de Aspartato Aminotransferasa (AST) normal y elevada..... 38

Tabla 5: Pacientes con concentración de Alanina Aminotransferasa (ALT) normal y elevada..... 40

Tabla 6: Años de antigüedad en cultivos de Pitahaya 42

Tabla 7: Conoce qué es una aplicación foliar. 44

Tabla 8: Conoce el equipo de protección para la aplicación foliar. 45

Tabla 9: Equipo de protección que usa para la aplicación foliar y drench..... 46

Tabla 10: Con qué frecuencia realiza la aplicación foliar. 49

Tabla 11: Conoce qué es una aplicación Drench. 51

Tabla 12: Conoce el equipo de protección para la aplicación Drench..... 52

Tabla 13: Con qué frecuencia realiza la aplicación Drench. 53

Tabla 14: Utiliza el equipo de protección personal..... 55

Tabla 15: Ha recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas en la producción de cultivos 57

Tabla 16: Conoce los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas 58

Tabla 17: Ha tenido síntomas como: Dolor de cabeza, ardor de ojos, ojos enrojecidos, cansancio o sueño, mareos después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo… 60

Tabla 18: Si su respuesta es SI señale los síntomas que ha presentado… 61

Tabla 19: ¿Cuánto tiempo espera antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas? 63

Tabla 20: De la siguiente lista de agroquímicos seleccione aquellos que usa para aplicar en los cultivos..... 65

Tabla 21: Considera que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha mejorado la productividad de los cultivos 67

Tabla 22: Reciben capacitación regular sobre el manejo seguro de plaguicidas 68

Tabla 23: Relación comparativa de los niveles de colinesterasa y transaminasas ALT y AST según los años de exposición en cultivos de pitahaya, frecuencia de exposición en aplicación foliar y frecuencia de exposición en aplicación drench mediante la Correlación de Pearson. 70

Tabla 24: Media de las concentraciones de colinesterasa (CHE). 72

Tabla 25: Media de las concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST)… 73

Tabla 26: Media de las concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT)…..... 75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Edad de la población. 34

Figura 2: Género. 35

Figura 3: Pacientes con concentración de colinesterasa (CHE) normal y elevada..... 37

Figura 4: Pacientes con concentración de Aspartato Aminotransferasa (AST) normal y elevada..... 39

Figura 5: Pacientes con concentración de Alanina Aminotransferasa (ALT) normal y elevada..... 41

Figura 6: Años de antigüedad en cultivos de pitahaya 43

Figura 7: Conoce qué es una aplicación foliar. 44

Figura 8: Conoce el equipo de protección para la aplicación foliar. 45

Figura 9: Equipo de protección que usa para la aplicación foliar y drench..... 48

Figura 10: Con qué frecuencia realiza la aplicación foliar…..... 50

Figura 11: Conoce qué es una aplicación Drench…..... 51

Figura 12: Conoce el equipo de protección para la aplicación Drench..... 52

Figura 13: Con qué frecuencia realiza la aplicación Drench… 54

Figura 14: Utiliza el equipo de protección personal..... 56

Figura 15: Ha recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas en la producción de cultivos 57

Figura 16: Conoce los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas ……59

Figura 17: Ha tenido síntomas como: Dolor de cabeza, ardor de ojos, ojos enrojecidos, cansancio o sueño, mareos después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo…… 60

Figura 18: Si su respuesta es SI señale los síntomas que ha presentado…..... 62

Figura 19: ¿Cuánto tiempo espera antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas?..... 64

Figura 20: De la siguiente lista de agroquímicos seleccione aquellos que usa para aplicar en los cultivos..... 66

Figura 21: Considera que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha mejorado la productividad de los cultivos..... 67

Figura 22: Reciben capacitación regular sobre el manejo seguro de plaguicidas..... 69

Figura 24: Media de las concentraciones de colinesterasa (CHE)..... 72

Figura 25: Media de las concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST)…..... 74

Figura 26: Media de las concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT)…..... 75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Identificación de los participantes 98

ANEXO 2: Cumplimiento del consentimiento informado y encuesta 98

ANEXO 3: Toma de muestra de sangre 99

ANEXO 4: Separación de suero en los recipientes eppendorf 99

ANEXO 5: Equipo para las determinaciones 100

ANEXO 6: Reactivos para las determinaciones 100

ANEXO 7: Reactivos control 101

ANEXO 8: Procesamiento ……

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

"LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN AGRICULTORES DEL CANTÓN PALORA"

Autor: Abad Defaz, Jenifer Alexandra
Tutora: Lcda. Mg. Valenzuela Sánchez, Gabriela Paola
Fecha: Junio, 2024

RESUMEN

La exposición a organofosforados y carbamatos genera preocupaciones sobre posibles efectos negativos en la salud de los trabajadores agrícolas. Al analizar la enzima colinesterasa sérica y las transaminasas aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) se pudo encontrar variación de factores asociados al deterioro de las enzimas. El objetivo de la investigación fue evaluar los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores del cantón Palora. Este estudio tuvo un enfoque longitudinal, observacional, prospectivo y prolectivo. La muestra fue seleccionada de manera no probabilística empleando criterios de inclusión y exclusión, para este estudio se incluyeron 30 trabajadores agrícolas entre 22 a 35 años del cantón Palora. Los parámetros del laboratorio como colinesterasa y AST y ALT fueron analizados a través de técnicas de espectrofotometría. Para el análisis de datos, se incluyeron pruebas estadísticas como la correlación de Pearson y se realizó también un análisis de varianza ANOVA tanto para las variables cuantitativas como cualitativas. Los resultados mostraron un aumento significativo en las concentraciones de colinesterasa en los agricultores expuestos a plaguicidas, indicando posibles efectos en la salud. Se encontró que las concentraciones de colinesterasa y transaminasas AST y ALT al ser comparadas con cada uno de los factores de riesgo analizando el entorno poblacional se dedujo que al ser una población que tiene una exposición no frecuente y rotativa se percibe una intoxicación temporal lo cual genera valores de asociación negativos y en algunos casos positivos. Se concluyó que la exposición a organofosforados y carbamatos afecta la salud de los agricultores, destacando la importancia de monitorear la salud hepática y promover el uso adecuado de equipos de protección.

PALABRAS CLAVES: Organofosforados, carbamatos, colinesterasa sérica, aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT) agroquímicos, exposición, daño hepatico, intoxicación.

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

"EXPOSURE TO ORGANOPHOSPHATES AND CARBAMATES IN FARMERS OF THE CANTON PALORA"

Author: Abad Defaz, Jenifer Alexandra
Tutora: Lcda. Mg. Valenzuela Sánchez, Gabriela Paola
Date: June, 2024

SUMMARY

Exposure to organophosphates and carbamates raises concerns about potential negative health effects for agricultural workers. When analyzing the serum cholinesterase enzyme and the transaminases aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT), variation in factors associated with enzyme deterioration could be found. The objective of the research was to evaluate risk factors, poisoning and possible liver damage due to exposure to organophosphates and carbamates in farmers in the canton of Palora. This study had a longitudinal, observational, prospective and prolective approach. The sample was selected in a non-probabilistic way using inclusion and exclusion criteria, for this study 30 agricultural workers between 22 and 35 years of age from the canton of Palora were included. Laboratory parameters such as cholinesterase and AST and ALT were analyzed through spectrophotometry techniques. For the data analysis, statistical tests such as Pearson's correlation were included, and an ANOVA analysis of variance was also performed for both quantitative and qualitative variables. The results showed a significant increase in cholinesterase concentrations in farmers exposed to pesticides, indicating possible health effects. It was found that the concentrations of cholinesterase and transaminases, AST, and ALT, when compared with each of the risk factors, analyzing the population environment, it was deduced that being a population that has a non-frequent and rotating exposure, a temporary intoxication is perceived, which generates negative association values and, in some cases, positive. It was concluded that exposure to organophosphates and carbamates affects the health of farmers, highlighting the importance of monitoring liver health and promoting the proper use of protective equipment.

KEY WORDS: ORGANOPHOSPHATES, CARBAMATES, SERUM CHOLINESTERASE, ASPARTATE AMINOTRANSFERASE (AST), ALANINE AMINOTRANSFERASE (ALT) AGROCHEMICALS, EXPOSURE, LIVER DAMAGE, POISONING.

INTRODUCCIÓN

La exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores plantea un desafío significativo en términos de salud ocupacional y seguridad en el trabajo. Estos pesticidas son comúnmente utilizados en la agricultura para el control de plagas y enfermedades, lo que genera preocupaciones sobre posibles efectos negativos en la salud de los trabajadores agrícolas. La falta de conocimiento detallado sobre la exposición a estos agroquímicos y sus efectos en la salud humana resalta la importancia de llevar a cabo una evaluación exhaustiva.

América Latina sobresale como una zona donde la agricultura ejerce una función primordial en la estructura económica y en el sustento de una vasta población. De acuerdo con las estadísticas proporcionadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el sector agropecuario representa una proporción que oscila entre el 2% y hasta alrededor del 20% del Producto Interno Bruto (PIB), dependiendo de las particularidades de cada país. Sin embargo, esta industria se enfrenta a desafíos de envergadura, especialmente vinculados con la salud y seguridad de los trabajadores rurales, entre los cuales destaca la exposición a sustancias agroquímicas tales como los organofosforados y carbamatos (1).

Además, estudios epidemiológicos han demostrado que un porcentaje alarmante de trabajadores agrícolas está expuesto a estos peligrosos compuestos químicos. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se estima que aproximadamente el 25% de los agricultores en la región están expuestos de manera crónica a agroquímicos, lo que representa un grave riesgo para su salud y bienestar (2).

Esta exposición no solo afecta la salud de los trabajadores agrícolas, sino que también tiene repercusiones en la seguridad alimentaria y el medio ambiente; La contaminación de suelos y fuentes de agua debido al uso indiscriminado de agroquímicos plantea serias amenazas para la sostenibilidad de la agricultura y la salud pública en la región (3).

En contextos de desarrollo, se registra una prevalencia de 35 casos por cada 100,000 habitantes de intoxicación por productos agroquímicos, de las cuales 17.8 están relacionadas con ocupaciones agrícolas. Esta situación se vincula a la insuficiente adhesión a protocolos de seguridad, la falta de cumplimiento de medidas de precaución, la manipulación errónea de recipientes vacíos y la interacción de diversos elementos contribuyen a esta problemática, la cual impacta de manera significativa en la salud pública y la seguridad laboral en entornos agrícolas en desarrollo (4).

En Ecuador, la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores constituye un problema de salud pública de considerable magnitud. Según estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), se estima que alrededor del 60% de los agricultores del país están expuestos de manera regular a organofosforados y carbamatos durante sus labores agrícolas (5). Esta exposición no solo representa un peligro inmediato para la salud de los trabajadores, sino que también plantea preocupaciones sobre los efectos a largo plazo en la salud pública y el medio ambiente.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que cada año se producen alrededor de 25 millones de casos de intoxicaciones agudas por pesticidas en todo el mundo, siendo la mayoría de ellos en países en desarrollo como Ecuador, donde la regulación y supervisión de su uso a menudo son menos estrictas. Esta situación se agrava aún más por la falta de acceso a servicios de salud adecuados en muchas zonas rurales del país, lo que dificulta el diagnóstico y tratamiento oportuno de las intoxicaciones por agroquímicos (6).

La exposición prolongada a concentraciones bajas de agentes plaguicidas puede desencadenar una variedad de efectos crónicos, incluyendo disfunciones del sistema nervioso central, anomalías genéticas, manifestaciones mutagénicas y carcinogénicas, así como lesiones dérmicas, pulmonares, oculares e inmunológicas, además, se ha observado una correlación entre la exposición prolongada a estos agentes químicos y la infertilidad masculina (7).

En particular, el Cantón Palora, situado en la provincia de Morona Santiago, no está exento de estas problemáticas. Con alrededor del 49% de la población ocupada del cantón dedicada a actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y pesqueras, la exposición a agroquímicos se convierte en un riesgo latente que afecta directamente la salud y el bienestar de sus habitantes (8).

En el contexto médico, la medición de los niveles de AST en el suero sanguíneo es una herramienta importante para evaluar la salud del hígado y detectar posibles daños o enfermedades hepáticas. Cuando hay daño en las células hepáticas, como en casos de hepatitis, cirrosis o lesiones hepáticas por toxinas como el alcohol, la AST se libera al torrente sanguíneo en cantidades mayores de lo normal, por lo tanto, los niveles elevados de AST en el suero pueden indicar problemas hepáticos y son útiles como marcador para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades hepáticas (3).

Desde una perspectiva clínica, la determinación de los niveles de ALT en el suero sanguíneo ofrece una valiosa herramienta para evaluar la salud hepática y detectar posibles patologías hepáticas. Los incrementos en los niveles de ALT en la sangre pueden indicar daño hepático, como el asociado con enfermedades como la hepatitis, la cirrosis y la esteatosis hepática (hígado graso), así como lesiones hepáticas inducidas por toxinas como el alcohol (9).

La actividad de colinesterasa plasmática es inhibida rápidamente por los organofosforados y sus niveles normales se restablecen dentro de los 60 días posteriores a la exposición, siendo un indicador de intoxicación aguda por organofosforados. La determinación de esta enzima es de gran importancia para el diagnóstico (10).

Evaluar la actividad de colinesterasa y las transaminasas AST y ALT como biomarcadores de exposición a plaguicidas permitirá identificar posibles efectos en la salud de los agricultores y tomar medidas preventivas para proteger su bienestar. La investigación en este campo contribuirá al conocimiento científico sobre los efectos de la exposición a plaguicidas en la salud humana y proporcionará información relevante para la toma de decisiones en políticas agrícolas y de salud pública.

A pesar de la relevancia de la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores, existe un vacío de conocimiento en cuanto a la evaluación detallada de los efectos de esta exposición en la salud de los trabajadores agrícolas del cantón Palora.

La falta de investigaciones específicas en esta área resalta la necesidad de llevar a cabo un estudio que permita comprender mejor los riesgos asociados con la exposición a estos agroquímicos y establecer medidas preventivas para proteger la salud de los agricultores. La investigación propuesta está alineada con la misión de promover la salud y el bienestar de los agricultores del cantón Palora, así como con la visión de mejorar las prácticas agrícolas y proteger el medio ambiente.

El objetivo principal de este estudio es evaluar los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores del cantón Palora. Además, se busca establecer la posible asociación entre los factores de riesgo y la exposición a estos agroquímicos, así como evaluar los niveles de los analitos durante el tiempo de exposición, este estudio se propone como una contribución significativa para comprender y abordar los riesgos asociados con la exposición a pesticidas en el contexto agrícola de la región.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En Latinoamérica, la exposición a pesticidas en la agricultura es una preocupación importante debido a los posibles efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente. Según el informe anual 2019 del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, se ha observado un aumento en la utilización de pesticidas en la región (11). Es importante destacar que la exposición a pesticidas en la agricultura es un problema significativo en diversos países de Latinoamérica. Los órganos fosforados y carbamatos son pesticidas comúnmente utilizados en la agricultura para controlar plagas y enfermedades.

El empleo en el sector agrícola representa aproximadamente el 14% de la fuerza laboral mundial. Sin embargo, algunos países destacan significativamente en este aspecto. Por ejemplo, Haití lidera con un impresionante 49% de su población trabajando en la agricultura, seguido de cerca por Honduras y Nicaragua con un 31% cada uno. Otros países como Guatemala y Bolivia también contribuyen notablemente, con un 29% y un 28% respectivamente (12). Este alto índice de empleo agrícola se asocia con el uso generalizado de plaguicidas, una práctica comúnmente empleada para aumentar la productividad y asegurar el suministro de alimentos.

Sin embargo, este uso indiscriminado ha tenido consecuencias graves para la salud de los trabajadores agrícolas. Se han registrado numerosos casos de intoxicaciones y enfermedades, especialmente en el entorno laboral, debido al manejo directo de estos productos (13). Las afectaciones a la salud humana son variadas y preocupantes, abarcando sistemas como el reproductivo, el endocrino, el neurológico y el respiratorio. Además, se han observado alteraciones a nivel comportamental y en la estructura genética de aquellos expuestos a largo plazo a los plaguicidas.

Estas implicaciones destacan la necesidad urgente de regular y controlar el uso de plaguicidas en la agricultura para proteger la salud de los trabajadores y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de este sector crucial (13). Por otro lado, en una

investigación titulada “Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados” se observó que los signos y síntomas manifestados en una intoxicación dependen del tipo de plaguicida organofosforado al que se expone el trabajador, algunos de los signos o síntomas se asocian a la inhibición de las colinesterasas, como la visión borrosa, que se ha relacionado con valores anormales de colinesterasa en cultivadores de tomate en invernadero expuestos (14).

En la actualidad, la intoxicación causada por inhibidores de la colinesterasa, que incluyen organofosforados y carbamatos, se concentra principalmente en países en vías de desarrollo. Sin embargo, los expertos señalan que la intoxicación aguda por estas sustancias es responsable de más muertes que cualquier otra clase de drogas o productos químicos. Por esta razón, constituyen un problema significativo en el mundo en desarrollo, con una tasa de letalidad que oscila entre el 10% y el 20%, y con aproximadamente 350.000 muertes anuales debido a estos envenenamientos. Se consideran como el método de suicidio más común en todo el mundo (15).

En una investigación realizada en una comunidad rural en Colombia, se examinaron los factores de riesgo relacionados con las prácticas de manipulación y exposición a organofosforados y carbamatos, los resultados revelaron hallazgos significativos que subrayan la necesidad crítica de comprender y regular la exposición a estos pesticidas. Además, destacan que la implementación de medidas de seguridad y capacitación adecuadas puede reducir considerablemente los riesgos asociados con el manejo de estos productos químicos en entornos agrícolas (16).

Las intoxicaciones crónicas por plaguicidas son comunes en zonas agrícolas, donde estos productos químicos se emplean regularmente para controlar plagas. Estas intoxicaciones representan una causa significativa de toxicidad ocupacional, manifestándose después de absorciones repetidas a lo largo de un período de tiempo prolongado. Se estima que alrededor de 25 millones de trabajadores agrícolas en todo el mundo sufren de envenenamiento por pesticidas de forma involuntaria cada año.

En Chile, durante el periodo comprendido entre 2006 y 2015, el Centro de Información Toxicológica de la Universidad Católica (CITUC) registró un total de

22,951 casos de intoxicación por plaguicidas, la exposición a estos productos químicos suele ocurrir principalmente debido al incorrecto manejo de los mismos, así como también por la ingestión de alimentos contaminados y la inhalación de aire que contiene residuos de plaguicidas. Las vías principales de ingreso de estos químicos al cuerpo humano son a través de la piel, la boca, los ojos y la respiración (inhalación), y el grado de peligrosidad aumenta conforme a la concentración y la toxicidad del pesticida involucrado (17).

En Guatemala, donde el 80% de la población trabaja en el sector agrícola, se enfrentan a riesgos significativos. Si bien adoptar prácticas higiénicas adecuadas puede ayudar a reducir la posibilidad de intoxicaciones por plaguicidas, una preocupante cantidad de agricultores parecen no prestar la debida atención a las precauciones necesarias, se observó que un considerable porcentaje de agricultores experimentaron síntomas de exposición a plaguicidas durante su trabajo. Por ejemplo, el 63% reportó irritación ocular, mientras que el 80% experimentó picazón en la piel. Por otro lado, un preocupante 23% de los encuestados admitieron haber sufrido intoxicaciones agudas, lo que requirió atención médica urgente en el centro de salud más cercano.

Esta falta de conocimiento sobre cómo manejar adecuadamente tales situaciones es evidente, ya que solo el 47% de los agricultores encuestados sabían qué hacer en caso de exposición a plaguicidas en la piel o en los ojos (18). Por otro lado, Juan Anchatipán, Pablo Vailati y Viteri Carmen en su investigación mencionan que, los incidentes de intoxicación por plaguicidas representan una importante causa de morbilidad y mortalidad a nivel global, con aproximadamente 3 millones de personas envenenadas cada año.

En Ecuador, en el año 2011, el 49,2% de los casos totales de intoxicación fueron atribuidos a plaguicidas. En el estudio de los mismos autores se observó intoxicación aguda en el 17,5% de la población, con respecto a la hepatotoxicidad no se evidenció ninguna alteración en la función hepática, ya que los niveles de las enzima hepática (AST y ALT) se encontraron dentro de los rangos normales, con respecto al tiempo de exposición se pudo observar que los 7 agricultores afectados, presentaron un tiempo de exposición entre 11 a 30 años, así mismo se evidenció que los más afectados eran aquellos que no utilizaron ningún equipo de protección (19).

En Ecuador, la exposición a pesticidas en la agricultura también es una preocupación. Se han realizado investigaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de la pitahaya en la provincia de Morona-Santiago, que es una de las principales actividades económicas de la región. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este informe se centra en un cultivo específico y puede no abordar directamente la exposición a órganos fosforados y carbamatos en agricultores del cantón Palora (3).

La toxicidad de estos compuestos radica en su capacidad para inhibir las enzimas colinesterasas, lo que conduce a una sobreestimulación de los receptores nicotínicos y muscarínicos presentes en el sistema nervioso central, el sistema nervioso autónomo y la placa neuromuscular, es importante destacar que los inhibidores de colinesterasas son responsables del 80% de las intoxicaciones por plaguicidas en todo el mundo (20). Esta estadística pone de relieve la magnitud del problema y subraya la necesidad urgente de abordar y controlar el uso de estos compuestos en la agricultura y otros sectores donde se emplean plaguicidas, la comprensión de los mecanismos de toxicidad de estos compuestos es fundamental para desarrollar estrategias efectivas de prevención y tratamiento de las intoxicaciones por plaguicidas.

En la investigación de Johanna Esparza, Francy Forero y Marcela Mardones en el 2020 titulada "Uso de organofosforados por agricultores de la comunidad de Guaslán- Ecuador y los cambios hematológicos" revelan que, en Ecuador el uso de plaguicidas organofosforados en la agricultura se ha convertido en un problema de salud pública, en este estudio se evaluó un grupo de población, con un 53% de mujeres y un 47% de hombres, donde se identificaron alteraciones en los resultados del hemograma, incluyendo poliglobulia, leucocitosis, neutrofilia, linfocitosis y cambios en las plaquetas. Lo cual señala que los plaguicidas organofosforados pueden causar alteraciones a nivel celular y enzimático, y se sugiere la inclusión del hemograma y el frotis de sangre periférica como marcadores de hemotoxicidad en pruebas ocupacionales o de perfil epidemiológico para personas expuestas a estos agroquímicos (21).

Según la investigación llevada a cabo por Yánez en 2020 bajo el título "Medidores bioquímicos para intoxicación en agricultores expuestos a organofosforados en la parroquia San Miguelito del cantón Píllaro", se destaca que la

exposición a organofosforados en agricultores representa una preocupación significativa. Los hallazgos del estudio revelan que un porcentaje considerable, específicamente el 30% de la muestra investigada, mostró una disminución en la concentración de la enzima acetilcolinesterasa. A pesar de que los valores obtenidos del perfil hepático no evidenciaron alteraciones indicativas de hepatotoxicidad, los resultados apuntan a la existencia de impactos negativos en la salud de los trabajadores agrícolas debido al uso de plaguicidas, especialmente cuando no se cuenta con los conocimientos adecuados para su manipulación y aplicación (22).

En cuanto a la problemática actual, se estima que las intoxicaciones por organofosforados causan un alto número de muertes en comparación con otras clases de drogas o químicos. La tasa de fatalidad se estima entre el 10% y el 20%, y los sobrevivientes pueden experimentar una morbilidad de difícil manejo (22). Según los hallazgos de Martínez et al. en el 2020 menciona que algunos agroquímicos pueden provocar un aumento más pronunciado en los niveles de ALT en comparación con los niveles de AST, mientras que otros agroquímicos pueden afectar ambos niveles de manera similar (23).

Además, en su investigación se midió la BChE plasmática en el momento de la evaluación como el marcador principal de la exposición reciente y no, se encontró diferencias significativas entre los grupos. Por lo tanto, los autores afirman que los déficits cognitivos encontrados no parecen ser un efecto agudo de la disminución de la BChE, sino más bien de la exposición crónica a los pesticidas (24).

En Ecuador, según el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIATOX) publicado en el 2021 las intoxicaciones por organofosforados son un evento que puede ser fatal y afecta principalmente a la población agrícola, especialmente en hombres y mujeres de entre 20 y 49 años.

La provincia de Manabí ha registrado la tasa más alta de intoxicaciones por organofosforados y carbamatos de un 18,50% en el país. Es importante destacar que la principal causa de intoxicación ocurre en el ambiente laboral de forma no intencionada, lo que representa aproximadamente el 25% de los ingresos hospitalarios en un servicio de urgencias.

La tasa de mortalidad por intoxicación voluntaria es cercana al 2%. Por otra parte, Morona-Santiago tiene un registro de 4,05% por organofosforados y carbamatos siendo este un valor considerable debido al reciente uso de ciertos químicos en plantaciones agrícolas de pitahaya (3). En el cantón Palora, un área donde la agricultura es una actividad predominante, existe un riesgo significativo para la salud debido al uso de agroquímicos por parte de los agricultores.

Entre estos, se destacan los organofosforados, que se absorben principalmente a través de la piel, la respiración y la ingestión, pudiendo desencadenar una serie de síntomas como aumento de la sudoración, salivación excesiva, lagrimeo, dolores estomacales, náuseas, vómitos, diarrea, debilidad, calambres musculares, confusión mental, mareos y somnolencia. La intoxicación con organofosforados puede llevar a la inhibición de la acetilcolinesterasa, lo que provoca efectos graves en el sistema nervioso y, en casos agudos, incluso la muerte (25).

1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Pesticidas

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) en el año 2013 menciona textualmente que un pesticida es:

"Una sustancia o mezcla de substancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, o transporte de los alimentos, también pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos u otras plagas en sus organismos" (26).

Categorización de pesticidas

Los pesticidas se categorizan en función de varios criterios:

a. Según el tipo de organismo que se desea controlar, abarcando insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, molusquicidas, rodenticidas y avicidas (27).

b. Según el grupo químico al que pertenece el principio activo, que incluye organofosforados, carbamatos, organoclorados, piretroides, derivados de piridilo, triazinas, tiocarbonatos, ácido fenoxiacético, cumarina, cloronitrofenol y organomercuriales (27).

c. Según su persistencia en el medio ambiente, clasificados como persistentes, poco persistentes o no persistentes (27).

d. Según su toxicidad, divididos en categorías de sumamente tóxicos, muy tóxicos, moderadamente tóxicos y poco tóxicos (27).

Tipos de pesticidas

En el ámbito agrícola, los pesticidas se utilizan para controlar una variedad de plagas que pueden afectar los cultivos y reducir la productividad agrícola.

Insecticidas: Diseñados para controlar insectos que pueden dañar los cultivos. Actúan interfiriendo con el sistema nervioso de los insectos o interfiriendo con su desarrollo (28).

Herbicidas: Utilizados para controlar el crecimiento de plantas no deseadas, también conocidas como malas hierbas, que compiten con los cultivos por nutrientes y espacio. Los herbicidas pueden ser selectivos, afectando solo a ciertas plantas, o de amplio espectro, afectando a una amplia variedad de plantas (28).

Fungicidas: Utilizados para controlar hongos y enfermedades fúngicas que pueden dañar los cultivos. Ayudan a prevenir la propagación de enfermedades que pueden afectar la calidad y la cantidad de los productos agrícolas (28).

Bactericidas: Destinados a controlar bacterias patógenas que pueden causar enfermedades en las plantas. Ayudan a proteger los cultivos contra enfermedades bacterianas y a mantener su salud (28).

Nematicidas: Diseñados para controlar nematodos, gusanos microscópicos que pueden parasitar las raíces de las plantas y causar daños significativos a los cultivos (28).

Rodenticidas: Utilizados para controlar poblaciones de roedores, como ratas y ratones, que pueden dañar los cultivos y contaminar los alimentos almacenados (28).

Acaricidas: Dirigidos al control de ácaros, aránidos diminutos que pueden dañar los cultivos al alimentarse de ellos (28).

Molusquicidas: Utilizados para controlar caracoles y babosas que pueden dañar los cultivos al alimentarse de ellos (28).

Clases de pesticidas

Organofosforado

Los organofosforados son una clase de pesticidas que se utilizan comúnmente en la agricultura y en otros campos para controlar plagas de insectos y parásitos. Estos compuestos están compuestos por carbono, hidrógeno y fósforo, y suelen actuar como inhibidores de la colinesterasa, una enzima esencial para el funcionamiento del sistema nervioso tanto en insectos como en mamíferos, incluidos los humanos (29).

Los organofosforados son conocidos por su eficacia en el control de una amplia variedad de plagas, incluidos insectos, ácaros y nematodos, se utilizan en cultivos agrícolas, jardinería, control de plagas urbanas y en la industria veterinaria, sin embargo, su uso puede plantear riesgos para la salud humana y el medio ambiente (29).

La exposición a organofosforados puede ocurrir a través de la inhalación de vapores, la ingestión de alimentos contaminados, el contacto cutáneo directo durante la manipulación de pesticidas y la exposición ocupacional en áreas agrícolas tratadas con estos compuestos (29).

Los efectos adversos para la salud de la exposición a organofosforados pueden incluir síntomas agudos como náuseas, vómitos, mareos, dolor de cabeza, dificultad para respirar, convulsiones y, en casos graves, coma e incluso la muerte. Además, la exposición crónica a bajos niveles de organofosforados puede estar asociada con problemas de salud a largo plazo, como trastornos del sistema nervioso, cáncer y efectos reproductivos adversos

Carbamato

Los carbamatos son una clase de compuestos químicos que contienen el grupo funcional carbamato (-NHCOO-), estos compuestos se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y comerciales, incluyendo la fabricación de pesticidas, medicamentos, productos químicos para el tratamiento de agua y productos de consumo (30).

En el contexto de los pesticidas, los carbamatos son una clase importante de ingredientes activos utilizados para controlar plagas en la agricultura y otros entornos. Actúan como inhibidores de la colinesterasa, una enzima esencial para la transmisión de impulsos nerviosos en los insectos y otros organismos. Al interferir con esta enzima, los carbamatos pueden paralizar y eventualmente matar a las plagas objetivo (30).

Los carbamatos se utilizan comúnmente en la agricultura para controlar insectos, ácaros y otros organismos que pueden dañar los cultivos. También se utilizan en aplicaciones urbanas para el control de plagas en jardines, parques y espacios públicos, además de su uso como pesticidas, los carbamatos también se emplean en la industria médica para la fabricación de ciertos medicamentos y en la industria química para diversas aplicaciones (30).

Aplicación foliar

La aplicación foliar de fertilizantes es una práctica agrícola que ha demostrado ser beneficiosa en diversos cultivos. Según Trinidad,Santos A, , AguilarManjarrez D. se destaca que la fertilización foliar complementa la fertilización tradicional del suelo, permitiendo corregir deficiencias nutricionales, favorecer el desarrollo de los cultivos y mejorar la calidad y rendimiento de los productos agrícolas (31).

El análisis detallado de la aplicación foliar revela que factores como el pH de la solución, la presencia de surfactantes y adherentes, la concentración de la solución, y la presencia de substancias activadoras influyen en la eficacia de esta práctica (31).

Además se menciona que soluciones ácidas favorecen la absorción de fósforo, y la adición de surfactantes facilita la penetración de los nutrientes en la hoja. También, se resalta la importancia de considerar factores ambientales como la temperatura, la luz, la humedad relativa y la hora de aplicación al realizar la fertilización foliar. Estos elementos pueden influir en la absorción de los nutrientes y en la eficacia de la práctica (31).

Equipo de protección personal (EPP) para aplicación foliar

Cualquier empresa que cuente con trabajadores en el agro ha de conocer y considerar los EPP apropiados para prevenir la exposición a sustancias tóxicas. Entre estos, destacan:

- Los trajes de seguridad o impermeable.
- Los guantes resistentes a productos químicos.
- Las gafas
- Las máscaras respiratorias con carbón de triple acción
- Botas de caucho

La elección adecuada de todos ellos es crucial para evitar riesgos y garantizar prácticas agrícolas seguras y sostenibles (31).

Aplicación drench

La aplicación Drench es una técnica utilizada en la agricultura para suministrar nutrientes a las plantas de una manera más eficiente y rápida. Consiste en aplicar soluciones nutritivas directamente al suelo alrededor de las raíces de las plantas, permitiendo que estas absorban los nutrientes de manera más efectiva. Esta técnica contribuye a una óptima nutrición de las plantas, favoreciendo su rendimiento y calidad de fruto (31).

Este método puede ser útil para suministrar nutrientes o protección contra plagas o enfermedades de manera más precisa, ya que el producto se entrega directamente a la zona donde las plantas pueden absorberlo más eficientemente. Además, puede reducir el riesgo de desperdicio de productos químicos y minimizar el contacto con las partes aéreas de las plantas, lo que puede ser beneficioso en términos de control de plagas y reducción del impacto ambiental (31).

Equipo de protección personal (EPP) para aplicación drench

Cualquier empresa que cuente con trabajadores en el agro ha de conocer y considerar los EPP apropiados para prevenir la exposición a sustancias tóxicas. Entre estos, destacan:

- Los guantes resistentes a productos químicos.
- Las gafas
- Las máscaras respiratorias con carbón de triple acción
- Botas de caucho

La elección adecuada de todos ellos es crucial para evitar riesgos y garantizar prácticas agrícolas seguras y sostenibles (31).

Colinesterasa

Las colinesterasas (ChEs) son un grupo de enzimas que hidrolizan los ésteres de colina que se encuentran principalmente en el cerebro y la sangre. En la sangre de los mamíferos, existen dos clases principales de ChEs que pueden hidrolizar la acetilcolina: la acetilcolinesterasa (AChE), también llamada colinesterasa verdadera y

específica del tipo colinesterasa 1, se localiza en la membrana de los eritrocitos y la butirilcolinesterasa (BChE) o pseudocolinesterasa en el plasma. En general, la BChE plasmática se considera un indicador más sensible de intoxicación por anticolinesterasa que la AChE asociada con eritrocitos porque suele estar más fuertemente inhibida incluso antes de que aparezcan los síntomas clínicos de intoxicación (32).

Debido a esto, un campo de investigación emergente para analizar los efectos adversos de los pesticidas es mediante el uso de biomarcadores. En este sentido, encontramos, por ejemplo, que la prueba de acetilcolinesterasa es uno de los análisis de biomarcadores más utilizados para evaluar la exposición a pesticidas de tipo organofosforados. El beneficio de utilizar estos y otro tipo de biomarcadores es que son muy útiles para evaluar el daño progresivo que conduce a la enfermedad, en una etapa en la que los síntomas están ausentes.

Funciones metabólicas del hígado

El hígado es responsable de la producción de la bilis, metaboliza hormonas y fármacos; sintetiza proteínas, glucosa y factores de la coagulación; almacena vitaminas y minerales; transforma la urea en amoníaco que se produce por la desaminación de los aminoácidos, y convierte los ácidos grasos en cetonas. Además, tiene la función de degradar los alimentos excedentes y los convierte en sustancias esenciales para el organismo (33).

Desde un punto de vista funcional, el hígado contiene tres sistemas: el hepatocito responsable del metabolismo bioquímico, los canalículos biliares responsables del transporte de Bilirrubina Total, y un sistema reticuloendotelial con células de Kupffer para la defensa inmunitaria. Debido a su complejidad, ninguna prueba individual puede evaluar de manera integral la función hepática (33).

Pruebas de funcionamiento hepático

Alanina aminotransferasa (ALT/TGP)

La alanina aminotransferasa, TGP o ALT también es una enzima intracelular que se encuentra principalmente en las células del hígado y el riñón. Su función es convertir las proteínas en energía. Cuando el hígado está dañado, la ALT se libera en la sangre y aumenta su nivel, razón por la cual se emplea en el diagnóstico de las enfermedades hepáticas, como la hepatitis (33).

Aspartato aminotransferasa (AST/TGO)

La enzima aspartato aminotransferasa denominada también AST o TGOes una enzima intracelular que se encuentra predominantemente en el corazón, el hígado, y el músculo esquelético. Su función es apoyar al metabolismo de los aminoácidos Un nivel elevado de AST no se asocia directamente a una enfermedad hepática, por lo cual se emplea clínicamente como indicador diagnóstico y de seguimiento de enfermedades relacionadas a distintos órganos (33).

Mecanismos de Acción de los Agroquímicos en el Hígado

Toxicidad Directa

Algunos agroquímicos pueden ejercer toxicidad directa sobre las células hepáticas la toxicidad directa de los productos químicos sobre las células hepáticas puede ocurrir a través de la alteración de la membrana celular y las organelas, la peroxidación de lípidos de membrana y la necrosis hepatocelular. Esto puede ocurrir a través de la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), estas moléculas reactivas, como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el anión superóxido (O_2^-), pueden causar estrés oxidativo y dañar biomoléculas como lípidos, proteínas y ADN (28). El daño oxidativo ocurre cuando hay un desequilibrio entre la producción de radicales libres (ROS) y la capacidad del organismo para neutralizarlos con antioxidantes. Los ROS generados por los agroquímicos pueden iniciar la peroxidación de lípidos en las membranas celulares, dañar proteínas y afectar el ADN, lo que afecta negativamente las funciones celulares y puede llevar a la muerte celular (34).

En cuanto a las alteraciones en la permeabilidad celular, depende de la composición de los lípidos. Las membranas más fluidas suelen ser más permeables, mientras que las membranas menos fluidas tienden a ser menos permeables, algunos agroquímicos pueden alterar la integridad de las membranas celulares al oxidar los lípidos de la bicapa lipídica. Esto aumenta la permeabilidad de las membranas y puede comprometer su función de barrera, lo que puede tener efectos negativos en las células hepáticas. Esto se debe a la oxidación de los lípidos de la bicapa lipídica y a las interacciones moleculares que afectan la composición y fluidez de las membranas (34).

Interferencia Metabólica

Otros agroquímicos pueden interferir con procesos metabólicos hepáticos, como la síntesis de proteínas un proceso fundamental en las células hepáticas, donde se producen diferentes proteínas necesarias para el funcionamiento normal del hígado. Los agroquímicos pueden interferir con este proceso al afectar la expresión de los genes involucrados en la síntesis de proteínas o al alterar la función de los ribosomas, que son los orgánulos celulares encargados de la síntesis de proteínas (35).

La detoxificación de xenobióticos donde se metabolizan y eliminan sustancias extrañas o tóxicas del cuerpo. Los agroquímicos pueden interferir con este proceso al afectar la actividad de las enzimas responsables de la detoxificación, como las enzimas del sistema del citocromo P450. Estas enzimas son responsables de la biotransformación de los xenobióticos en formas menos tóxicas y más solubles en agua, facilitando su eliminación a través de la orina o la bilis (35).

La regulación del metabolismo lipídico los agroquímicos pueden interferir con este proceso al afectar la expresión de los genes involucrados en el metabolismo de los lípidos o al alterar la actividad de las enzimas responsables de la síntesis, degradación y transporte de los lípidos en el hígado. Estas interferencias pueden conducir a la acumulación de productos tóxicos o al estrés metabólico (35).

Inflamación y Respuesta Inmune

La exposición a agroquímicos también puede desencadenar respuestas inflamatorias esto puede desencadenar la liberación de moléculas inflamatorias, como

citocinas y quimiocinas, que reclutan células del sistema inmune al sitio de la lesión. Es importante destacar que existen diferentes tipos de citocinas y quimiocinas que pueden estar involucradas en la respuesta inflamatoria desencadenada por la exposición a agroquímicos (36).

Algunas de las citocinas involucradas pueden ser las interleucinas (IL), que regulan la activación de las células del sistema inmune y controlan la diferenciación y proliferación de algunas subpoblaciones celulares. Por otro lado, las quimiocinas inflamatorias pueden reclutar monocitos, neutrófilos y otras células efectoras desde la sangre hasta los lugares de infección o daño tisular (36).

El sistema inmune reconoce a los agroquímicos como sustancias extrañas y desencadena una respuesta inmune para eliminarlos. Esto puede involucrar la activación de células inmunes, como los linfocitos T y B, que producen anticuerpos y citocinas para combatir la presencia de los agroquímicos (36).

La liberación de enzimas hepáticas en la circulación sanguínea puede ocurrir como resultado del daño hepático causado por los agroquímicos. Cuando las células hepáticas se dañan, las enzimas que normalmente se encuentran dentro de las células pueden filtrarse hacia la sangre. Esto se puede detectar mediante pruebas de función hepática que miden los niveles de enzimas hepáticas, como la alanina aminotransferasa (ALT/TGP) y la aspartato aminotransferasa (AST/TGO), en la sangre (36).

Relación entre ALT, AST y Exposición a Agroquímicos

Aumento de los Niveles de ALT y AST

La exposición a organofosforados y carbamatos puede causar daño hepático en los agricultores debido a su toxicidad potencial para el hígado. Estos pesticidas pueden ser absorbidos a través de la piel, inhalados o ingeridos accidentalmente durante la manipulación y aplicación en el campo. Una vez dentro del cuerpo, estos compuestos pueden causar estrés oxidativo, inflamación y daño celular, incluido el daño en las células hepáticas (37).

Este daño celular puede incluir necrosis o muerte celular. Cuando las células hepáticas se dañan o mueren, liberan enzimas citosólicas como la ALT y la AST al espacio extracelular. Estas enzimas se filtran al torrente sanguíneo desde el espacio de Disse, que rodea los hepatocitos. Los niveles séricos de ALT y AST aumentan en la sangre, lo que puede detectarse mediante análisis de función hepática. Los niveles elevados de estas enzimas indican daño hepático reciente o en curso (37).

Patrones de Elevación

Se ha observado que la relación entre los niveles de ALTy AST puede proporcionar información adicional sobre el tipo y la gravedad del daño hepático. Por ejemplo, un aumento selectivo en los niveles de ALT puede indicar daño hepático agudo o inflamación, mientras que un aumento más pronunciado en AST puede estar asociado con lesiones hepáticas más extensas o necrosis (38).

Intoxicación

Se estima que el 3% de los trabajadores agrícolas expuestos sufren una intoxicación aguda de pesticidas cada año. Además de los efectos agudos, la exposición a pesticidas bajos durante períodos más largos también puede tener efectos crónicos como daños en el sistema nervioso central, malformaciones innatas, efectos de mutágeno, cáncer de pulmón incluso esterilidad masculina (39).

Su biodisponibilidad en el organismo está regido por su toxicocinética: absorción, distribución, metabolismo y eliminación. La absorción obedece a sus propiedades químicas y a la vía de ingreso, ya que gracias a ella penetran cantidades representativas de varios pesticidas. En el caso de los agricultores la principal vía de ingreso es a través de la piel y la inhalación del ambiente contaminado. Otra vía que se ha vuelto común es la ingestión accidental de alimentos y agua contaminada o con fines suicidas (40).

El uso de pesticidas implica inevitablemente la exposición a pequeñas cantidades de estos pesticidas, que pueden variar desde cantidades indetectables hasta

aquellas que son fácilmente mensurables utilizando determinaciones analíticas sensibles y fácilmente disponibles. El hecho de que estos tipos de exposiciones sean de mayor o menor importancia biológica depende de la duración de la exposición, la dosis y la reactividad biológica (40).

Los principales pesticidas utilizados hoy en países desarrollados pertenecen al grupo de carbamatos, organofosforado (OF), tiocarbamatos y pirectroides. Los carbamatos, organofosforado (OF) son aquellos que causan inhibición de la acetilcolinersterasa (enzima, cargada de degradación de acetilcolina en el espacio sináptico), lo que conduce a la acumulación del neurotransmisor acetilcolina en los receptores de muscarina y nicotina, seguido de hipotratación del sistema parasympatical, y como resultado de síndergico de colinergio (40).

Monitorización de la Exposición y la Salud

La medición de las transaminasas ALT y AST y la exposición a agroquímicos es un área de investigación importante en la salud ocupacional, la salud ambiental y la toxicología. La detección temprana de cambios en los niveles de estas enzimas puede ayudar a identificar el daño hepático inducido por agroquímicos y orientar medidas de prevención y control para proteger la salud humana y ambiental (41).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores, como el consumo de alcohol, enfermedades hepáticas preexistentes y medicamentos, también pueden influir en los niveles de ALT y AST, y deben considerarse al interpretar los resultados de las pruebas de función hepática (41).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores del cantón Palora.

1.3.2 Objetivos Específicos

Evaluar la actividad de colinesterasa sérica mediante ensayos de espectrofotometría en hombres y mujeres productores de Pitahaya en el cantón Palora.

Analizar las pruebas de función hepática ALT y AST mediante ensayos de espectrofotometría en pacientes expuestos a organofosforados y carbamatos.

Establecer la posible asociación entre los factores de riesgo y la exposición a organofosforados y carbamatos

Evaluar los niveles de los analitos durante el tiempo de exposición a organofosforados y carbamatos.

1.3.3 Cumplimiento de los objetivos

En el cantón Palora se realizó la investigación en 30 personas entre la edad de 22 a 35 años, para esto se tomo muestras de sangre para el análisis de colinesterasa y transaminasas AST y ALT en tres ocaciones consideradas como tiempo de pre-exposición, exposición y post-exposición, para lo cual los paciente firmaron los documentos legales propuestos es decir concentimiento informado y encuesta que se realizó con el fin investigativo.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Bioquímica Clínica, Farmacología y Toxicología.

2.1.1 Enfoque de la investigación

Tiene un enfoque longitudinal, debido a que se realizaran tres evaluaciones de tipo descriptivo al medir cada analito en estado de preexposición, exposición y post exposición. Además, será observacional, pues recabará datos a partir de las variables a investigar, de manera prospectiva, se busca identificar las posibles causas que puedan predisponer a alteraciones en los niveles de colinesterasa y transaminasas ALT y AST. Finalmente, considerado como prolectivo, se empezará a recoger información al iniciar, durante y al finalizar el desarrollo del proyecto.

2.1.2 Modalidad básica de la investigación

2.1.2.1 Investigación de campo

Parte de la población de estudio se incluyó personal de la empresa ABAD exporter aeop s.a.s, del catón Palora correspondiente a la provincia de Morona Santiago mediante un muestreo no probabilístico se seleccionó a 30 pacientes que cumplan los criterios de inclusión establecidos para el desarrollo del proyecto, se tomo muestras sanguíneas en tres ocaciones correspondientes a preexposición, exposición y postexposición. Las muestras fueron procesadas en las instalaciones de Laboratorio Clínico de la Facultad de Ciencias de la Salud del Campus Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato.

2.1.2.2 Investigación documental

El proyecto cuenta con información recolectada de fuentes bibliograficas, libros y artículos científicos, que permitierón identificar antecedentes y fundamentación teórica actualizada sobre el problema planteado.

2.1.2.3 Investigación de laboratorio

En el laboratorio se realizó la medición de las enzimas propuestas en el proyecto colineterasa, alanina aminotransferasa (ALT/TGP) y aspartato aminotransferasa (AST/TGO) de los pacientes adultos entre 22- 35 años.

2.1.3 Selección del área o ámbito de estudio

2.1.3.1 Campo y área

BIOQUÍMICA CLÍNICA.

2.1.3.2 Aspecto

La relación que existe entre la exposición a organofosforados y carbamatos y el aumento o disminución de los valores de los analitos: colineterasa, alanina aminotransferasa (ALT/TGP) y aspartato aminotransferasa (AST/TGO) y su relación con los factores de riesgo asociados en pacientes adultos entre 22-35 años.

2.1.3.3 Objetivo del estudio

Evaluar los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados y carbamatos en agricultores del canton Palora.

2.1.3.4 Delimitación espacial

La investigación se realizó en pacientes adultos entre 22-35 años del cantón Palora correspondiente a la provincia de Morona Santiago.

2.1.3.5 Delimitación temporal

La investigación se efectuó en el periodo: Marzo – Agosto 2024 en pacientes adultos entre 22-35 años del catón Palora correspondiente a la provincia de Morona Santiago.

2.2 Población y muestra

Mediante un muestreo no probabilístico se seleccionó a 30 pacientes que cumplían los criterios de inclusión establecidos para el desarrollo del proyecto es decir parte de la población de estudio fue el personal de la empresa ABAD exporter aeop s.a.s.

2.2.1 Criterios de inclusión

→ Trabajadores de la empresa ABAD exporter aeop s.a.s., adultos entre 22-35 años.
→ Pacientes que realicen actividades en cultivos de Pitahaya
→ Pacientes que cumplan con los requisitos (consentimiento informado) para las pruebas a realizarse.

2.2.2 Criterios de exclusión

→ Personas que se encuentren en tratamientos con uso de medicamentos prolongados por más de 5 días en los últimos15 días.
→ Personas que presenten antecedentes de hepatopatías previa, enfermedades como el cáncer, diabetes o hipertensión.

2.3 Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información.

Para comenzar con el desarrollo del trabajo de investigación se socializó el tema con los trabajadores de la empresa ABAD exporter aeop s.a.s, los objetivos y los beneficios al participar del proyecto a investigar, para esto se mantuvo reuniones y charlas informativas, se otorgaron hojas de consentimiento para que puedan presentarse de manera voluntaria a participar en este proyecto.

Se obtuvo el total de 30 personas que participaron en la investigación de manera libre y voluntaria con las respectivas hojas de consentimientos firmados, debido a que se realizarón tres evaluaciones (toma de muestra 1: 25-02-2024, toma de muestra 2: 10-03-2023, toma de muestra 3: 24-03-2024). Se especificó a los pacientes

el día, la hora, el lugar y las condiciones en las que deben asistir para la toma de muestra, entre estas se indicó que debe estar en ayuno previo a la toma de muestra.

2.3.1 Procedimientos analíticos

2.3.1.1 Protocolo para extracción de muestra sanguínea

Se utilizó el equipo de bioseguridad: uniforme, mandil, mascarilla, gorro y guantes.

Se preparó todos los materiales y se explicó al paciente el procedimiento de la toma de muestra sanguínea que se obtendría por punción venosa en un tubo de 5,0 ml sin aditivo con gel separador.

Se procedió a llevar las muestras para centrifugarlas.

Además se separó los sueros en recipientes eppendorf, se rotuló y conservó a temperatura de 2 – 8 ^{0}C.

Por últomo se trasladó las muetras de los pacientes al laboratorio de las instalaciones del Campus Querochaca donde se realizó la medición de los analitos propuestos, tomando en cuenta los lineamientos técnicos para el manejo de muestras biológicas y químicas (mantener la cadena de frío, donde se deben incorporar dentro del embalaje, dispositivos de mantenimiento de temperatura tales como pilas o paquetes, rellenos de agua, gel u otras sustancias permitidas).

2.3.1.2 Análisis

En el laboratorio se cumplió con los respectivos protocolos para el manejo de equipos y reactivos. Los sueros contenidos en los recipientes eppendorf fueron analizados mediante espectrofotometría en el equipo CHEM-7 de la marca Erba Diagnostics Mannhein con insumos de la marca Cromatest, se analizó cada una de las muestras mediante los diferentes métodos analíticos.

En el caso de la colinesterasa se analizó por el método enzimático colorimétrico basado en la reacción enzimática que ocurre entre el analito y una enzima específica,

generando un cambio de color en la muestra que se detectó espectrofotométricamente (42).

Por otra parte, para las transaminasas (AST y ALT) se utilizó el método desarrollado por la Federación internacional de química clínica (IFCC) para la medición de las concentraciones de la actividad catalítica de las enzimas (43), para lo cual se siguió cada uno de los procesos, para el manejo del equipo y reactivos del fabricante.

Determinación cuantitativa de colinesterasa.

La colinesterasa (CHE) cataliza la hidrólisis del sustrato butiriltiocolina formando butirato y tiocolina. Esta última reduce el ácido 5,5´-mercaptobis-2-nitrobenzoico (DMNB) a 5- mercapto-2- nitrobenzoate (5-MNBA), un compuesto coloreado. La reacción se controla cinéticamente a 405 nm a partir de la velocidad de formación del color amarillo producido, proporcional a la actividad CHE en la muestra (44).

Este ensayo se realizó mediante espectrofotometría en el equipo (CHEM-7) de la marca Erba Diagnostics Mannhein con insumos de la marca Cromatest.

Reactivos para determinación de Colinesterasa

Los reactivos utilizados para las determinaciones fuerón de la marca Cromatest del Lote: 17446 con número de referencia: 1119005.

→ R1 Tampón/Cromógeno. Tampón fosfatos 50 mmol/L pH 7,7, DMNB 0,25 mmol/L.

→ R2 Sustrato. Yoduro de butiriltiocolina 7 mmol/L. Liofilizado. R3 Dibucaina. Clorhidrato de dibucaina 2,6 mmol/L.

Material adicional

→ Espectrofotómetro o analizador para lecturas.

→ Baño termostatizable a 25oC, 30oC ó 37º C (0,1oC).

→ Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.

→ Equipamiento habitual de laboratorio.

Muestra

→ La muestra utilizada para la prueba de colinesterasa (CHE) puede ser suero o plasma heparinizado.

NOTA: La estabilidad de la muestra para cada prueba es de 7 días a 2 – 8 °C.

Procedimiento de determinación cuantitativa de colinesterasa

Reactivos de trabajo

→ Se preparó el tampón/cromógeno añadiendo 25 mL de agua destilada a un vial de R1, se tapó, agitó y se dejo reposar por 15 min. Antes de su uso.

→ Además se reconstituyo el sustrato añadiendo 2,0 mL de agua destilada a un vial de R2, se tapó, agitó y se dejo reposar por 15 min. Antes de su uso.

Técnica

→ Primero se preincubó los reactivos de trabajo y muestras a la temperatura de reacción.

→ Luego se ajustó a 0 el fotómetro con agua destilada.

→ Después se pipeteó en tubos rotulados de la siguiente manera.

Temperatura	25/30°C		37°C	
Tratamiento	Sin inhibidor	**Con inhibidor**	Sin inhibidor	**Con inhibidor**
Tampón/Cromógeno	1,5 mL	–	1,5 mL	–
Reactivo Inhibidor	–	**1,5 mL**	–	**1,5 mL**
Muestra	10 µL	**10 µL**	–	–
Muestra dil. 1:2 con sol. salina	–	–	10 µL	**10 µL**
Sustrato	50 µL	**50 µL**	50 µL	**50 µL**

Fuente: Inserto del reactivo de colinesterasa.

→ Por último se mezcló suavemente por inversión y se insertó a la cubeta en el compartimiento termostatado del instrumento y las lecturas se repitierón exactamente a los 30,60 y 90 segundos.

Determinación cuantitativa ALT

La alanina aminotransferasa (ALT/TGP) cataliza la transferencia del grupo amino de la alanina al cetoglutarato con la formación de glutamato y piruvato. Este último es reducido a piruvato por la lactato deshidrogenasa (LDH) en presencia de nicotinamido adenin dinucleótido reducido (NADH). La reacción se controla cinéticamente a 340 nm a través de la disminución de la absorbancia resultante de la oxidación del NADH a NAD+, proporcional a la actividad ALT en la muestra (45).

Este ensayo se realizó mediante espectrofotometría en el equipo (CHEM-7) de la marca Erba Diagnostics Mannhein con insumos de la marca Cromatest.

Reactivos para medir ALT

Los reactivos utilizados para las determinaciones fuerón de la marca Cromatest del Lote: 17411 con número de referencia: 1105000

→ R1 Sustrato ALT. Tampón TRIS 150 mmol/L pH 7,3, L-alanina 750 mmol/L, lactato deshidrogenasa > 1350 U/L.
→ R2 Coenzima ALT. NADH 1,3 mmol/L, 2-cetoglutarato 75 mmol/L. Biocidas.

Material adicional

→ Espectrofotómetro o analizador para lecturas.
→ Baño termostatizable a 25oC, 30oC ó 37o C (0,1oC).
→ Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
→ Equipamiento habitual de laboratorio.

Muestra

→ Suero, plasma heparinizado u obtenido con EDTA, libre de hemólisis.

Procedimiento de determinación cuantitativa de ALT

→ Primero se preincubó el reactivo de trabajo, muestras y controles a la temperatura de reacción.

→ Luego se ajustó a 0 el fotómetro con agua destilada.

→ Después se pipeteó en tubos rotulados de la siguiente manera:

Temperatura de reacción	37°C	30°C
Reactivo de trabajo	1,0 mL	1,0 mL
Muestra o control	50 µL	100 µL

Fuente: Inserto del reactivo de ALT/TGP.

Por último se mezcló suavemente por inversión y se insertó a la cubeta en el compartimiento termostatado del instrumento y las lecturas se repitierón exactamente a los 30,60 y 90 segundos.

Determinación cuantitativa AST

La aspartato aminotransferasa (AST/TGO) cataliza la transferencia del grupo amino del aspartato al cetoglutarato con la formación de glutamato y oxalacetato. Este último es reducido a malato por la malato deshidrogenasa (MDH) en presencia de nicotinamido adenin dinucleótido reducido (NADH). La reacción se controla cinéticamente a 340 nm a través de la disminución de la absorbancia resultante de la oxidación del NADH a NAD+, proporcional a la actividad AST en la muestra (46).

Este ensayo se realizará mediante espectofotometría en el equipo (CHEM-7) de la marca Erba Diagnostics Mannhein con insumos de la marca Cromatest.

Reactivos para medir AST

Los reactivos utilizados para las determinaciones fuerón de la marca Cromatest del Lote: 17416 con número de referencia: 1109000

→ R1 Sustrato AST. Tampón TRIS 121 mmol/L pH 7,8, L-aspartato 362 mmol/L, malato deshidrogenasa > 460 U/L, lactato deshidrogenasa > 600 U/L.

→ R2 Coenzima AST. NADH 1,3 mmol/L, 2-cetoglutarato 75 mmol/L. Biocidas.

Material adicional

→ Espectrofotómetro o analizador para lecturas.

→ Baño termostatizable a 25oC, 30oC ó 37o C (0,1oC).

→ Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.

→ Equipamiento habitual de laboratorio.

Muestra

→ Suero, plasma heparinizado u obtenido con EDTA, libre de hemólisis.

Procedimiento de determinación cuantitativa de AST

→ Primero se preincubó el reactivo de trabajo, muestras y controles a la temperatura de reacción.

→ Luego se ajustó a 0 el fotómetro con agua destilada.

→ Después se pipeteó en tubos rotulados de la siguiente manera:

Temperatura de reacción	37°C	30°C
Reactivo de trabajo	1,0 mL	1,0 mL
Muestra o control	50 µL	100 µL

Fuente: Inserto del reactivo de AST/TGO.

Por último se mezcló suavemente por inversión y se insertó a la cubeta en el compartimiento termostatado del instrumento y las lecturas se repitierón exactamente a los 30,60 y 90 segundos.

Reactivos para validar colinesterasa, AST y ALT.

Para un control de calidad adecuado se incluyerón controles valorados (normales y elevados) que se tratarón como muestras al inicio y al final de cada precedimiento.

Los reactivos utilizados para las determinaciones de control anormal fuerón del Lote: 19243 con número de referencia: 1985005 de la marca HUMAN MULTISERA ABNORMAL Valorado. Nivel elevado.

Los reactivos utilizados para las determinaciones de control normal fuerón del Lote: 19275 con número de referencia: 1980005 de la marca HUMAN MULTISERA ABNORMAL Valorado. Nivel normal.

Para reconstituir el control normal se procedió a retirar el obturador sin sacarlo completamente y evitar pérdidas de material liofilizado después se adicionó 5 mL de agua destilada se cerró el vial y se dejó reposar durante 30 minutos en la oscuridad luego de esto se mezcló suavemente evitando la formación de espuma y este contenido se utilizó como si fuera una muestra de suero.

Para reconstituir el control anormal se procedió a retirar el obturador sin sacarlo completamente y evitar pérdidas de material liofilizado después se adicionó 5 mL de agua destilada se cerró el vial y se dejó reposar durante 30 minutos en la oscuridad luego de esto se mezcló suavemente evitando la formación de espuma y este contenido se utilizó como si fuera una muestra de suero.

2.5 Consideraciones éticas

Consentimiento informado

Se aplico el documento legal en cual los participantes aceptan y tienen conocimiento de la investigación, para la cual tienen disponibilidad para participar en la misma, conociendo los riesgos, beneficios, que se puedan presentar durante el desarrollo de la misma.

Además, se aplicarón las normas éticas correspondientes, de acuerdo con lo establecido por el CEISH – UTA.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

La presente investigación se enfocó en la determinación de los los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados y carbamatos en la cual se analizó los analitos colinesterasa, AST y ALT, la población estuvo conformado por 30 pacientes entre la edad de 22 a 35 años del cantón Palora pertenecientes a la empresa ABAD exporter aeop s.a.s. quienes utilizan agroquímicos en las actividades diarias para el cuidado de cultivos de Pitahaya.

Para esto a los voluntarios que decidieron participar en la investigación se les dio a conocer el consentimiento informado en el cuál aceptaban el procedimiento, asimismo, se empleó una encuesta, y los respectivos criterios de inclusión y exclusión para que puedan ser parte del proyecto. Por otra parte, las muestras sanguíneas fueron recolectadas en los tiempos establecidos de acuerdo con el procedimiento de medición longitudinal en estado de preexposición, exposición y post-exposición planteado en la metodología en el apartado del enfoque de la investigación.

La determinación de la concentración sérica de colinesterasa y la realización de las pruebas de funcionalidad hepática AST y ALT tuvieron como fin encontrar si la relación de exposición a organofosforados y carbamatos afecta directa o indirectamente a los agricultores tratando de asociar estos análisis a factores de riesgo.

Los resultados que se obtuvieron se expresarán a través de tablas y gráficos de acuerdo con la edad, género, historial laboral, conocimiento de técnicas de uso del equipo de bioseguridad durante y después de la utilización de los agroquímicos y por último se expresarán los resultados de los analitos analizados.

Caracterización de la población

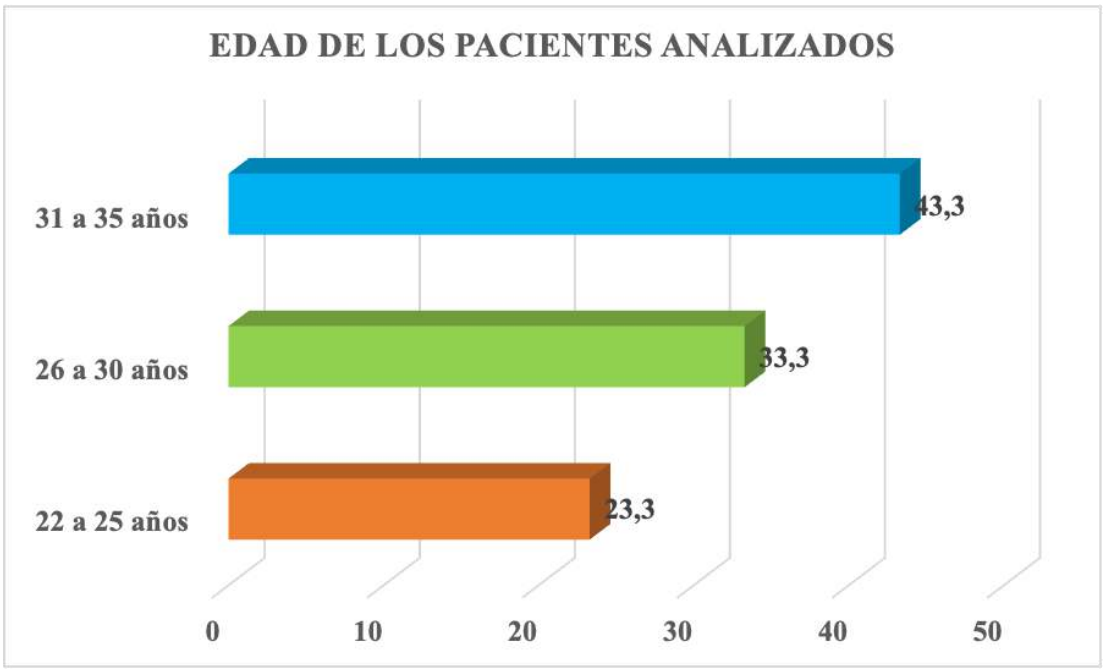
Tabla 1: Datos demográficos según la edad de la población.

EDAD			
		Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**22 a 25 años**	7	23,3
	26 a 30 años	10	33,3
	31 a 35 años	13	43,3
	Total	30	100

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 pacientes en la tabla 1 con respecto a la edad se observa la frecuencia y el porcentaje del 23,3% en 7 participantes que corresponde a la edad entre 22 a 25 años, el 33.3% en 10 participantes que corresponde a la edad entre 26 a 30 años por último el 43.3% en 13 participantes que corresponde a la edad entre 31 a 35 años.

Figura 1: Edad de la población



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la edad del paciente, los datos señalaron que el porcentaje de participantes de la edad entre 31 a 35 años fue el más alto (43.3%), mientras que el porcentaje más bajo corresponde a los participantes de la edad entre 22 a 25 años.

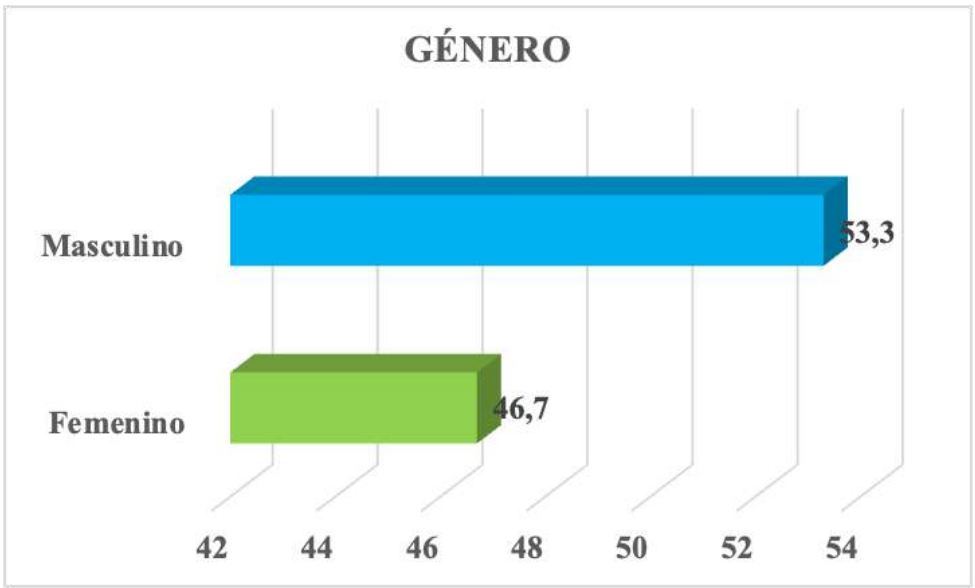
Tabla 2: Datos demográficos según el género de la población.

GÉNERO			
		Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**Femenino**	14	46,7
	Masculino	16	53,3
	Total	30	100

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes con respecto al sexo en la tabla 2 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado para el sexo masculino del 53,3% que corresponde a 16 varones y del sexo femenino el 46,7% que corresponde a 14 mujeres.

Figura 2: Género



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al género de la población en el proyecto de investigación, los datos mostraron que hubo mayor participación por parte del género masculino (53,3%), mientras que del género femenino la participación fue menor (46,7) en la empresa ABAD exporter aeop s.a.s.

Nivel de concentración de colinesterasa (CHE) en agricultores expuestos a organofosforados y carbamatos

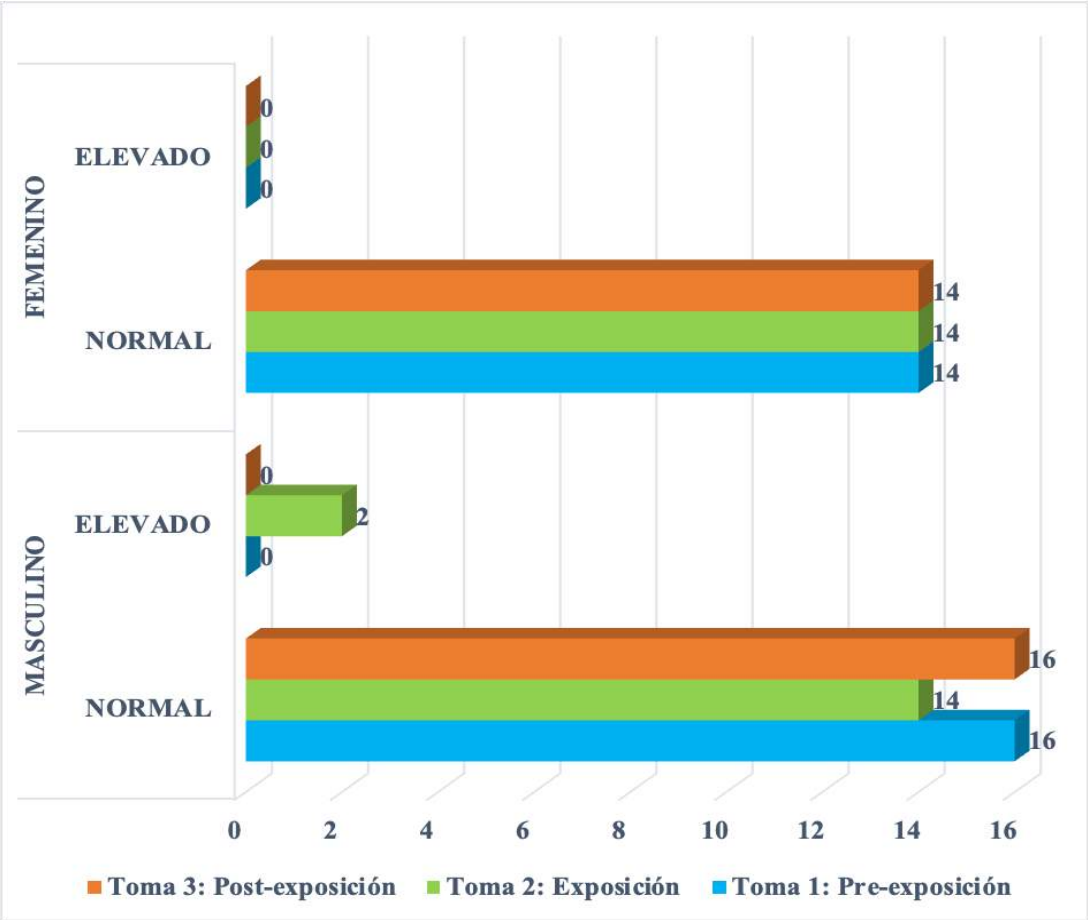
Tabla 3: Pacientes con concentración de colinesterasa (CHE) normal y elevada.

MEDICIÓN DE COLINESTERASA				
		Frecuencia (F)	**Frecuencia (F)**	**Frecuencia (F)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	16	14	16
Participantes 16	ELEVADO	0	0	0
FEMENINO	NORMAL	14	14	14
Participantes 14	ELEVADO	0	0	0
		Porcentaje (%)	**Porcentaje (%)**	**Porcentaje (%)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	100 %	100 %	100 %
Participantes 16	ELEVADO	0	0 %	0 %
FEMENINO	NORMAL	100 %	100 %	100 %
Participantes 14	ELEVADO	0	0 %	0

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes con respecto a la medición de colinesterasa en la tabla 3 los pacientes de género masculino en las tomas de muestra y mediciones realizadas presentaron valores normales sin embargo, en la segunda toma se encontró 2 pacientes que presentaban valores fuera del límite superior del rango de referencia **(Niños, Hombres y mujeres ≤ (40 años) (3498 - 8502 U/L), Mujeres, (16-39 años) / No embarazadas: (2802 – 7398 U/L)** por otra parte, las pacientes de género femenino en las tomas de muestra y mediciones realizadas presentaron valores normales sin embargo, en la segunda toma se evidenció 4 pacientes con valores cercanos al límite superior del rango de referencia.

Figura 3: Pacientes con concentración de colinesterasa (CHE) normal y elevada.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: respecto a la medición de colinesterasa en la figura 3, los datos mostraron que de los 30 pacientes el resultado obteniendo para el género masculino, los 16 participantes en la primera y tercera toma presentan valores normales a diferencia de la segunda la cual 14 de ellos presentaron valores normales y 2 de ellos valores elevados respectivamente. En cuanto a lo obteniendo para el género femenino las 14 participantes en las tomas de muestra y mediciones realizadas presentaron valores normales sin embargo hay 4 pacientes en relación con la toma 2 que obtuvieron concentraciones cercanas al límite superior de los valores de referencia.

Nivel de concentración de las transaminasas Aspartato Aminotransferasa (AST) y Alanina Aminotransferasa (ALT) en agricultores expuestos a organofosforados y carbamatos

Tabla 4: Pacientes con concentración de Aspartato Aminotransferasa (AST) normal y elevada.

MEDICIÓN DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST)

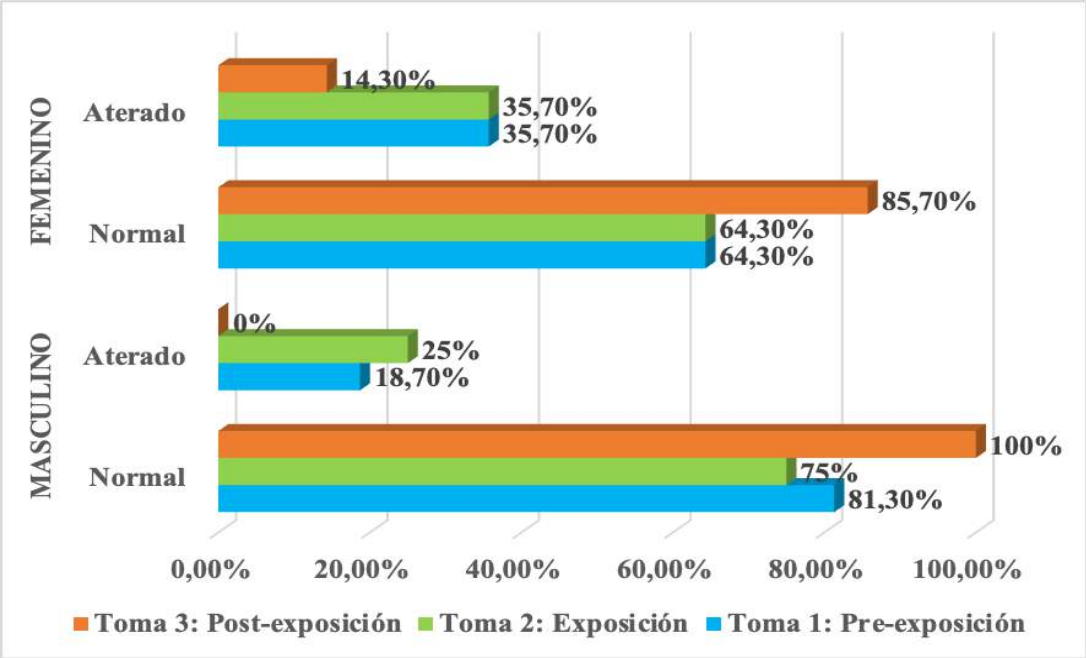
		Frecuencia (F)	**Frecuencia (F)**	**Frecuencia (F)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	13	12	16
Participantes 16	ELEVADO	3	4	0
FEMENINO	NORMAL	9	9	12
Participantes 14	ELEVADO	5	5	2
		Porcentaje (%)	**Porcentaje (%)**	**Porcentaje (%)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	81,3 %	75 %	100 %
Participantes 16	ELEVADO	18,7 %	25 %	0 %
FEMENINO	NORMAL	64,3 %	64,3 %	85,7 %
Participantes 14	ELEVADO	35,7%	35,7%	14,3 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes con respecto a la medición de Aspartato Aminotransferasa (AST) en la tabla 4 se muestran los resultados de los los pacientes relacionando el valor de referencia para **Hombres 8 U/L hasta 35 U/L** y para **Mujeres 8 U/L hasta 31 U/L** definiendo valores normales y elevados por cada toma y medición relizada, en cuanto al género masculino en la primera toma de la población general de 16 participantes 13 de ellos presentan valores normales y 3 valores fuera del rango de referencia por otra parte en la segunda toma se encontró 12 participantes con valores normales y 4 con concentraciones elevadas sin embargo en la tercera toma todos los participantes del género mascuino mostrarón valores normales en relación al valor de referencia del analito. Por otra parte el género femenino en la primera toma de la población general de 14 participantes 9 de ellas presentan valores normales y 5 valores fuera del rango de referencia por otra parte en la segunda toma se encontró la misma

relación de la primera toma sin embargo en la tercera toma 12 de ellas presentan valores normales y 2 valores fuera del rango del valor de referencia del analito.

Figura 4: Pacientes con concentración de Aspartato Aminotransferasa (AST) normal y elevada.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: respecto a la medición de Aspartato Aminotransferasa (AST) en la figura 4, los datos mostraron que de los 30 participantes el resultado obtenido para el género masculino en la primera toma de la población general de 16 participantes el (81,3 %) de ellos presentan valores normales y el (18,7 %) valores fuera del rango de referencia por otra parte, en la segunda toma se encontró al (75 %) de los participantes con valores normales y al (25 %) con concentraciones elevadas sin embargo en la tercera toma el (100 %) de los participantes del género mascuino mostrarón valores normales en relación al valor de referencia del analito. Por otra parte el género femenino en la primera toma de la población general de 14 participantes el (64,3 %) de ellas presentan valores normales y el (35,7 %) de estas tienen valores fuera del rango de referencia por otra parte en la segunda toma se encontró la misma relación de la primera toma sin embargo en la tercera toma el (85,7 %) de ellas presentan valores normales y el (14,3 %) valores fuera del rango del valor de referencia del analito.

Tabla 5: Pacientes con concentración de Alanina Aminotransferasa (ALT) normal y elevada.

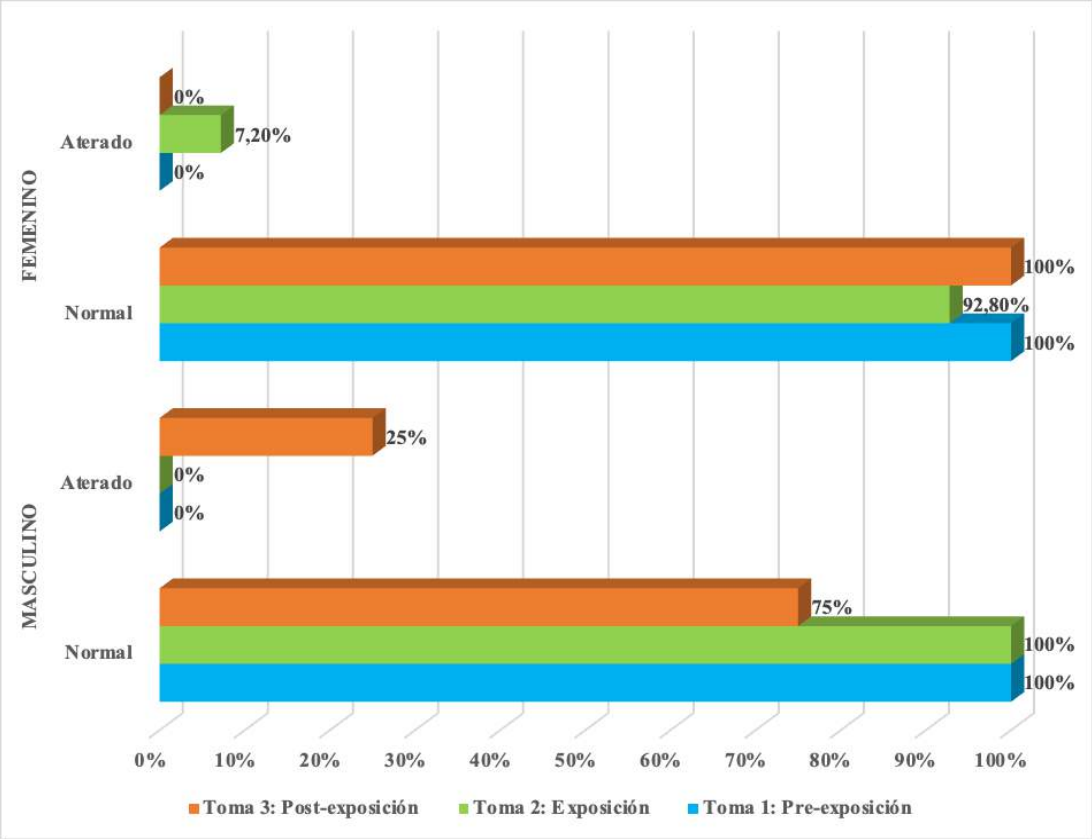
MEDICIÓN DE ASPARTATO ALANINA AMINOTRANSFERASA (ALT)

		Frecuencia (F)	**Frecuencia (F)**	**Frecuencia (F)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	16	16	12
Participantes 16	ELEVADO	0	0	4
FEMENINO	NORMAL	14	13	14
Participantes 14	ELEVADO	0	1	0
		Porcentaje (%)	**Porcentaje (%)**	**Porcentaje (%)**
Género	Resultado	Toma 1: Pre-exposición	Toma 2: Exposición	Toma 3: Post-exposición
MASCULINO	NORMAL	100 %	100 %	75 %
Participantes 16	ELEVADO	0 %	0 %	25 %
FEMENINO	NORMAL	100 %	92,8 %	100 %
Participantes 14	ELEVADO	0 %	7,2 %	0 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes con respecto a la medición de Alanina Aminotransferasa (ALT) en la tabla 5 se muestran los resultados de los los pacientes relacionando el valor de referencia para **Hombres 4 U/L hasta 45 U/L** y para **Mujeres 4 U/L hasta 34 U/L** definiendo valores normales y elevados por cada toma y medición relizada, en cuanto al género masculino en la primera y segunda toma de la población general de 16 participantes estos presentarón valores normales sin embargo en la tercera toma 12 de ellos presentaron valores normales y 4 valores elevados en relación al valor de referencia del analito. Por otra parte el género femenino en la primera y tercera toma de la población general de 14 participantes estas presentarón valores normales a diferencia de esto en la segunda toma se encontró 13 de ellas con valores normales y 1 con un valor fuera del valor de referencia del analito, se puede evidenciar que no existe alteraciones significativas en la concentración de esta enzimas hepática, lo que evidencia que no existe aún signos de hepatotoxicidad en el grupo de agricultores estudiados.

Figura 5: Pacientes con concentración de Alanina Aminotransferasa (ALT) normal y elevada.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: respecto a la medición de Alanina Aminotransferasa (ALT) en la figura 5, los datos mostraron que de los 30 participantes el resultado obtenido para el género masculino en la primera y segunda toma de la población general de 16 participantes el (100 %) de ellos presentan valores normales por otra parte, en la tercera toma se encontró al (75 %) de los participantes con valores normales y al (25 %) con concentraciones elevadas en relación con el valor de referencia del analito. Por otra parte el género femenino en la primera y tercera toma de la población general de 14 participantes el (100 %) de ellas presentan valores normales sin embargo en la segunda toma el (92,8 %) de ellas presentan valores normales y el (7,2 %) valores fuera del rango del valor de referencia del analito.

Asociación entre los factores de riesgo y la exposición a organofosforados y carbamatos

Historial laboral

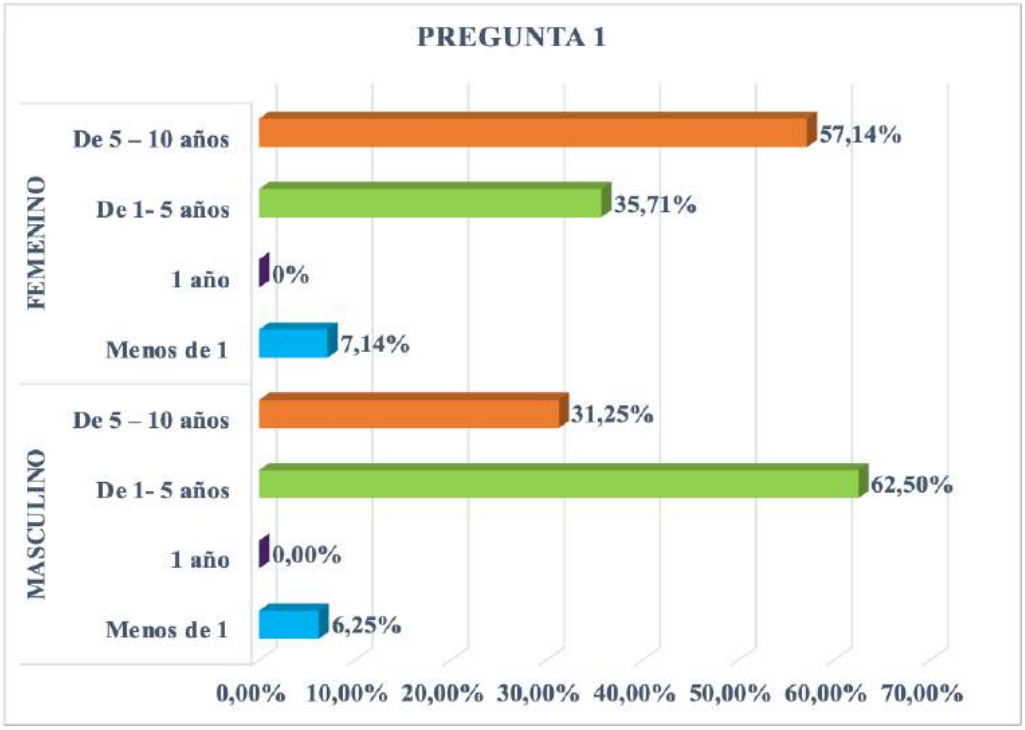
Tabla 6: Años de antigüedad en cultivos de Pitahaya

PREGUNTA 1				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Menos de 1	1	6,25
		1 año	0	0,0
		De 1- 5 años	10	62,5
		De 5 – 10 años	5	31,25
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Menos de 1	1	7,14
		1 año	0	0,0
		De 1- 5 años	5	35,71
		De 5 – 10 años	8	57,14
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 6 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado de acuerdo con los años de antigüedad en cultivos de Pitahaya en el caso de los 16 participantes del género masculino en el rango de 1 a 5 años se encuentran 10 de estos, por otra parte, en la opción de 5 a 10 años se encontró 5 participantes y por último respecto al rango de menos de 1 año uno de estos mencionó experiencia menor a 1 año. A diferencia de esto las 14 participantes del género femenino en la opción de 5 a 10 años se encontró 8 participantes; en el rango de 1 a 5 años se encuentran 5 de estas, por otra parte, respecto al rango de menos de 1 año una de estas mencionó experiencia menor a 1 año.

Figura 6: Años de antigüedad en cultivos de pitahaya



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 1 en la figura 6 en el proyecto de investigación, los datos mostraron que en el caso de los 16 participantes del género masculino en el rango de 1 a 5 años se encuentran el (62,5 %) de estos, por otra parte, en la opción de 5 a 10 años se encontró un (31,25 %) de participantes y por último respecto al rango de menos de 1 año existe uno que representa el (6,25 %) de estos el cual mencionó experiencia menor a 1 año. A diferencia de esto, las 14 participantes del género femenino en la opción de 5 a 10 años se encontraron un (57,14 %) de participantes; en el rango de 1 a 5 años se encuentran (35,71 %) de estas, por otra parte, respecto al rango de menos de 1 año una de estas representa el (7,14 %) que mencionó experiencia menor a 1 año.

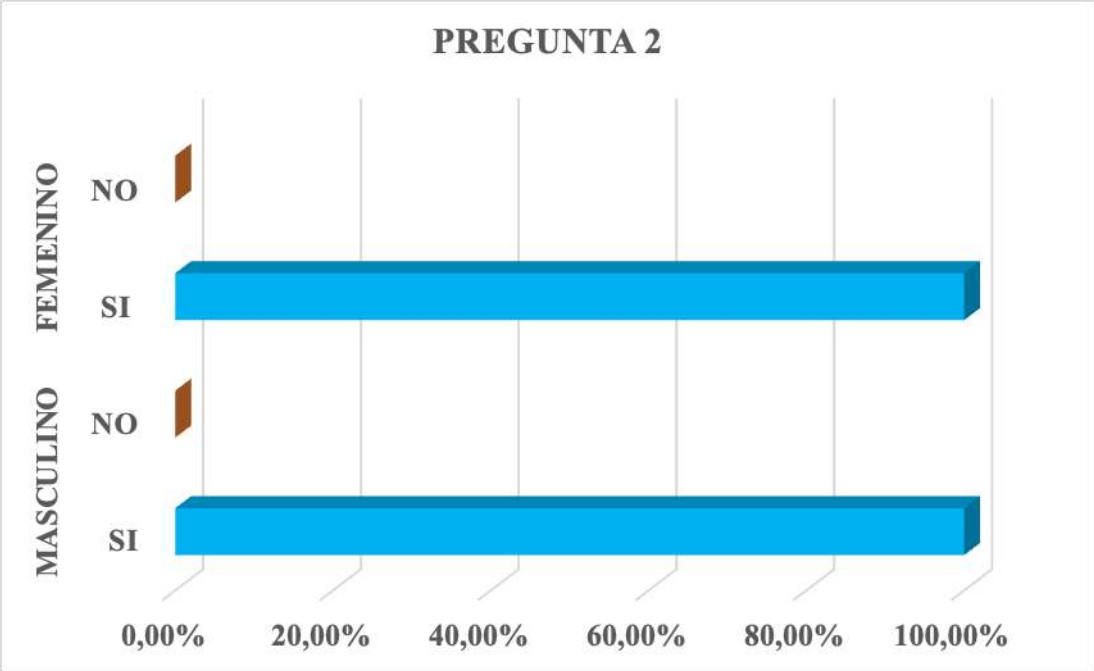
Tabla 7: Conoce qué es una aplicación foliar

PREGUNTA 2				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	16	100 %
		NO	0	0,0
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 7 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado de acuerdo con lo mencionado por el género masculino y femenino según con el conocimiento de aplicación foliar de un 100% en respuesta al **SI** con relación a su historial laboral.

Figura 7: Conoce qué es una aplicación foliar



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 2 en la figura 7 en el proyecto de investigación, los datos mostraron que, tanto el género masculino como femenino conoce en un 100% sobre el cuestionamiento realizado.

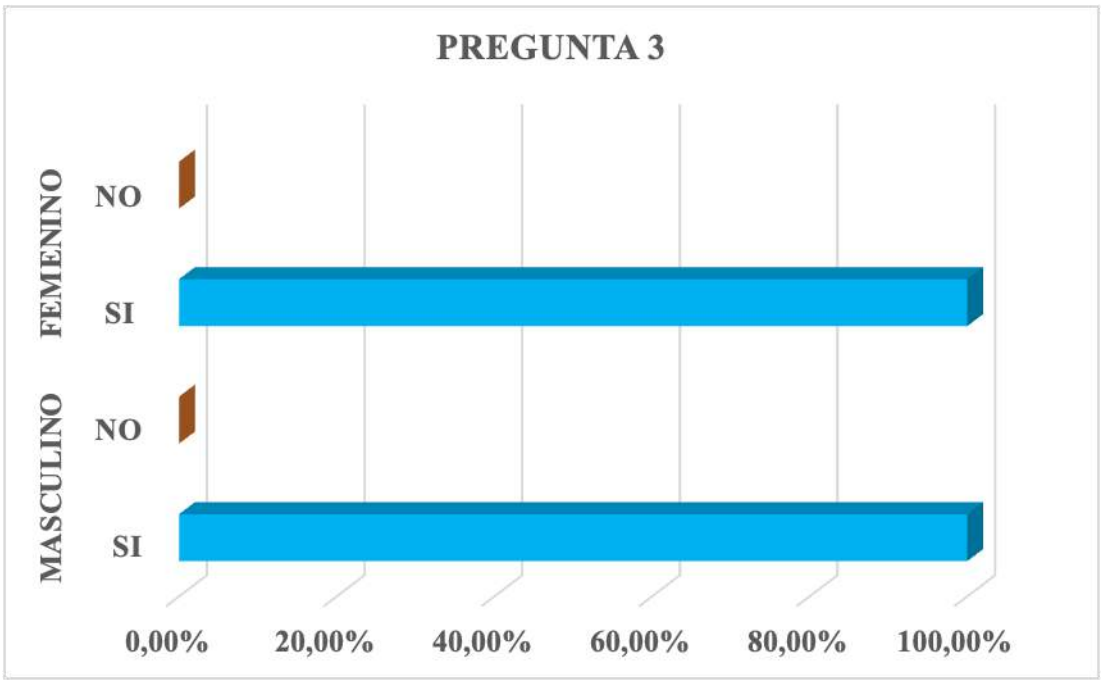
Tabla 8: Conoce el equipo de protección para la aplicación foliar.

PREGUNTA 3				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	16	100 %
		NO	0	0,0
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 8 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado de acuerdo con lo mencionado por el género masculino y femenino según con el conocimiento del equipo de protección para la aplicación foliar de un 100% en respuesta al **SI** con relación a su historial laboral.

Figura 8: Conoce el equipo de protección para la aplicación foliar



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 3 en la figura 8 en el proyecto de investigación, los datos mostraron que, tanto el género masculino como femenino conoce en un 100% del equipo de protección para la aplicación foliar.

En relación con el conocimiento de técnicas de uso del equipo de bioseguridad durante y después de la utilización de los agroquímicos mediante la encuesta en las preguntas 4 y 8 se encontró lo siguiente:

Tabla 9: Equipo de protección que usa para la aplicación foliar y drench.

PREGUNTAS 4 Y 8											
		Frecuencia (F)		**Frecuencia (F)**		**Frecuencia (F)**		**Frecuencia (F)**		**Frecuencia (F)**	
Género	Opciones	Impermeable		Gafas		Guantes		Mascarilla		Botas de caucho	
		FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH
Masculino Participantes 16	Si	14	11	14	13	14	16	15	16	15	14
	NO	2	5	2	3	2	0	1	0	1	2
Femenino Participantes 14	Si	13	12	11	10	12	14	14	14	13	14
	NO	1	2	3	4	2	0	0	0	1	0
		Porcentaje (%)		**Porcentaje (%)**		**Porcentaje (%)**		**Porcentaje (%)**		**Porcentaje (%)**	
Género	Opciones	Impermeable		Gafas		Guantes		Mascarilla		Botas de caucho	
		FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH	FOLIAR	DRENCH
Masculino Participantes 16	Si	87,5 %	68,8 %	87,5%%	81,3 %	87,5%%	100 %	93,8 %	100 %	93,8 %	87,5%%
	NO	12,5 %	31, 2 %	12,5 %	18,7 %	12,5 %	0 %	6,2 %	0 %	6,2 %	12,5 %
Femenino Participantes 14	Si	92,9 %	85,7 %	78,6 %	71,4 %	85,7 %	100 %	100 %	100 %	92,9 %	100 %
	NO	7,1 %	14,3 %	21,4 %	28,6 %	14,3 %	0 %	0 %	0 %	7,1 %	0 %

Elaborado por: Abad. J.

Cualquier empresa que cuente con trabajadores en el agro debe conocer y considerar los EPP apropiados para prevenir la exposición a sustancias tóxicas. Entre estos, destacan para la aplicación foliar: los trajes de seguridad o impermeable, los guantes resistentes a productos químicos, las gafas, las máscaras respiratorias con carbón de triple acción y botas de caucho. Para la aplicación drench los EPP apropiados para prevenir la exposición a sustancias tóxicas son: los guantes resistentes a productos químicos, las gafas, las máscaras respiratorias con carbón de triple acción y botas de caucho. La elección adecuada de todos ellos es crucial para evitar riesgos y garantizar prácticas agrícolas seguras y sostenibles (31).

De los 30 participantes con respecto al conocimiento de técnicas de uso del equipo de bioseguridad en la tabla 9 se observan las frecuencias y porcentajes, tanto del género masculino como femenino, obteniendo el resultado para el género masculino de una población total de 16 participantes el resultado para la opción del uso de mascarilla y guantes de un (100 %) por otra parte, el uso de botas de caucho con un (87,5%), seguido del uso de gafas con un (81,3 %) y por último en el uso de impermeable de un (68,8 %) todo lo anterior mencionado es utilizado para la aplicación drench, en cuanto a la aplicación foliar se evidenció que el uso de mascarilla y botas de caucho representan el (93,8 %) respectivamente, por otra parte, el uso de impermeable, gafas y guantes presentan un valor de (87,5 %) en la población. En cuanto a lo obteniendo para el género femenino de una población total de 14 participantes el resultado para la opción del uso de mascarilla, guantes y botas de caucho fue de un (100 %) por otra parte, el uso de impermeable con un (85,7%), seguido del uso de gafas con un (71,4 %) todo esto utilizado para la aplicación drench, en cuanto a la aplicación foliar se evidenció que el uso de mascarilla es del (100 %), por otra parte, el uso de impermeable y botas de caucho presentó un valor de (92,9%) respectivamente, el uso de guantes tiene un valor de (87,5 %) y por último el uso de gafas fue de (78,6 %) todo esto en relación al equipo de protección que utiliza la población de estudio en las distintas aplicaciones sea en la técnica foliar o drench.

Figura 9: Equipo de protección que usa para la aplicación foliar y drench.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: respecto al conocimiento de técnicas de uso del equipo de bioseguridad en la figura 9, los datos mostraron que de los 30 pacientes el resultado obteniendo para el género masculino, los 16 participantes utilizan mascarilla y guantes por otra parte, 14 de ellos usa botas de caucho, además se encontró que 13 utilizan gafas y por último 11 ocupa impermeable para la aplicación drench, en cuanto a la aplicación foliar se evidenció que 15 usa mascarilla y botas de caucho por otra parte, se evidenció que 14 de estos utilizan impermeable, gafas y guantes. En cuanto a lo obteniendo para el género femenino las 14 participantes usan mascarilla, guantes y botas de caucho, sin embargo 12 de ellas utiliza impermeable, por último, 10 de las mismas usa gafas en la aplicación drench, en cuanto a la aplicación foliar se evidenció que las 14 pacientes ocupan mascarilla, sin embargo, 13 usa impermeable y botas de caucho respectivamente, 12 de estas utiliza guantes y por último se encontrón que 11 de ellas usa gafas, todo esto en relación al equipo de protección que utiliza la población de estudio en las distintas aplicaciones sea en la técnica foliar o drench.

Tabla 10: Con qué frecuencia realiza la aplicación foliar

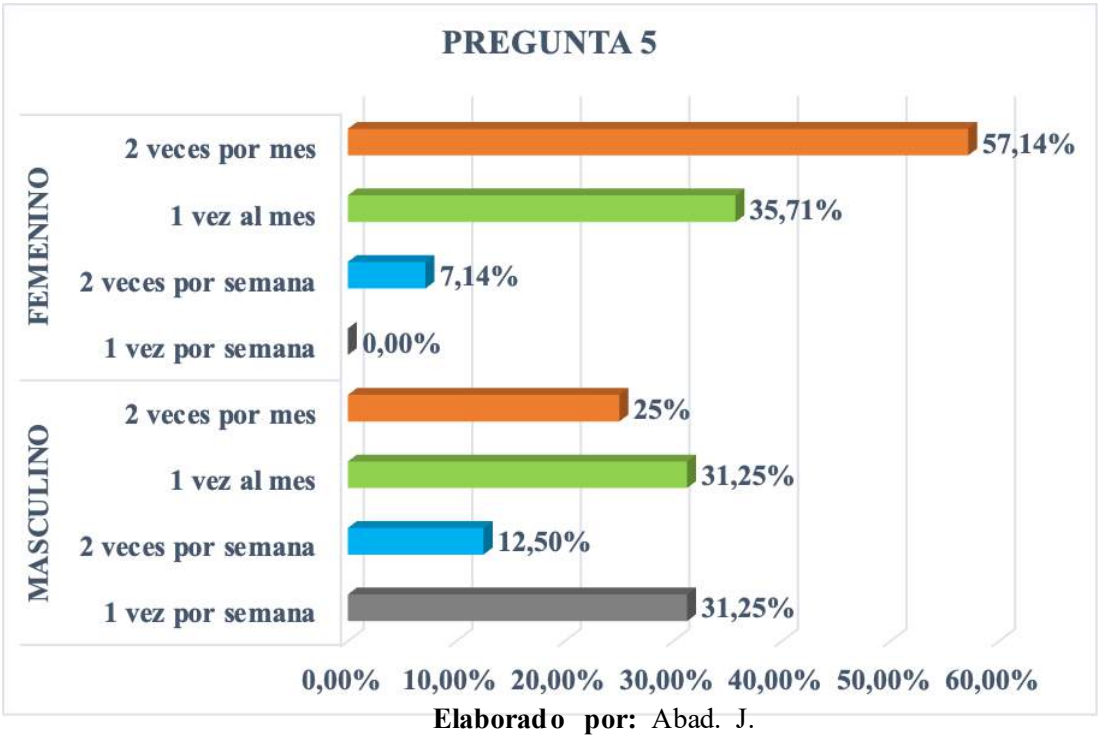
PREGUNTA 5				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	1 vez por semana	5	31,25 %
		2 veces por semana	2	12,5 %
		1 vez al mes	5	31,25 %
		2 veces por mes	4	25 %
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	1 vez por semana	0	0,0 %
		2 veces por semana	1	7,14 %
		1 vez al mes	5	35,71 %
		2 veces por mes	8	57,14 %
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 10 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado en relación con la frecuencia con la que realizan la aplicación foliar según el género masculino, se encontró que 5 realizan la actividad 1 vez por semana y otros 5 realizan la actividad 1 vez al mes, además, se evidenció que 4 realizan la actividad 2 veces por mes y 2 realizan la actividad 2 veces por semana. Por otra parte en el género femenino, se encontró que 8 realizan la actividad 2 veces por mes y

otras 5 realizan la actividad 1 vez al mes, además, se evidenció que 1 realiza la actividad 2 veces por semana.

Figura 10: Con qué frecuencia realiza la aplicación foliar



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 5 en la figura 10 en el proyecto de investigación, los datos mostraron el resultado en relación con el porcentaje con la que realizan la aplicación foliar según el género masculino se encontró que hay un (31,25 %) el cual realiza la actividad 1 vez por semana y 1 vez al mes respectivamente, además, se evidenció que un (25 %) realizan la actividad 2 veces por mes y un (12,5 %) realizan la actividad 2 veces por semana. Por otra parte en el género femenino, se encontró que un (57,14%) realizan la actividad 2 veces por mes y otro (35,71%) realizan la actividad 1 vez al mes, además, se evidenció un (7,14%) que realiza la actividad 2 veces por semana, todo esto se puede relacionar con el aumento o disminución de los analitos determinados debido a que según el número de veces que se realizó la aplicación de agroquímicos este proceso evidenció un aumento significativo con una posterior disminución retomando valores dentro del rango de referencia establecidos por cada uno de los analitos analizados.

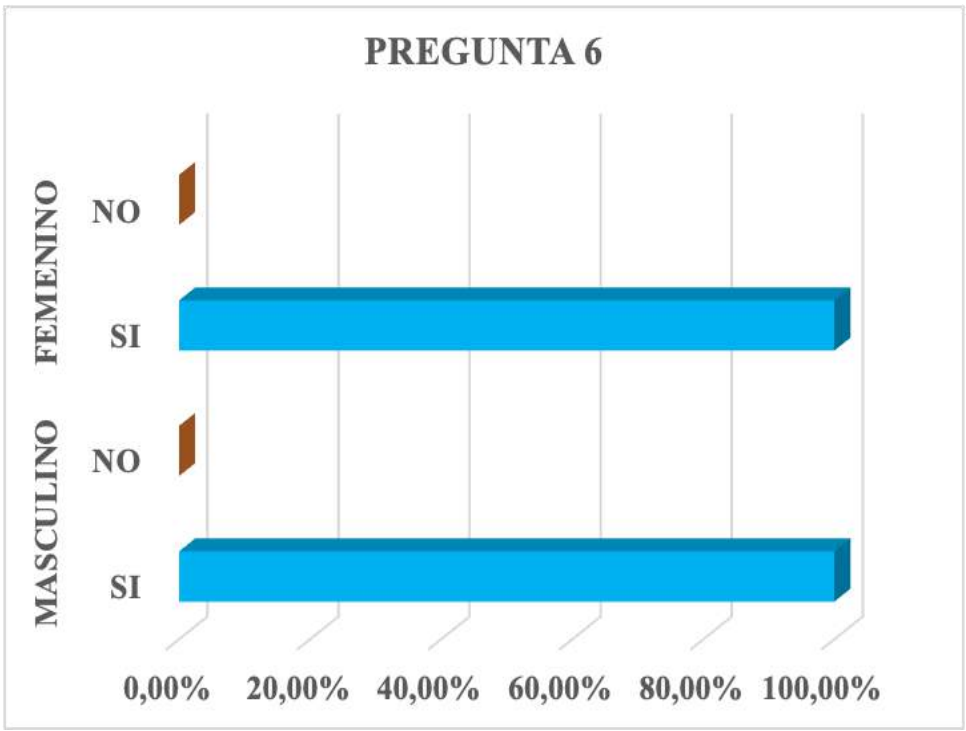
Tabla 11: Conoce qué es una aplicación Drench

PREGUNTA 6				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	16	100 %
		NO	0	0,0
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 11 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado de acuerdo con lo mencionado por el género masculino y femenino según con el conocimiento de aplicación drench de un 100% en respuesta al **SI** con relación a su historial laboral.

Figura 11: Conoce qué es una aplicación Drench



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 6 en la figura 11 en el proyecto de investigación, los datos mostraron que, tanto el género masculino como femenino conoce en un 100% sobre el cuestionamiento realizado.

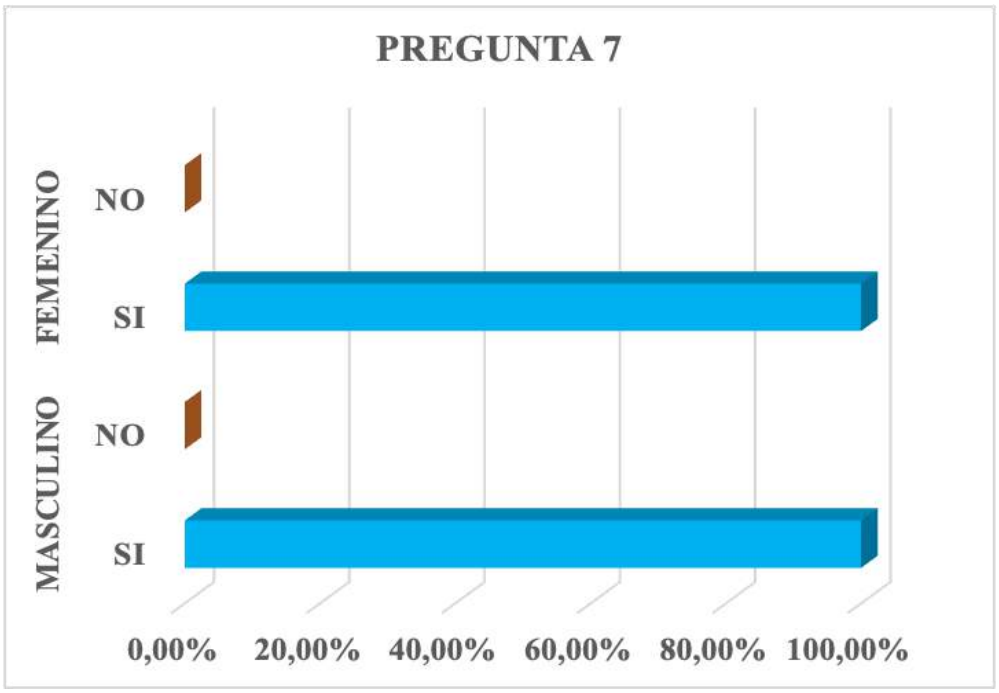
Tabla 12: Conoce el equipo de protección para la aplicación Drench

PREGUNTA 7				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	16	100 %
		NO	0	0,0
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 12 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado de acuerdo con lo mencionado por el género masculino y femenino según con el conocimiento del equipo de protección para la aplicación drench de un 100% en respuesta al **SI** con relación a su historial laboral.

Figura 12: Conoce el equipo de protección para la aplicación Drench



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 7 en la figura 12 en el proyecto de investigación, los datos mostraron que, tanto el género masculino como femenino conoce en un 100% del equipo de protección para la aplicación foliar.

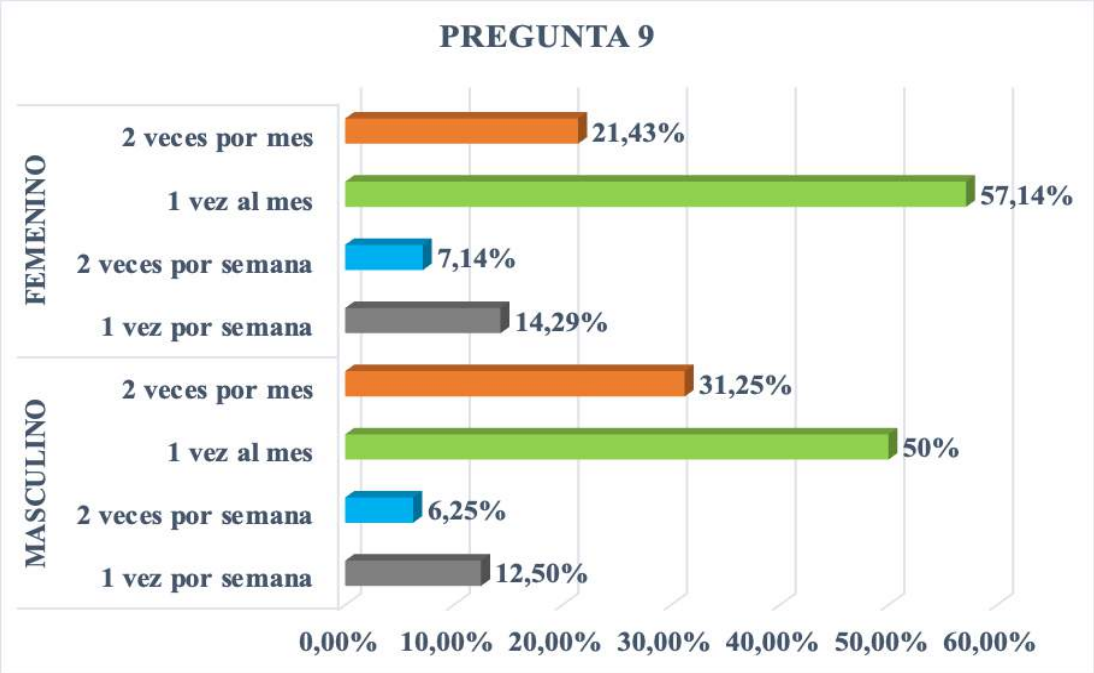
Tabla 13: Con qué frecuencia realiza la aplicación Drench

PREGUNTA 9				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	1 vez por semana	2	12,5 %
		2 veces por semana	1	6,25 %
		1 vez al mes	8	50 %
		2 veces por mes	5	31,25 %
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	1 vez por semana	2	14,29 %
		2 veces por semana	1	7,14 %
		1 vez al mes	8	57,14 %
		2 veces por mes	3	21,43 %
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 13 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado en relación con la frecuencia con la que realizan la aplicación drench según el género masculino, se encontró que 8 realizan la actividad 1 vez al mes y otros 5 realizan la actividad 2 veces por mes, además, se evidenció que 2 realizan la actividad 1 vez por semana y 1 realiza la actividad 2 veces por semana. Por otra parte en el género femenino, se encontró que 8 realizan la actividad 1 vez al mes y otras 3 realizan la actividad 2 veces por mes, además, se encontró que 2 realizan la actividad 1 vez por semana y 1 de ella realiza la actividad 2 veces por semana, todo esto se puede relacionar con el aumento o disminución de los analitos determinados debido a que según el número de veces que se realizó la aplicación de agroquímicos este proceso evidenció un aumento significativo con una posterior disminución retomando valores dentro del rango de referencia establecidos por cada uno de los analitos analizados.

Figura 13: Con qué frecuencia realiza la aplicación Drench



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto al historial laboral en la pregunta 9 en la figura 13 en el proyecto de investigación, los datos mostraron el resultado en relación con el porcentaje con la que realizan la aplicación drench según el género masculino se encontró que el (50,0 %) realizan la actividad 1 vez al mes y otro (31,25 %) realizan la actividad 2 veces por mes, además, se evidenció que un (12,5%) realizan la actividad 1 vez por semana, por último, un (6,25 %) realiza la actividad 2 veces por semana. Por otra parte en el género femenino, se encontró que el (57,14%) realizan la actividad 1 vez al mes, además un (21,43%) realizan la actividad 2 veces por mes, también se encontró que el (14,29%) realizan la actividad 1 vez por semana y el (7,14%) restante de ellas realiza la actividad 2 veces por semana.

Protección personal

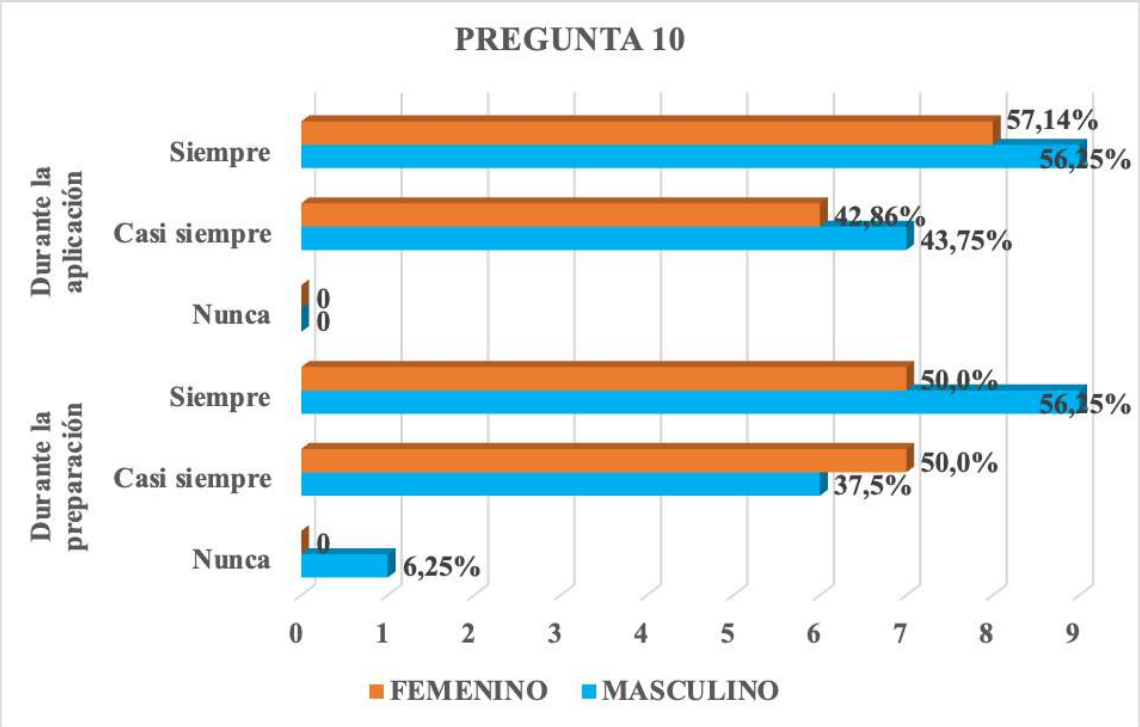
Tabla 14: Utiliza el equipo de protección personal

PREGUNTA 10				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**Durante la preparación**		
		Nunca	1	6,25 %
		Casi siempre	6	37,5 %
		Siempre	9	56,25 %
		Durante la aplicación		
		Nunca	0	0
		Casi siempre	7	43,75
		Siempre	9	56,25
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**Durante la preparación**		
		Nunca	0	0 %
		Casi siempre	7	50,0 %
		Siempre	7	50,0 %
		Durante la aplicación		
		Nunca	0	0 %
		Casi siempre	6	42,86 %
		Siempre	8	57,14 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 14 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado en relación con el uso del equipo de protección personal por parte de los participantes, separados por género; durante la preparación y aplicación de plaguicidas en los cultivos. Se observa que, tanto en el grupo masculino como en el femenino, la mayoría de los participantes siempre utilizan el equipo de protección personal durante la preparación y aplicación de plaguicidas.

Figura 14: Utiliza el equipo de protección personal



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la protección personal al en la pregunta 10 en la figura 14 en el proyecto de investigación, los datos mostraron el resultado en relación con el uso del equipo de protección personal, se destaca que la mayoría de los participantes, tanto masculinos como femeninos, reportan utilizar siempre el equipo de protección personal durante la preparación y aplicación de plaguicidas. En el caso de la preparación, el 56,25% de los participantes masculinos y el 50% de los participantes femeninos siempre utilizan el equipo de protección personal. Durante la aplicación, el 56,25% de los participantes masculinos y el 57,14% de los participantes femeninos siempre lo utilizan.

Preguntas de interés

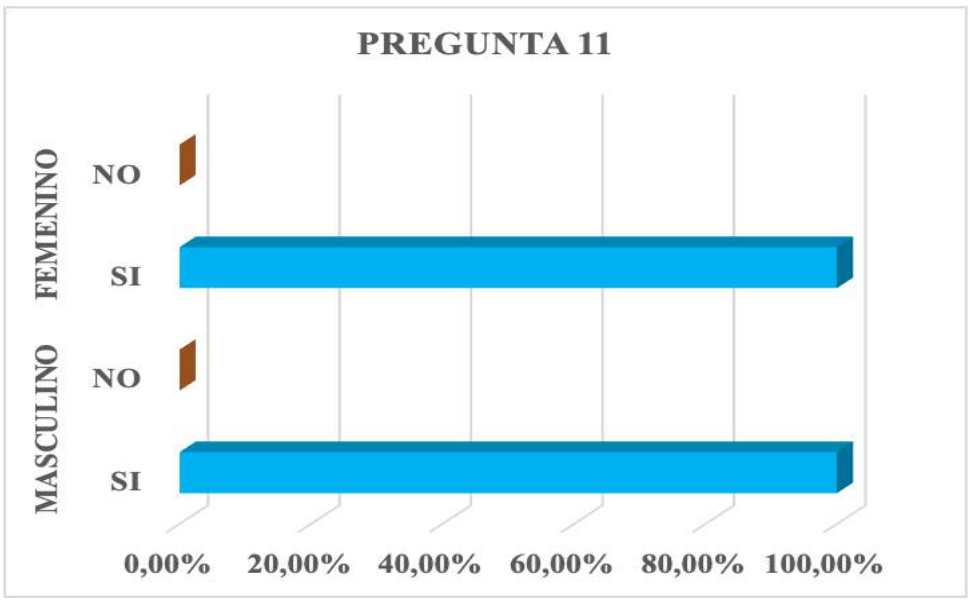
Tabla 15: Ha recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas en la producción de cultivos

PREGUNTA 11				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	16	100 %
		NO	0	0,0
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 15 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado en relación con la capacitación recibida sobre el uso de plaguicidas en la producción de cultivos por parte de los participantes, separados por género. Se destaca que, tanto en el grupo masculino como en el femenino, el 100% de los participantes han recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas, lo que sugiere un buen nivel de preparación en este aspecto.

Figura 15: Ha recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas en la producción de cultivos



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 15 en el proyecto de investigación en relación con la capacitación recibida sobre el uso de plaguicidas Se observa que el 100% de los participantes, tanto masculinos como femeninos, han recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas.

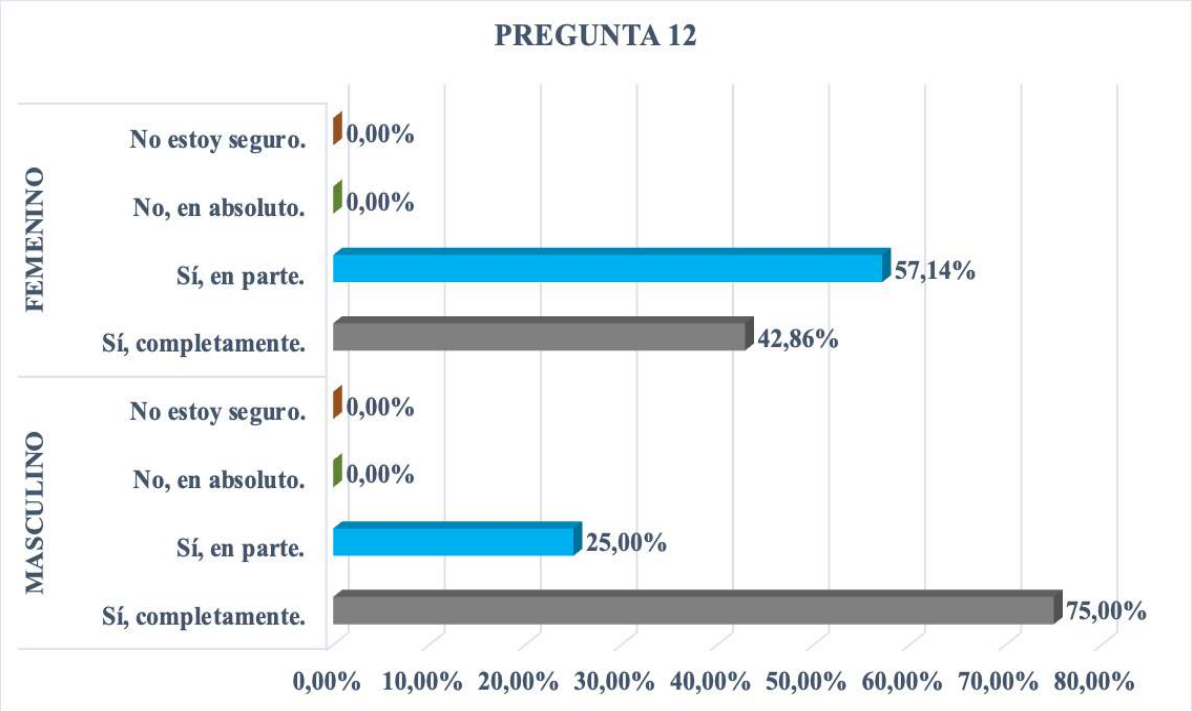
Tabla 16: Conoce los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas

PREGUNTA 12				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Sí, completamente.	12	75,0%
		Sí, en parte.	4	25,0%
		No, en absoluto.	0	0,0%
		No estoy seguro.	0	0,0%
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Sí, completamente.	6	42,86%
		Sí, en parte.	8	57,14 %
		No, en absoluto.	0	0,0%
		No estoy seguro.	0	0,0%
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 16 se observan las frecuencias y porcentajes, obteniendo el resultado en relación con el conocimiento de los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas por parte de los participantes, separados por género. Se observa que, en el grupo masculino, el 75% conoce completamente los riesgos, mientras que, en el grupo femenino, el 42,86% conoce completamente los riesgos y el 57,14% los conoce en parte.

Figura 16: Conoce los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 16 en el proyecto de investigación en relación con el conocimiento de los riesgos para la salud asociados con la exposición a plaguicidas, el 75% de los participantes masculinos conoce completamente los riesgos, mientras que el 42.86% de los participantes femeninos tiene este mismo nivel de conocimiento. Por otro lado, el 25% de los participantes masculinos y el 57.14% de los participantes femeninos conocen los riesgos en parte.

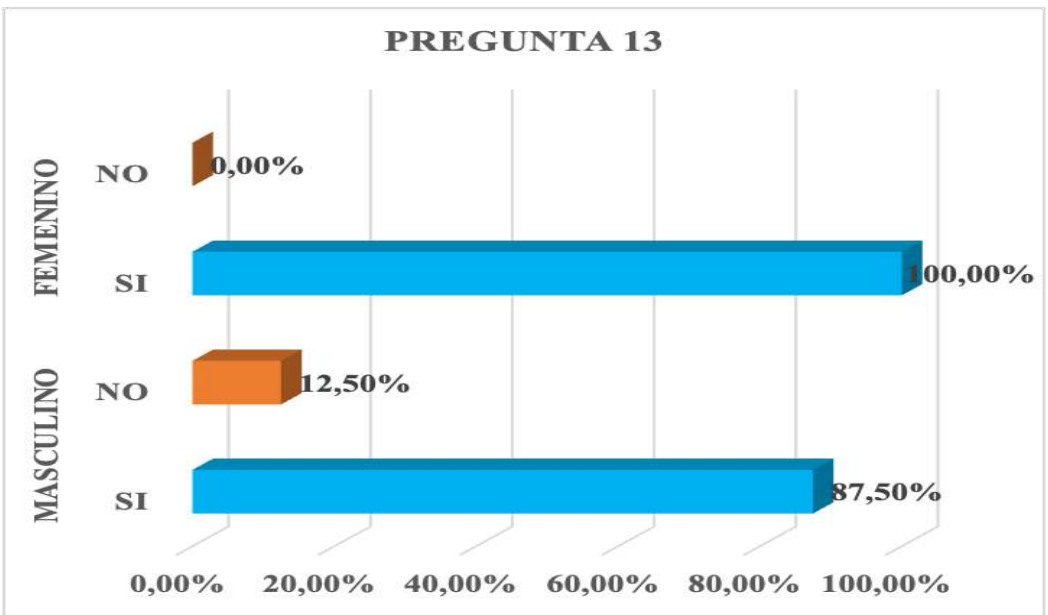
Tabla 17: Ha tenido síntomas como: Dolor de cabeza, ardor de ojos, ojos enrojecidos, cansancio o sueño, mareos después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo.

PREGUNTA 13				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	**SI**	14	87,5 %
		NO	2	12,5 %
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	**SI**	14	100%
		NO	0	0,0
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 17 se observan las frecuencias y porcentajes, en relación con los síntomas experimentados por los participantes después de la aplicación de plaguicidas en los cultivos. Se destaca que, en ambos grupos, la mayoría de los participantes han experimentado síntomas.

Figura 17: Ha tenido síntomas como: Dolor de cabeza, ardor de ojos, ojos enrojecidos, cansancio o sueño, mareos después de la aplicación de plaguicidas en el cultivo.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 17 en el proyecto de investigación en relación con los síntomas experimentados por los participantes después de la aplicación de plaguicidas en los cultivos, se observa que el 87.5% de los participantes masculinos y el 100% de los participantes femeninos han experimentado síntomas.

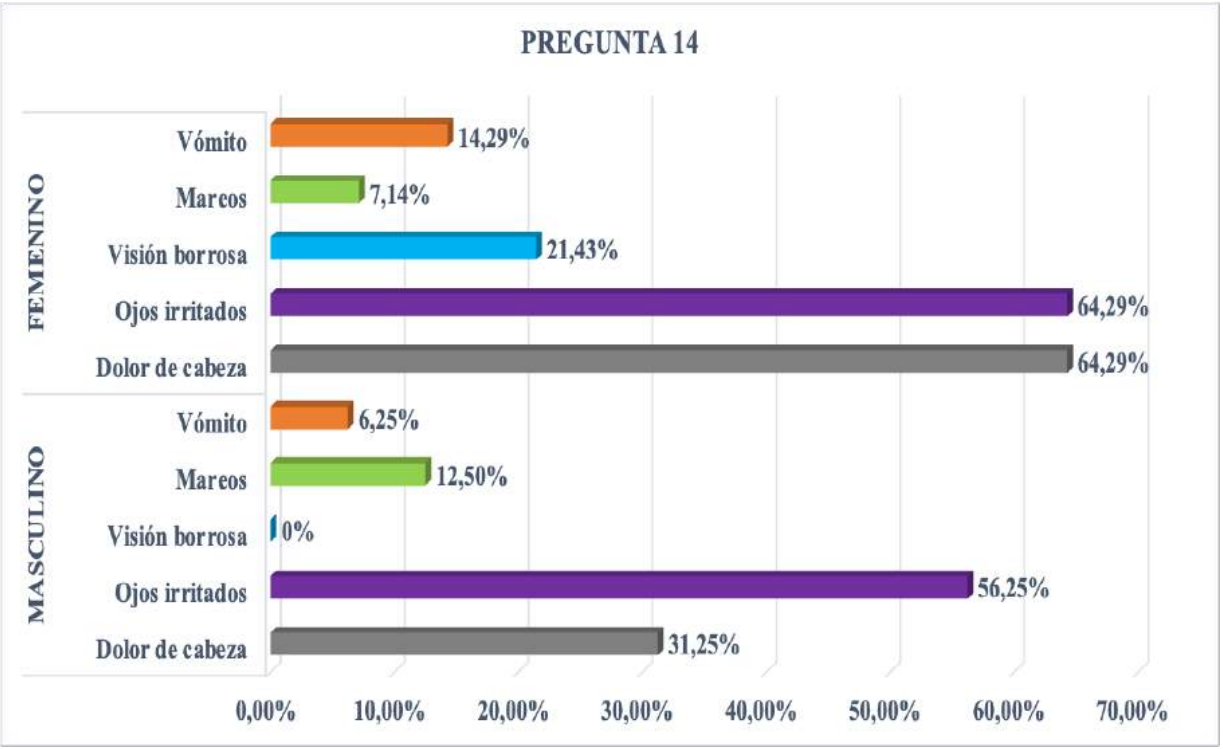
Tabla 18: Si su respuesta es SI señale los síntomas que ha presentado.

PREGUNTA 14				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Dolor de cabeza	5	31,25%
		Ojos irritados	9	56,25%
		Visión borrosa	0	0%
		Mareos	2	12,50%
		Vómito	1	6,25%
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Dolor de cabeza	9	64,29%
		Ojos irritados	9	64,29%
		Visión borrosa	3	21,43%
		Mareos	1	7,14%
		Vómito	2	14,29%

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 18 se observan las frecuencias y porcentajes, en relación con los síntomas específicos experimentados por los participantes después de la aplicación de plaguicidas en los cultivos. Se observa una variedad de síntomas reportados, como dolor de cabeza, ojos irritados, visión borrosa, mareos y vómito; siendo más comunes el dolor de cabeza con un valor de 64,29% en mujeres y ojos irritados en un 56,25% en el género masculino.

Figura 18: Si su respuesta es SI señale los síntomas que ha presentado.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 18 en el proyecto de investigación en relación con los síntomas específicos experimentados por los participantes después de la aplicación de plaguicidas en los cultivos; los síntomas más comunes reportados por los participantes masculinos son ojos irritados (56.25%) y dolor de cabeza (31.25%), mientras que en los participantes femeninos son dolor de cabeza (64.29%) y ojos irritados (64.29%).

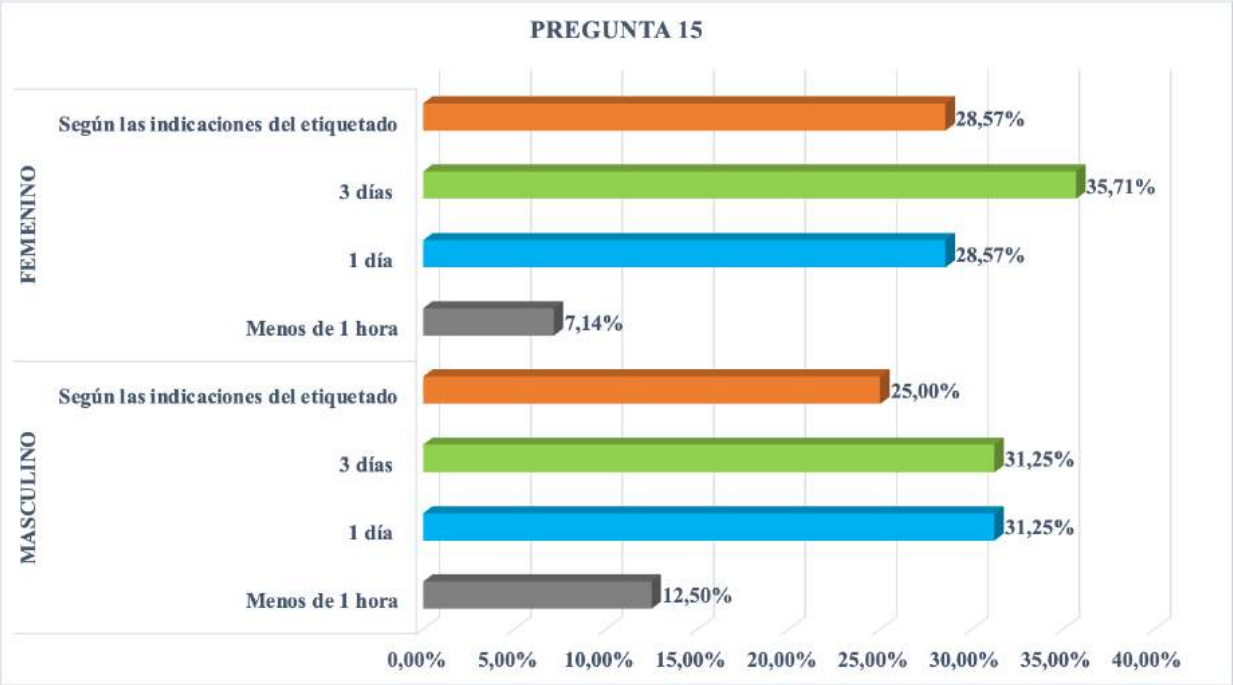
Tabla 19: ¿Cuánto tiempo espera antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas?

PREGUNTA 15				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Menos de 1 hora	2	12,50%
		1 día	5	31,25%
		3 días	5	31,25%
		Según las indicaciones del etiquetado	4	25,00%
		Total	16	100 %
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Menos de 1 hora	1	7,14%
		1 día	4	28,57%
		3 días	5	35,71%
		Según las indicaciones del etiquetado	4	28,57%
		Total	14	100 %

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 19 se observan las frecuencias y porcentajes, en relación con el tiempo que los participantes esperan antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas. Se evidencia que hay diferentes tiempos de espera, con la mayoría de los participantes optando por esperar entre 1 día y 3 días antes de reingresar.

Figura 19: ¿Cuánto tiempo espera antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas?



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 19 en el proyecto de investigación en relación con el tiempo que los participantes esperan antes de reingresar al área de tratamiento después de la aplicación de plaguicidas, se observa que tanto los participantes masculinos como femeninos muestran preferencias variadas en cuanto al tiempo de espera, con porcentajes diferentes para cada categoría de tiempo, es decir los participantes masculinos en un (31,25%) reingresan al área después de 1 o 3 días mientras que las participantes de género femenino en un 35,57% reingresan al área después de 3 días.

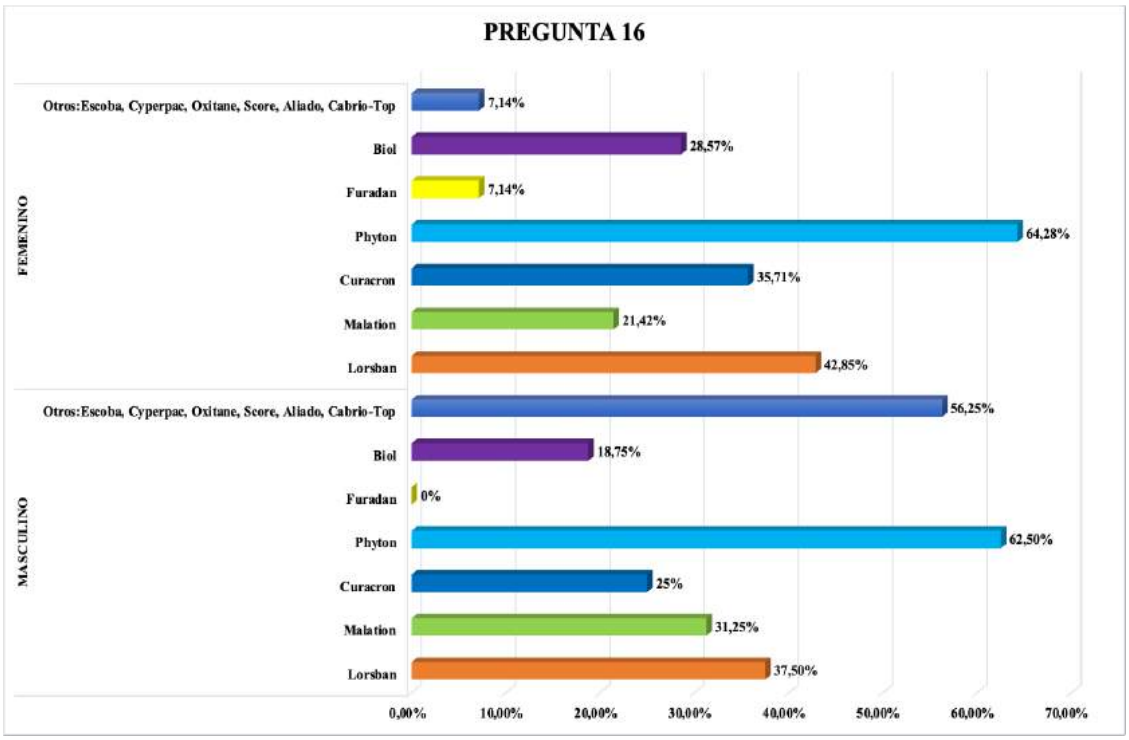
Tabla 20: De la siguiente lista de agroquímicos seleccione aquellos que usa para aplicar en los cultivos.

PREGUNTA 16				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Lorsban	6	37,50%
		Malation	5	31,25%
		Curacron	4	25%
		Phyton	10	62,50%
		Furadan	0	0%
		Biol	3	18,75%
		Otros:Escoba, Cyperpac, Oxitane, Score, Aliado, Cabrio-Top	9	56,25%
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Lorsban	6	42,85%
		Malation	3	21,42%
		Curacron	5	35,71%
		Phyton	9	64,28%
		Furadan	1	7,14%
		Biol	4	28,57%
		Otros:Escoba, Cyperpac, Oxitane, Score, Aliado, Cabrio-Top	1	7,14%

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 20 se observan las frecuencias y porcentajes, en relación con el uso de diferentes agroquímicos en los cultivos según su clasificación como: insecticidas, herbicidas, fungicidas, bactericidas, nematicidas, rodenticidas, acaricidas, molusquicidas; los más utilizados en los cultivos son: Lorsban (insecticida), Malatión (insecticida), Curacron (insecticida), Phyton (bactericida y fungicida), Furadan (acaricida), Biol (producto orgánico de nutrición). Se analizó separado por género que hay una variedad de agroquímicos utilizados por los participantes, con diferentes niveles de frecuencia de uso para cada uno el más destacado en uso tanto para en género masculino como femenino es el agroquímico Phyton con un 62,50% y 64,28% respectivamente este a su vez es un bactericida y fungicida de amplio espectro.

Figura 20: De la siguiente lista de agroquímicos seleccione aquellos que usa para aplicar en los cultivos.



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 20 en el proyecto de investigación en relación con el uso de diferentes agroquímicos según su clasificación como: insecticidas, herbicidas, fungicidas, bactericidas, nematicidas, rodenticidas, acaricidas, molusquicidas; los más utilizados en los cultivos son: Lorsban (insecticida), Malatión (insecticida), Curacron (insecticida), Phyton (bactericida y fungicida), Furadan (acaricida), Biol (producto orgánico de nutrición). Los participantes masculinos seleccionaron Phyton con el mayor porcentaje (62,50%) de la lista de agroquímicos para aplicar en los cultivos, seguido por Lorsban (37,50%), Malation (31,25%), Curacron (25%). Por otro lado, los participantes femeninos destacaron Phyton como el más utilizado (64,28%), seguido por Curacron (35,71%), Lorsban (42,85%), y otros agroquímicos con frecuencias menores, mostrando las preferencias de uso en cada grupo de participantes.

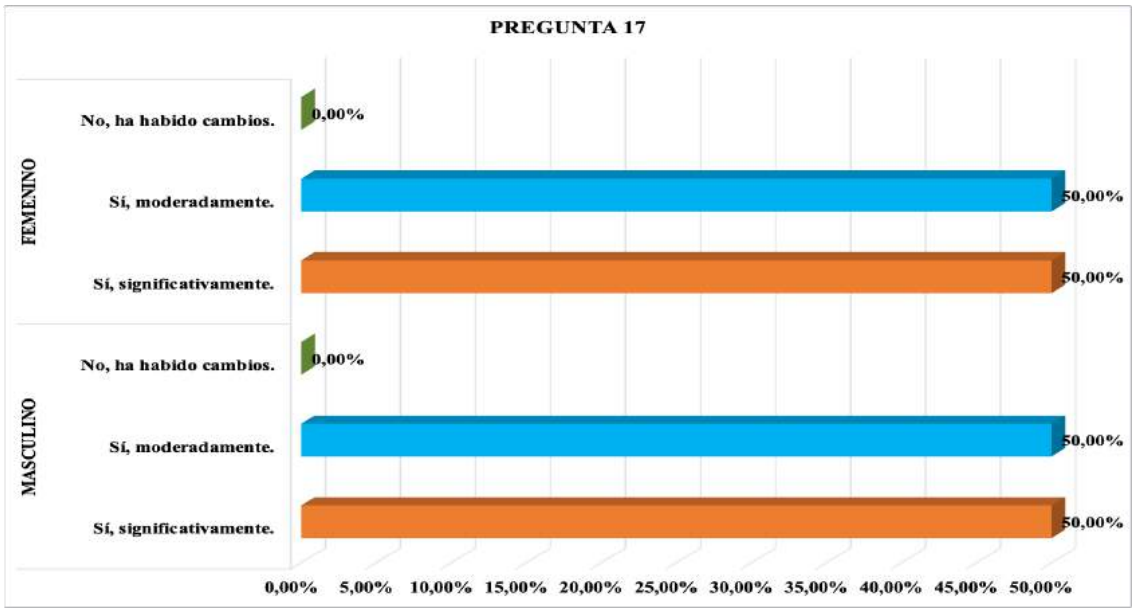
Tabla 21: Considera que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha mejorado la productividad de los cultivos

PREGUNTA 17				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Sí, significativamente.	8	50,00%
		Sí, moderadamente.	8	50,00%
		No, ha habido cambios.	0	0,00%
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Sí, significativamente.	7	50,00%
		Sí, moderadamente.	7	50,00%
		No, ha habido cambios.	0	0,00%

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 21 se observan las frecuencias y porcentajes en relación con la aplicación de plaguicidas, tanto los participantes masculinos como femeninos consideran que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha contribuido a mejorar la productividad de los cultivos.

Figura 21: Considera que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha mejorado la productividad de los cultivos



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 21 en el proyecto de investigación en relación con la aplicación de plaguicidas tanto los participantes masculinos como femeninos consideran que la aplicación de plaguicidas en su trabajo ha tenido un impacto positivo en la productividad de los cultivos; un 50% de los participantes de cada género indicando que ha sido de manera significativa y otro 50% de manera moderada.

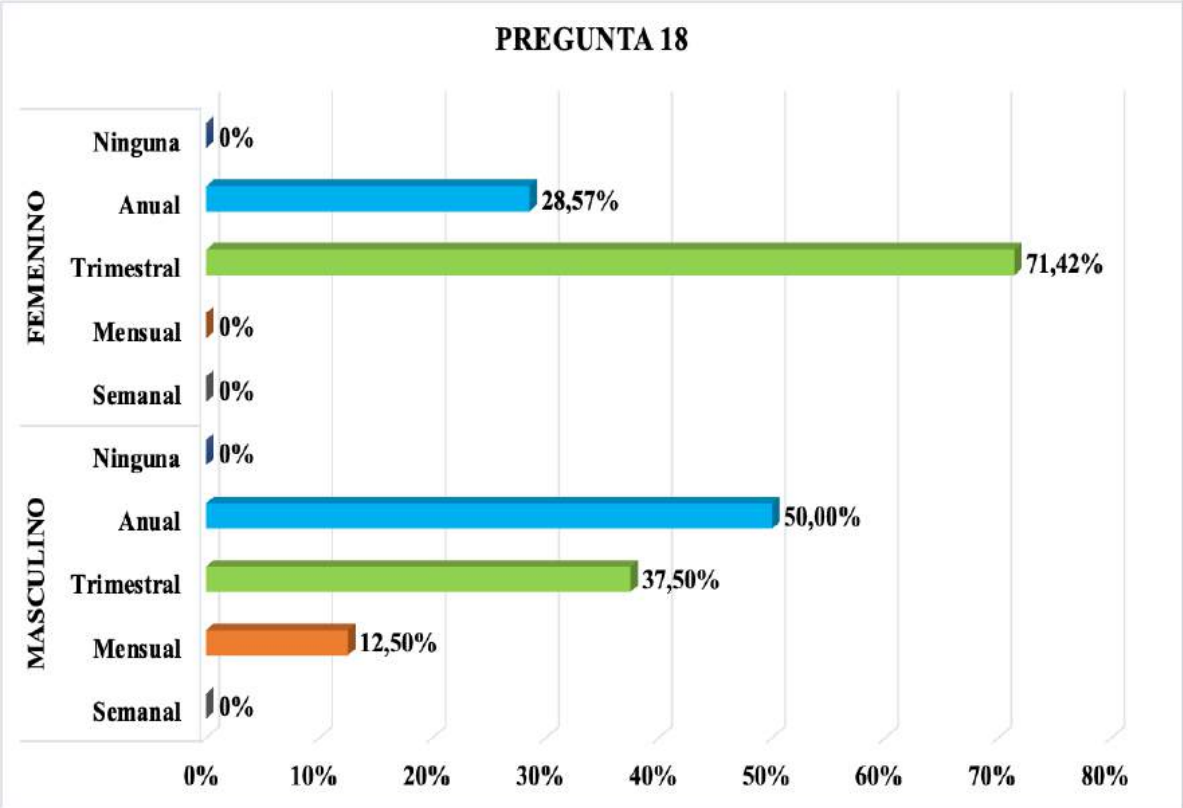
Tabla 22: Reciben capacitación regular sobre el manejo seguro de plaguicidas

PREGUNTA 18				
			Frecuencia (F)	**Porcentaje (%)**
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Semanal	0	0%
		Mensual	2	12,50%
		Trimestral	6	37,50%
		Anual	8	50,00%
		Ninguna	0	0%
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Semanal	0	0%
		Mensual	0	0%
		Trimestral	10	71,42%
		Anual	4	28,57%
		Ninguna	0	0%

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 22 se observan las frecuencias y porcentajes en relación con la capacitación sobre el manejo seguro de plaguicidas, se observa que tanto los participantes masculinos como femeninos reciben capacitación regular sobre el manejo seguro de plaguicidas, con diferentes frecuencias.

Figura 22: Reciben capacitación regular sobre el manejo seguro de plaguicidas



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a la figura 22 en el proyecto de investigación en relación con la capacitación sobre el manejo seguro de plaguicidas, en el caso de los participantes masculinos, se observa que el 50% recibe capacitación anualmente, seguido por un 37,50% que recibe capacitación trimestralmente. Por otro lado, en el caso de los participantes femeninos, el 71,42% recibe capacitación trimestralmente, mientras que el 28,57% recibe capacitación anualmente.

Comparación de los niveles de colinesterasa sérica y transaminasas analizadas del perfil hepático de los agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos del Cantón Palora

Las comparaciones que se indicarán a continuación fueron realizadas usando la prueba estadística de la correlación r de Pearson en el programa Excel.

Tabla 23: Relación comparativa de los niveles de colinesterasa y transaminasas ALT y AST según los años de exposición en cultivos de pitahaya, frecuencia de exposición en aplicación foliar y frecuencia de exposición en aplicación drench mediante la Correlación de Pearson.

COLINESTERASA	
PARÁMETRO	**Correlación de Pearson**
Años de exposición	-0,11
Frec. de exposición en aplicación foliar.	-0,08
Frec. de exposición en aplicación drench.	0,02
ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST)	
PARÁMETRO	**Correlación de Pearson**
Años de exposición	0,15
Frec. de exposición en aplicación foliar.	-0,07
Frec. de exposición en aplicación drench.	-0,26
ALANINA AMINOTRANSFERASA (ALT)	
PARÁMETRO	**Correlación de Pearson**
Años de exposición	0,26
Frec. de exposición en aplicación foliar.	0,08
Frec. de exposición en aplicación drench.	-0,22

Elaborado por: Abad. J.

Según lo representado en la tabla 23 en la relación comparativa mediante la correlación de Pearson se pudo obtener datos que nos permiten identificar el grado de correlación existente entre los parámetros analizados tomados como factores de riesgo y la exposición a órganos fosforados.

La correlación entre los años de exposición y los valores de colinesterasa obtuvieron un valor p de - 0,11 el cual significa que mantiene una correlación negativa muy débil. Por otra parte, al comparar la frecuencia de aplicación tanto foliar como drench los valores obtenidos fueron - 0,08 y 0,02 respectivamente, en cuanto a esto se puede deducir que según la frecuencia de aplicación foliar existe una correlación negativa muy débil, sin embargo, al realizar la actividad de aplicación drench existe una correlación en este caso positiva muy débil.

Así mismo, se comparó entre AST y los años de exposición generándose un valor de 0,15 el cual da a entender que mantiene una correlación positiva muy débil. Sin embargo, al comparar la frecuencia de aplicación foliar el vapor p fue de - 0,07 es decir una correlación negativa muy débil, al igual que, esta aplicación en el método drench el valor de p obtenido fue de - 0,26 en cuanto a esto se puede deducir que existe una correlación negativa débil.

Por último, al relacionar ALT y los años de exposición el valor p de 0,26 da a entender que mantiene una correlación positiva débil, además al comparar la frecuencia de aplicación foliar el vapor p fue de 0,08 es decir hay una correlación positiva muy débil a diferencia de esto en la aplicación con el método drench el valor fue de - 0,22 donde existe una correlación negativa débil.

Todo esto debido a que la relación entre las variables está determinada por el aumento o disminución de la concentración de colinesterasa y transaminasas analizados durante el periodo de exposición.

Evaluación del comportamiento de los niveles de los analitos durante el tiempo. Nivel de concentración de colinesterasa (CHE).

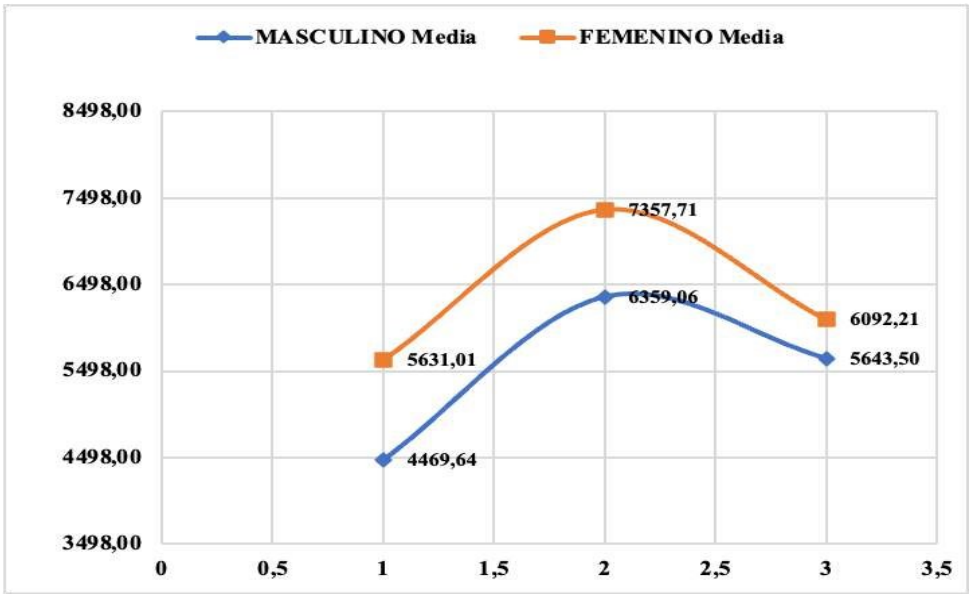
Tabla 24: Media de las concentraciones de colinesterasa (CHE).

MEDICIÓN DE COLINESTERASA			
			Media
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Toma 1: Pre-exposición	4469,64
		Toma 2: Exposición	6359,06
		Toma 3: Post-exposición	5643,50
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Toma 1: Pre-exposición	5631,01
		Toma 2: Exposición	7357,71
		Toma 3: Post-exposición	6092,21

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 25 se observan las medias en relación con las concentraciones de colinesterasa (CHE), se muestra las diferentes tomas realizadas para medir las concentraciones de colinesterasa (CHE) en los participantes, tanto en la etapa de pre-exposición, exposición y post-exposición.

Figura 24: Media de las concentraciones de colinesterasa (CHE).



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a las medias en relación con las concentraciones de colinesterasa (CHE) en la figura 24 en el proyecto de investigación tanto en la etapa

de pre-exposición, exposición y post-exposición. Se observa un aumento en las concentraciones de (CHE) de la toma 1 (pre-exposición) a la toma 2 (exposición) en ambos grupos de participantes, masculinos y femeninos. Posteriormente, se evidencia una disminución en las concentraciones de (CHE) en la toma 3 (post-exposición) en comparación con la toma 2 en ambos grupos. Estos resultados sugieren que la exposición a plaguicidas puede influir en las concentraciones de colinesterasa en los participantes, con una posible recuperación parcial de los niveles después de la exposición.

Nivel de concentración de Aspartato Aminotransferasa (AST).

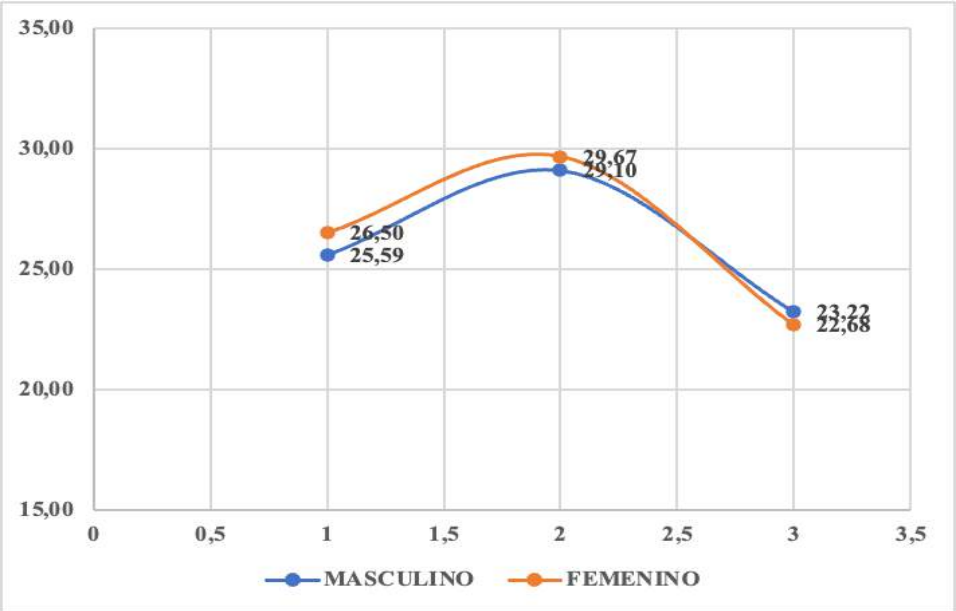
Tabla 25: Media de las concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST).

MEDICIÓN DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASA			
			Media
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Toma 1: Pre-exposición	25,58
		Toma 2: Exposición	29,10
		Toma 3: Post-exposición	23,22
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Toma 1: Pre-exposición	26,49
		Toma 2: Exposición	29,66
		Toma 3: Post-exposición	22,67

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 25 se observan las medias de las concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST) en diferentes tomas realizadas a los participantes, tanto en la etapa de pre-exposición, exposición y post-exposición. Se evidencia que se llevaron a cabo tres tomas en total para cada grupo de participantes, masculinos y femeninos, con el objetivo de evaluar posibles cambios en las concentraciones de AST en relación con la exposición a plaguicidas.

Figura 25: Media de las concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST).



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a las medias en relación con concentraciones de Aspartato Aminotransferasa (AST) en la figura 25 en el proyecto de investigación se evidencia que; las concentraciones medias de Aspartato Aminotransferasa (AST) aumentaron de la toma 1 (pre-exposición) a la toma 2 (exposición) en ambos grupos de participantes, tanto masculinos como femeninos. Sin embargo, se observa una disminución en las concentraciones medias en la toma 3 (post-exposición) en comparación con la toma 2 en ambos grupos. Esto indica que la exposición a plaguicidas puede tener un impacto en las concentraciones de AST en los participantes, con una posible recuperación parcial de los niveles después de la exposición.

Nivel de concentración de Alanina Aminotransferasa (ALT).

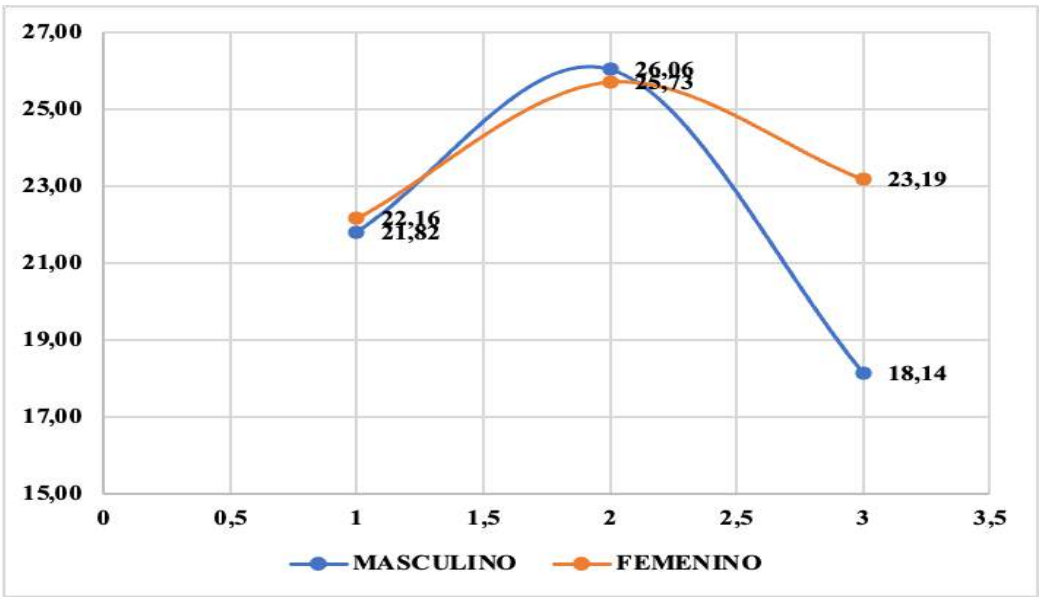
Tabla 26: Media de las concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT).

MEDICIÓN DE ALANINA AMINOTRANSFERASA			
			Media
Válido	**MASCULINO** Participantes 16	Toma 1: Pre-exposición	21,81
		Toma 2: Exposición	26,06
		Toma 3: Post-exposición	18,13
Válido	**FEMENINO** Participantes 14	Toma 1: Pre-exposición	22,16
		Toma 2: Exposición	25,72
		Toma 3: Post-exposición	23,19

Elaborado por: Abad. J.

De los 30 participantes en la tabla 26 se observan las medias de las concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT) en diferentes tomas realizadas a los participantes, tanto en la etapa de pre-exposición, exposición y post-exposición. Se llevaron a cabo tres tomas en total para cada grupo de participantes, masculinos y femeninos, con el propósito de analizar posibles variaciones en las concentraciones de ALT en relación con la exposición a plaguicidas.

Figura 26: Media de las concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT).



Elaborado por: Abad. J.

Análisis: con respecto a las medias en relación con concentraciones de Alanina Aminotransferasa (ALT) aumentaron de la toma 1 (pre-exposición) a la toma 2 (exposición) en ambos grupos de participantes, tanto masculinos como femeninos. Sin embargo, se observa una disminución en las concentraciones medias en la toma 3 (post-exposición) en comparación con la toma 2 en ambos grupos. Este patrón sugiere que la exposición a plaguicidas puede tener un impacto en las concentraciones de ALT en los participantes, con una posible recuperación parcial de los niveles después de la exposición.

3.2 Hipótesis

Para una mayor interpretación de los datos expuestos, se aplicó un análisis de varianza ANOVA, con la que se podrá demostar o definir si la hipótesis nula de investigacion se acepta o rechaza.

En la investigación se establecierón las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: Hay asociación entre los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados en los agricultores estudiados.

Hipótesis alternativa: No existe una asociación directa entre los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados en los agricultores estudiados.

Verificación de hipótesis

Las comparaciones que se indicarán a continuación fueron realizadas usando la prueba de analisis de varianzas ANOVA ya que los datos cumplían la distribución normal por lo cual se utilizó esta prueba paramétrica usando un nivel de significancia o valor p de $< 0,05$.

Tabla 27: Relación general de los niveles de colinesterasa según el tiempo de exposición, frecuencia de exposición en aplicación foliar, uso de equipo de protección y frecuencia de exposición en aplicación drench.

MEDICIÓN DE COLINESTERASA		
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Años de exposición		
Menos de 1	5935,00 ± 2995,30	0,398
1 año	0,00 ± 0,00	
De 1- 5 años	7501,33 ± 2257,36	
De 5 – 10 años	6181,77 ± 1189,17	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación foliar.		
1 vez por semana	7482,78 ± 2209,86	0,777
2 veces por semana	5962,00 ± 2230,18	
1 vez al mes	6866,60 ± 2354,16	
2 veces por mes	6732,25 ± 1573,26	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación drench.		
1 vez por semana	7848,23 ± 1476,46	0,109
2 veces por semana	6439,00 ± 1975,66	
1 vez al mes	6078,25 ± 1893,55	
2 veces por mes	7903,75 ± 1857,82	

Elaborado por: Abad. J.

En La tabla 28 se muestran los niveles de colinesterasa comparados según los años de exposición, la frecuencia de exposición en aplicación foliar y la frecuencia de exposición en aplicación drench utilizando la prueba de análisis de varianzas ANOVA con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se muestra el valor de p para cada parámetro.

Tabla 28: Relación general de los niveles de aspartato aminotransferasa (AST) según el tiempo de exposición, frecuencia de exposición en aplicación foliar, uso de equipo de proteción y frecuencia de exposición en aplicación drench.

MEDICIÓN DE DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASA		
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Años de exposición		
Menos de 1	27,50 ± 16,26	0,616
1 año	0,00 ± 0,00	
De 1- 5 años	27,84 ± 8,52	
De 5 – 10 años	31,41 ± 10,60	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación foliar.		
1 vez por semana	29,20 ± 9,31	0,867
2 veces por semana	34,00 ± 5,29	
1 vez al mes	29,03 ± 11,16	
2 veces por mes	28,55 ± 10,13	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación drench.		
1 vez por semana	29,50 ± 13,53	0,113
2 veces por semana	40,50 ± 3,54	
1 vez al mes	30,83 ± 9,58	
2 veces por mes	23,58 ± 5,53	

Elaborado por: Abad. J.

En La tabla 29 se muestran los niveles de AST comparados según los años de exposición, la frecuencia de exposición en aplicación foliar y la frecuencia de exposición en aplicación drench utilizando la prueba de análisis de varianzas ANOVA con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se muestra el valor de p para cada parámetro.

Tabla 29: Relación general de los niveles de alanina aminotransferasa (ALT) según el tiempo de exposición, frecuencia de exposición en aplicación foliar, uso de equipo de proteción y frecuencia de exposición en aplicación drench.

MEDICIÓN DE DE ALANINA AMINOTRANSFERASA		
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Años de exposición		
Menos de 1	15,84 ± 1,18	0,048
1 año	0,00 ± 0,00	
De 1- 5 años	27,39 ± 5,79	
De 5 – 10 años	25,74 ± 6,22	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación foliar.		
1 vez por semana	23,40 ± 8,29	0,553
2 veces por semana	30,20 ± 5,38	
1 vez al mes	25,54 ± 7,21	
2 veces por mes	26,18 ± 5,06	
PARÁMETRO	**Prom. ± Desv. St.**	**Valor de p***
Frec. de exposición en aplicación drench.		
1 vez por semana	29,45 ± 8,62	0,593
2 veces por semana	28,60 ± 6,22	
1 vez al mes	25,00 ± 5,42	
2 veces por mes	25,26 ± 7,45	

Elaborado por: Abad. J.

En La tabla 29 se muestran los niveles de ALT comparados según los años de exposición, la frecuencia de exposición en aplicación foliar y la frecuencia de exposición en aplicación drench utilizando la prueba de análisis de varianzas ANOVA con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se muestra el valor de p para cada parámetro.

En cada tabla, el valor de p obtenido a través del análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para determinar si existen diferencias significativas en los niveles de las enzimas colinesterasa, AST y ALT entre las diferentes categorías de los parámetros analizados. Un valor de p menor que 0,05 generalmente se consideraría como indicativo de que hay diferencias significativas entre las categorías comparadas en términos de los niveles de las enzimas.

Sin embargo, al analizar la tabla 28, 29 y 30 en cuanto a los tres parametros establecidos en el analisis de varianza se pudo onservar que no hay una diferencia significativa en los niveles de colinesterasa, así mismo, al relacionar las enzimas AST y ALT con los factores de riesgo los valor p obtenidos indican que no existe diferencias significativas.

Por lo tanto, la hipótesis nula señala que, hay asociación entre los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados en los agricultores estudiados. Se obtuvo significancia en colinesterasa en cuanto a años de exposisción, frec. de exposición en aplicación foliar y drench de $p = 0,398$, $p = 0,777$, $p = 0,109$ respectivamente todos $p > 0,05$, en relacion a AST se obtuvo significancia en cuanto a los años de exposisción, frec. de exposición en aplicación foliar y drench de $p = 0,616$, $p = 0,867$, $p = 0,113$ respectivamente todos $p > 0,05$ ypor último al analizar la significancia de ALT se obtuvo significancia en cuanto a años de exposisción, frec. de exposición en aplicación foliar y drench de $p = 0,048$, $p = 0,553$, $p = 0,593$ respectivamente todos $p > 0,05$ es por esto que se aceptó la hipótesis altenativa que sostiene que no existe una asociación directa entre los factores de riesgo, la intoxicación y el posible daño hepático por la exposición a organofosforados en los agricultores estudiados y se rechazó la hipótesis nula.

3.3 Discusión

La exposición a pesticidas, específicamente organofosforados y carbamatos, es un tema de gran relevancia en la salud ocupacional de los trabajadores agrícolas. Este estudio se encaminó en encontrar una relación significativa entre la exposición a estos agroquímicos, los niveles de colinesterasa, las transaminasas AST y ALT en los agricultores del cantón Palora.

Según los datos recopilados, las intoxicaciones por pesticidas son cada vez más comunes en el área agrícola, y los más afectados son los agricultores que quieren ahorrar y aumentar su producción e ingresos agrícolas, generando así problemas de salud para ellos, sus familias y el público en general. La agricultura es una de las fuentes más importantes de alimentos y también el consecuente de uso indiscriminado de pesticidas en el medio ambiente (41).

La exposición a agroquímicos de tipo organofosforados y carbamatos ocurre principalmente durante la preparación de la mezcla y la aplicación del producto. Además, se comprende que cuando estas sustancias entran en contacto con el cuerpo, pueden desplazarse de diferentes formas en el organismo ya sea por inhalación, contacto con la piel o por ingestión. Por eso es difícil crear estrategias que impidan el ingreso del 100% de los pesticidas y que ayuden a minimizar la exposición a estas sustancias para que no representen un riesgo para la salud (41).

La intoxicación por pesticidas se puede prevenir o al menos reducir en gran medida utilizando el equipo de protección personal y siguiendo prácticas de higiene adecuadas. Sin embargo, la literatura sobre el tema muestra que los trabajadores agrícolas tienen poco conocimiento sobre las precauciones que deben tomar al utilizar pesticidas y poner en riesgo su salud y la de sus familiares (41).

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), un 55% en el mundo tiene la disponibilidad del uso de EPP, sin embargo, el 31% de los países que indican que operan con los EPP los trabajadores no los utilizan argumentando que les genera incomodidad, el 14% de los países declararón que no cuentan con recursos para abastecerse de estos elementos para sus trabajadores

sin tomar en consideración la falta de percepción sobre los efectos secundarios para la salud (47).

En este estudio la población total analizada fue de 30 trabajadores agricolas para lo cual se dividió según la edad obteniendo así los siguientes porcentajes donde el 43,3% de la población estudiada tiene una edad de entre 31 a 35 años otra parte corresponde al 33,3% en edades de 26 a 30 años, además, un 23,3% de trabajadores tiene entre 22 y 25 años. También, para el análisis correspondiente de la población se dividió en dos grupos según el género obteniendo así trabajadores del sexo femenino un 46,7% y masculino con 53,3%. Al igual que en la investigación de Marrero Sharim et. al. titulada "Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela" en la cual también se consideraron 30 agricultores de los cuales, del total de trabajadores participantes, 78,9% eran hombres y 21,1% eran mujeres, con rango de edad entre 18 y 40 años, todos expuestos a plaguicidas (48).

Al analizar los niveles de colinesterasa según las tomas realizadas de preexposición, exposición y post exposición se encontró pacientes con rangos normales y elevados por lo cual, al analizar en el género masculino, se encontró pacientes que en la primera y tercera toma presentan valores normales, sin embargo, al analizar la segunda toma o período de exposición se encontró dos pacientes con niveles alterados con relación al rango de referencia.

De igual manera al analizar al género femenino en las 3 mediciones efectuadas las pacientes tuvieron concentraciones normales de la enzima, sin embargo, se evidenció que cuatro de estas trabajadoras tenían concentraciones cercanas al límite superior del rango de referencia. Así pues, la paciente 1 tuvo una concentración de (8500 U/L), la paciente 2 su valor fue de (8260 U/L) la paciente 3 su concentración fue de (8053 U/L) por último la paciente 4 su valor fue de (7836 U/L) por lo que se identifica que son valores cercanos al límite superior de referencia.

Conforme a los resultados obtenidos en la investigación se puede deducir que la exposición a plaguicidas organofosforados puede afectar la salud de las personas expuestas a diferentes agroquímicos, esto se evidenció a travéz del tiempo analizado

y las tomas realizadas encontrando un aumento significativo de la colinesterasa (CHE) sin superación del limite superior y una posible recuperación parcial de los niveles después de la exposición esto coincide con el estudio realizado por Johanna Esparza, et. al en su investigación titulada "Uso de organofosforados por agricultores de la comunidad de Guaslán-Ecuador y los cambios hematológicos" el cual reveló que, en Ecuador el uso de plaguicidas organofosforados en la agricultura se ha convertido en un problema de salud pública, en este estudio se evaluó un grupo de población, con un 53% de mujeres y un 47% de hombres, donde se identificaron alteraciones en los resultados lo cual señala que los plaguicidas organofosforados pueden causar alteraciones a nivel celular y enzimático (49).

Con respecto a las alteraciones de la función hepática se evidencia en nuestra población objeto de estudio, alteraciones enzimáticas al igual que la investigación realizada por Silverio C. et. al. en el 2016 titulada "Agricultores expuestos a compuestos organofosforados en el sitio La Cuca, cantón Arenillas, Provincia de El Oro", donde se evidenció un aumento significativo de las enzimas en 7 de 44 trabajadores expuestos a organofosforados (50). De igual manera un estudio realizado por Martha Guanochanga, en la ciudad de Quito en el 2018, pudo evidenciar que en una población de 109 personas expuestos a plaguicidas de tipo organofosforados, 11 presentaron alteraciones de las enzimas hepáticas: TGO en el 45.5% (5 trabajadores), TGP en el 336.4% (4 personas) y fosfatasa alcalina en el 27.3 (3 trabajadores), considerando que estos resultados no son indicativo de hepatotoxicidad (51).

La asociación encontrada entre la exposición a pesticidas y los niveles de colinesterasa, AST y ALT también puede estar influenciada por factores de riesgo adicionales, como la falta de uso adecuado de equipos de protección personal o la frecuencia de exposición. Es fundamental considerar estos aspectos al interpretar los resultados y al diseñar estrategias de intervención para proteger la salud de los trabajadores agrícolas.

En relación con el uso o conocimiento de técnicas de bioseguridad durante y después de utilizar agroquímicos a través de la encuesta en la investigación se encontró que conocen los riesgos asociados a la exposición a agroquímico y los mismos han recibido capacitaciones sobre el manejo y uso. También, se consideró la capacitación

para la aplicación foliar y drench en la cual los trabajadores señalaron que utilizan el equipo de protección personal sin embargo, al solicitar que mencionen el equipo adecuado para cada aplicación no están totalmente seguros de qué EPP debe utilizar para cada método de aplicación ya que tanto el género femenino como masculino no utilizan correctamente el impermeable, gafas, guantes, mascarilla, botas de caucho esto es semejante a la investigación realizada por López de Mesa Ysabel Polanco et. al denominada "Medición de niveles de colinesterasas eritrocitarias en agricultores usuarios de plaguicidas y en practicantes de agroecología, San Cristóbal, Medellín, Colombia" en este estudio mencionan los autores en sus resultados en cuanto a equipo de protección personal, solo eran usados por el 85,7 % de la población, y de estos, el 45 % recibió capacitación en la protección y el uso de plaguicidas (52).

Por otro lado se indagó la presencia de síntomas como dolor de cabeza, ojos irritados, visión borrosa, mareos y vomitos que los trabajadores han presentado después de la aplicación de plaguicidas en los cuales se ha reportado una frecuencia de 64,29% el dolor de cabeza en pacientes de sexo femenino y de 56,25% el sintoma de ojos irritados en el género masculino estos siendo los más comunes de acuerdo a la clasificación por género.

En este sentido en el estudio realizado por Morales Olmedo E. & Orellana Martínez A., encontrarón que los pacientes que se envenenaron por OF en un 98.8% de ellos presentaron intoxicación aguda, predominando sobre todo los los síntomas y signos muscarínicos en un 57.8%, seguidos de los nicotínicos en un 34.9% y el 7.2% del sistema nervioso (15). Los síntomas y signos muscarínicos que se observaron con mayor frecuencia fueron: la sialorrea en el 50.6%, las náuseas, vómitos y cólicos en un 37.3%, 43.4% y 19.3% respectivamente. En relación a los nicotínicos, la taquicardia fue el más común en un 48.2% de los casos, también se observaron pacientes que presentaron midriasis, hipertensión y diaforesis con un 28.9%, 24.1% y 21.7% respectivamente (15).

Mediante las comparaciones realizadas a través de la estadística de la correlación de r de Pearson donde se analizó los años de exposición, frecuencia de aplicación foliar y drench se pudo identificar el grado de asociación con los distintos analitos propuestos en la investigación es decir colinesterasa, aspartato

aminotransferasa AST y alanina aminotransferasa ALT. Analizando el entorno poblacional se dedujo que al ser una población que tiene una exposición no frecuente y rotativa se percibe una intoxicación temporal lo cual genera valores débiles de asociación negativos y en algunos casos positivos.

En ese marco, en la presente investigación encontramos que las concentraciones de colinesterasa y transaminasas AST y ALT al ser comparadas con cada uno de los factores de riesgo como es en el caso de la correlación entre los años de exposición y los valores de colinesterasa se obtuvo un valor de $r = -0,11$ $p<0,01$ donde se da a entender que mantiene una correlación negativa muy débil con una interpretación significativa que a mayor sea el tiempo de exposición menor será la concentración de la colinesterasa.

Vaca Miranda A. en su estudio realizado sobre "Determinación del perfil hepático y colinesterasa en agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la comunidad Corazón de Jesús de la parroquia San Luis del cantón Riobamba" menciona que a más de las diferencias significativas en los niveles de la actividad colinesterásica en función del tiempo de exposición también existe una relación inversa entre estas variables ($r = -0.922$ $p<0.01$), esto quiere decir que a mayor tiempo de exposición menor es la actividad de la colinesterasa sérica (53).

Por otra parte, al comparar la frecuencia de aplicación tanto foliar como drench los valores obtenidos fueron $r = -0,08$ y $r = 0,02$ $p<0,01$en cuanto a esto según la frecuencia de aplicación foliar existe una correlación negativa muy débil por el contrario en la aplicación drench existe una correlación positiva muy débil, así mismo, Vaca Miranda A. en su investigación demostró que la frecuencia de exposición o aplicación, de la misma manera, presentó diferencias significativas con los niveles de esta enzima y una relación inversa entre sus variables ($r = -0.854$ con $p<0.01$).

Así mismo, se comparó entre AST y los años de exposición donde se encontró un valor de $r = 0,15$ $p<0,01$ el cual da a entender que mantiene una correlación positiva muy débil. No obstante, al analizar la frecuencia de aplicación foliar el valor que se obtuvo fue $r = -0,07$ $p<0,01$ es decir una correlación negativa muy débil al igual que esta aplicación en el método drench los valores obtenidos fueron $r = -0,26$ $p<0,01$ en

donde existe una correlación negativa débil que al igual que en la investigación de Vaca Miranda A. al relacionar los distintos factores solo presentan relación significativa en la primera variable con un valor de ($r = 0.73$ $p<0.01$) con los niveles séricos de AST lo que demostró que la comunidad Corazón de Jesús está más expuesta a estos productos y esto se verá reflejado en su estado de salud (53).

Por último, al relacionar ALT y los años de exposición el valor de $r = 0,26$ $p<0.01$ se comprende como una correlación positiva débil, por otra parte, al comparar la frecuencia de aplicación foliar el vapor $r = 0,08$ $p<0.01$ es decir hay una correlación positiva muy débil, sin embargo, con el método drench los valores fueron $r = - 0,22$ $p<0.01$ en la cual hay una correlación negativa débil. En la investigación de Vaca Miranda A. expuso que existe evidencia suficiente para afirmar que existe una baja relación ($r =0.259$ $p<0.05$) entre los niveles de ALT y el tiempo de exposición lo que quiere decir que existen más factores que intervienen en los niveles de ALT como los hábitos de los agricultores, y la frecuencia en cuanto a las distintas aplicaciones que realizan continuamente los agricultores.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

4.1 Conclusiones

La evaluación de la colinesterasa sérica y las pruebas de función hepática en los agricultores expuestos a organofosforados y carbamatos reveló un impacto significativo en la salud de los trabajadores. El aumento en las concentraciones de colinesterasa y en las enzimas hepáticas en el periodo de exposición indican la importancia de monitorear de cerca la salud de estos individuos y tomar medidas preventivas para proteger su bienestar.

La medición de la actividad de colinesterasa en los productores de Pitahaya expuestos a plaguicidas reveló un aumento significativo en las concentraciones en el periodo de exposición a organofosforados y carbamatos con esto se resalta la importancia de monitorear la actividad de colinesterasa como un biomarcador clave de la exposición a agroquímicos en la población estudiada, lo que puede contribuir a la detección temprana de posibles efectos adversos en la salud de los agricultores.

El análisis de las pruebas de función hepática ALT y AST en los pacientes expuestos a plaguicidas no mostró alteraciones significativas en las enzimas hepáticas, sugiriendo que aún no existe un posible daño hepático asociado con la exposición a organofosforados y carbamatos por lo que es importante monitorear la función hepática de los trabajadores agrícolas expuestos a agroquímicos, para identificar posibles efectos adversos en la salud hepática y orientar medidas preventivas.

La investigación permitió establecer una asociación entre los factores deriesgo, como la falta de uso de equipos de protección personal, y la exposición a organofosforados y carbamatos en los agricultores del cantón Palora. Los resultados indican que aquellos trabajadores que no utilizan adecuadamente el equipo de protección durante el periodo de exposición presentan niveles más altos de colinesterasa y enzimas hepáticas, lo que sugiere un mayor riesgo para su salud.

Durante la evaluación de los niveles de los analitos a lo largo del tiempo permitió identificar patrones y tendencias en la respuesta biológica de los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas. Estos hallazgos proporcionan información valiosa sobre la evolución de los efectos de la exposición a organofosforados y carbamatos en la salud de la población estudiada. Además, estos resultados respaldan la importancia de realizar un seguimiento continuo de los niveles de biomarcadores en los agricultores para detectar posibles efectos adversos y tomar medidas preventivas adecuadas para proteger su bienestar. Estos resultados contribuyen al conocimiento científico en el campo de la salud ocupacional y la toxicología, y subrayan la importancia de implementar estrategias de prevención y control para proteger la salud de los trabajadores expuestos a agroquímicos.

4.2 Recomendaciones

1. Establecer un programa de capacitación integral que incluya sesiones teóricas y prácticas sobre el uso correcto de equipos de protección personal, enfatizando la importancia de su uso constante y adecuado durante todas las etapas de manipulación de plaguicidas. Este programa debería ser obligatorio para todos los trabajadores agrícolas y actualizado periódicamente para garantizar su efectividad y comprensión.

2. Implementar un sistema de monitoreo continuo de los niveles de colinesterasa, ALT y AST en los agricultores expuestos, con la creación de una base de datos centralizada para el registro y seguimiento de los resultados. Este sistema permitiría detectar de manera temprana posibles alteraciones en los biomarcadores y tomar medidas preventivas oportunas.

3. Desarrollar estrategias de diversificación de cultivos que promuevan la rotación de cultivos y la integración de prácticas agroecológicas, como el uso de cultivos de cobertura y la agricultura orgánica, para reducir la dependencia de plaguicidas químicos y proteger la biodiversidad del suelo.

4. Establecer un comité interdisciplinario de salud ocupacional en el sector agrícola, integrado por profesionales de la salud, agrónomos y representantes de los trabajadores, para diseñar e implementar políticas de prevención de riesgos laborales y promover un ambiente de trabajo seguro y saludable en las explotaciones agrícolas.

5. Crear campañas de sensibilización y educación comunitaria que aborden los riesgos de la exposición a plaguicidas, informen sobre los efectos adversos en la salud y el medio ambiente, y promuevan prácticas agrícolas responsables y sostenibles. Estas campañas deberían incluir materiales educativos accesibles y actividades participativas para involucrar activamente a los agricultores y sus familias en la promoción de un entorno agrícola más seguro y saludable.

4.3 Bibliografía

1. CEPAL. Naciones Unidas. 2019 [cited 2024 Jun 10]. Agricultura y desarrollo rural. Available from: https://www.cepal.org/es/subtemas/agricultura-desarrollo-rural
2. OPS. Llevando la salud a cada rincón de las Américas. 2021 [cited 2024 Jun 10]; Available from: https://www.paho.org/es
3. Castillo BB, Mejía Dueñas CA. Exposición a plaguicidas en Latinoamérica: Revisión Bibliográfica. Revista de Ciencias Forenses de Honduras [Internet]. 2023 Jun 30 [cited 2024 Jun 10];9(1):14–25. Available from: https://www.researchgate.net/publication/372426563_Exposición_a_plaguicidas_en_Latinoamerica_Revision_Bibliografica
4. Herrera Moreno JF, Benitez Trinidad AB, Xotlanihua Gervacio M del C, Bernal Hernández YY, Medina Díaz IM, Barrón Vivanco BS, et al. FACTORES DE RIESGO DE EXPOSICIÓN DURANTE EL MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS EN FUMIGADORES URBANOS. Revista Internacional de Contaminación Ambiental [Internet]. 2018 Oct 29 [cited 2024 Jun 10];34(esp02):33–44. Available from: https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2018.34.esp02.03
5. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. PROTOCOLOS DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA [Internet]. [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/plaguicidas.pdf
6. Yánez Valverde FR. Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maíz suave en la Provincia de Bolívar. Estudio de caso: Recinto Achupallas, Cantón San Miguel [Internet]. [Quito]; 2019 [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://hdl.handle.net/10469/15759
7. Cervantes S, Estefanía I, Valverde M, Monge D, del Pilar M. REVISTA MEDICINA LEGAL DE COSTA RICA INTOXICACIÓN POR ORGANOFOSFORADOS ORGANOPHOSPATE POISONING. 2019 [cited

2024 Jun 10];36(1). Available from: https://www.binasss.sa.cr/ojssalud/index.php/mlcr/article/view/118/259

8. Gobierno de Morona Santiago. Edén Amazónico [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://moronasantiago.gob.ec/palora/

9. Huang X, Zhu Y, Kianfar E. Nano Biosensors: Properties, applications, and electrochemical techniques. Journal of Materials Research and Technology [Internet]. 2021 May [cited 2024 Jun 10]; 12:1649–72. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.03.048

10. García-Martínez N, Navarro-González I, Andreo-Martínez P. Relación entre la exposición a pesticidas y las enfermedades mentales: Una revisión sistemática. Revista de Discapacidad, Clínica y Neurociencias [Internet]. 2021 Jul 16 [cited 2024 Jun 10];8(1):14–27. Available from: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/116554/6/RDCN_2021_V8_N1_2.pdf

11. Dieguez Santana K, Zabala-Velin AA, Villarroel-Quijano KL, Sarduy-Pereira LB. Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador. TecnoLógicas [Internet]. 2020 Sep 15 [cited 2024 Jun 10];23(49):113–28. Available from: https://www.researchgate.net/publication/346179334_Evaluacion_del_impacto_ambiental_del_cultivo_de_la_pitahaya_Canton_Palora_Ecuador

12. Banco Mundial. Organización Internacional del Trabajo, base de datos de los Indicadores Clave del Mercado de Trabajo. 2019 [cited 2024 Jun 10]. Empleos en Agricultura. Available from: https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS

13. Cohecha Cárdenas, Niño Martínez, De Arco- Canoles. Efectos en la salud de los agricultores latinoamericanos expuestos a plaguicidas: una revisión sistemática 1991 – 2018. . Rev Toxicol [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 10];38. Available from: http://rev.aetox.es/wp/wp-content/uploads/2021/06/vol-38.1-26-32.pdf

14. Caro-Gamboa LJ, Forero-Castro M, Dallo-Báez AE. Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados. Ciencia &

Tecnología Agropecuaria [Internet]. 2020 Jul 2 [cited 2024 Jun 10];21(3):1–23. Available from: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1562

15. Morales Olmedo EF, Orellana Martínez AF. Perfil epidemiológico y clínico de la intoxicación por órganos fosforados en el Hospital José Carrasco Arteaga, periodo 2014-2018. Cuenca 2019. [Internet]. [Cuenca]; 2019 [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33576
16. Peláez Corredor JA. Evaluación de la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en población ambiental y ocupacionalmente expuesta de los municipios de Aránzazu (Caldas) y Nechí (Antioquia), Colombia, 2023 [Internet]. [Bogotá]: Universidad del Rosario; 2023 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://doi.org/10.48713/10336_40784
17. González Ulibarry P. Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 10]; Available from: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto_de_los_plaguicidas_en_la_Salud.pdf
18. Cardona Yanes SM. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A PLAGUICIDAS EN PEQUEÑOS AGRICULTORES DE MONJAS, JALAPA, GUATEMALA. [Internet]. [Guatemala]: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA; 2022 [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_4364.pdf
19. Anchatipán Escobar J, Vailati JP, Viteri Robayo C. Concentraciones Séricas de la Enzima Acetilcolinesterasa en Agricultores Expuestos a Organofosforados. Enfermería Investiga [Internet]. 2020 Jul 6 [cited 2024 Jun 10];5(3):39–45. Available from: https://www.researchgate.net/publication/354943751_Concentraciones_Sericas_de_la_Enzima_Acetilcolinesterasa_en_Agricultores_Expuestos_a_Organofosforados
20. Rea Sánchez BF, Ustáriz Fajardo FJ. Niveles de colinesterasas como biomarcador de intoxicación por organofosforados y carbamatos en toxicología forense. Ciencia Digital [Internet]. 2023 Jul 5 [cited 2024 Jun 10];7(3):38–58. Available from:

https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/2586

21. Esparza-Olalla JE, Forero-Lugo FC, Mardones-Montanares MA. Uso de organofosforados por agricultores de la comunidad de Guaslán- Ecuador y los cambios hematológicos. Ciencia y Agricultura [Internet]. 2020 Feb 9 [cited 2024 Jun 10];17(1):31–50. Available from: https://www.redalyc.org/journal/5600/560062453003/html/

22. Yánez Toapanta P del C, Vailati López JPablo. "Medidores bioquímicos para intoxicación en agricultores expuestos a organofosforados en la parroquia San Miguelito del cantón Píllaro" [Internet]. [Ambato]: Universidad Técnica de Ambato; 2020 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30803

23. Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Iglesias V, Muñoz MP, Achú E, Cornejo C, et al. Plaguicidas organofosforados y efecto neuropsicológico y motor en la Región del Maule, Chile. Gac Sanit [Internet]. 2016 May [cited 2024 Jun 10];30(3):227–31. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112016000300011

24. Verde AP. Riesgos laborales por uso de plaguicidas que enfrenta la población involucrada en cultivos hortícolas en el municipio de Orica, Francisco Morazán, Honduras. Población y Desarrollo - Argonautas y Caminantes [Internet]. 2023 Dec 12 [cited 2024 Jun 10];19:87–98. Available from: https://doi.org/10.5377/pdac.v19i1.17056

25. Francisco PP, Evelin TT, Victoria CB, Daniela RF. Hematological alterations in farmers exposed to organophosphate pesticides. Salud, Ciencia y Tecnologia. 2023 Jan 1;3.

26. FAO & WHO. Guidance on the monitoring and observance of implementation of the Code of Conduct [Internet]. International Code of Conduct on Pesticide Management on Pesticide Management. Fao.org; 2023 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/29722ac1-ef01-48c4-ac47-864b9c690207/content

27. Díaz O, Betancourt Aguilar CR. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternati-vas para reducir su consumo indebido: una revisión. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 2018 [cited 2024 Jun 10]; Available from: https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/190/219

28. Silveira-Gramont MI, Aldana-Madrid ML, Piri-Santana J, Valenzuela-Quintanar AI, Jasa-Silveira G, Rodríguez-Olibarria G. PLAGUICIDAS AGRICOLAS: UN MARCO DE REFERENCIA PARA EVALUAR RIESGOS A LA SALUD EN COMUNIDADES RURALES EN EL ESTADO DE SONORA, MÉXICO. Revista Internacional de Contaminación Ambiental [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Jun 10];34(1):7–21. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000100007

29. Orias Vásquez M. Intoxicación por organofosforados. Revista Medica Sinergia [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Jun 10];5(8):e558. Available from: https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/558/944

30. Mendoza Bonfilio B. Intoxicación por carbamatos como causa de síndrome colinérgico y diferencias en el tratamiento de la intoxicación por organofosforados. Medicina Interna de México [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 10];39(4). Available from: https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2023/mim234p.pdf

31. José Francisco D nájera, Sergio A serna, Antonio M bahena. Artículo Foro de Estudios sobre Guerrero Alimentos Mayo 2020-Abril [Internet]. Vol. 8. 2021. Available from: www.fesgro.mx

32. Viñan Valencia JA, Sánchez Rodríguez JM. Colinesterasa como biomarcador de afectación por pesticidas en agricultores de la asociación de Pitajayeros del cantón Palora. Revista Científica de Salud BIOSANA. 2024 May 3;4(2):36–45.

33. Mendoza Cruz Lesly Jocelyn. "Detección, Análisis y Seguimiento de Reacciones Adversas Medicamentosas en el LICENCIADA EN FARMACIA [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000821600/3/0821600.pdf

34. Pacheco Noboa JJ. “EXPOSICIÓN DE RIESGO QUÍMICO DE CARBAMATOS Y ORGANOFOSFORADOS EN TRABAJADORES DE

BODEGA DE DESPACHO DE AGROQUÍMICOS" [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/553

35. Karami-Mohajeri S, Ahmadipour A, Rahimi HR, Abdollahi M. Adverse effects of organophosphorus pesticides on the liver: a summary of four decades of research. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology [Internet]. 2017 Dec 20 [cited 2024 Jun 10];68(4):261–75. Available from: https://doi.org/10.1515/aiht-2017-68-2989

36. Hernández AF, Gil F, Lacasaña M, Rodríguez-Barranco M, Tsatsakis AM, Requena M, et al. Pesticide exposure and genetic variation in xenobiotic-metabolizing enzymes interact to induce biochemical liver damage. Food and Chemical Toxicology [Internet]. 2013 Nov [cited 2024 Jun 10]; 61:144–51. Available from: https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.05.012

37. Busto Bea V, Herrero Quirós C. Pruebas de función hepática: B, AST, ALT, FA y GGT. Revista Española de Enfermedades Digestivas [Internet]. 2015 [cited 2024 Jun 10]; Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-01082015001000017&lng=es&tlng=es.

38. Wahlang B, Appana S, Falkner KC, McClain CJ, Brock G, Cave MC. Insecticide, and metal exposures are associated with a surrogate biomarker for non-alcoholic fatty liver disease in the National Health and Nutrition Examination Survey 2003–2004. Environmental Science and Pollution Research. 2020 Feb 23;27(6):6476–87.

39. Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Iglesias V, Levy K, Muñoz MP, Achú E, et al. Exposure to organophosphate (OP) pesticides and health conditions in agricultural and non-agricultural workers from Maule, Chile. Int J Environ Health Res. 2017 Jan 2;27(1):82–93.

40. Orias Vásquez M. Intoxicación por organofosforados. Revista Medica Sinergia. 2020 Aug 1;5(8):e558.

41. Marcela S, Zambrano A, Murillo AM, Ii Z. Intoxicación por inhibidores de colinesterasa y su efecto en la salud de agricultores Intoxication by cholinesterase inhibitors and its effect on the health of farmers Intoxicação por inibidores da colinesterase e seu efeito na saúde de agricultores. revista

Cientifica [Internet]. 2022;32(4):1487–515. Available from: http://fipcaec.com/ojs/index.php/es

42. Yan B, Liu W, Duan G, Ni P, Jiang Y, Zhang C, et al. Colorimetric detection of acetylcholinesterase and its inhibitor based on thiol-regulated oxidase-like activity of 2D palladium square nanoplates on reduced graphene oxide. Microchimica Acta. 2021 May 10;188(5):162.

43. Schumann G, Aoki R, Ferrero CA, Ehlers G, Férard G, Gella FJ, et al. Procedimientos primarios de referencia de la IFCC para la medición de concentraciones de actividad catalítica de enzimas a 37 °C Parte 8. Procedimiento de referencia para la medición de la concentración catalítica de α α-amilasa [α-Amilasa: 1,4-α-D-glucan 4-glucanohidrolasa (AMY), EC 3.2.1.1] [Internet]. Vol. 43, Acta Bioquím Clín Latinoam. 2009 [cited 2024 Jun 10]. Available from: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53516747014

44. Linear Chemicals SL. COLINESTERASA TOTAL E INHIBIDA Método enzimático colorimétrico CINETICO - QUALITY SYSTEM CERTIFIED ISO 9001 ISO 13485 [Internet]. [cited 2024 Jun 10]. Available from: http://www.linear.es/ficheros/archivos/1119005C.pdf

45. Linear Chemicals S.L. ALT/GPT BR IFCC Método enzimático UV CINETICO [Internet]. Available from: www.linear.es

46. Linear Chemicals SL. AST/GOT BR IFCC Método enzimático UV CINETICO [Internet]. Available from: www.linear.es

47. FAO & WHO. Global situation of pesticide management in agriculture and public health Report of a 2018 WHO-FAO survey. 2018.

48. Marrero S, Guevara H, Eblen Zajjur A, Sequera M. Evaluación de la actividad de la colinesterasa, medio ambiente y geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Venezuela. Rev Latinoam Patol Clin Med Lab [Internet]. 2018 [cited 2024 Jun 18]; Available from: https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2018/pt181f.pdf

49. Esparza-Olalla JE, Forero-Lugo FC, Mardones-Montanares MA. Uso de organofosforados por agricultores de la comunidad de Guaslán- Ecuador y los cambios hematológicos. Ciencia y Agricultura. 2020 Feb 9;17(1):31–50.

50. Silverio C, Ramón G, Guzmán E. Agricultores expuestos a compuestos organofosforados en el sitio La Cuca, cantón Arenillas, Provincia de El Oro. Cumbres. 2016 Jan 6;1(2):35–7.

51. Guanochanga Chicota MX. "Determinación de la concentración sérica de la pseudocolinesterasa y consecuencias funcionales hepáticas en trabajadores de una empresa florícola expuestos directa e indirectamente a plaguicidas organofosforados período mayo 2018" [Internet]. Quito; 2018 [cited 2024 Jun 12]. Available from: https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/775149ba-96d4-4a2f-b635-4b3872be2a6d/content

52. López-de-Mesa YP, Carmona DH, Escobar Pera ML, Aguirre Acevedo DC, Parra Hernández Á. Medición de niveles de colinesterasas eritrocitarias en agricultores usuarios de plaguicidas y en practicantes de agroecología, San Cristóbal, Medellín, Colombia. Revista Facultad Nacional de Salud Pública [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 18]; Available from: http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v37n3/0120-386X-rfnsp-37-03-25.pdf

53. Vaca Miranda AL. Determinación del perfil hepático y colinesterasa en agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la comunidad Corazón de Jesús de la parroquia San Luis del cantón Riobamba. [Internet]. [cited 2024 Jun 18]. Available from: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4618/1/56T00597%20UDCTFC.pdf

4.4 Anexos

Fotografías durante el desarrollo del proyecto de titulación

ANEXO 1: Identificación de los participantes.



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 2: Cumplimiento del consentimiento informado y encuesta.



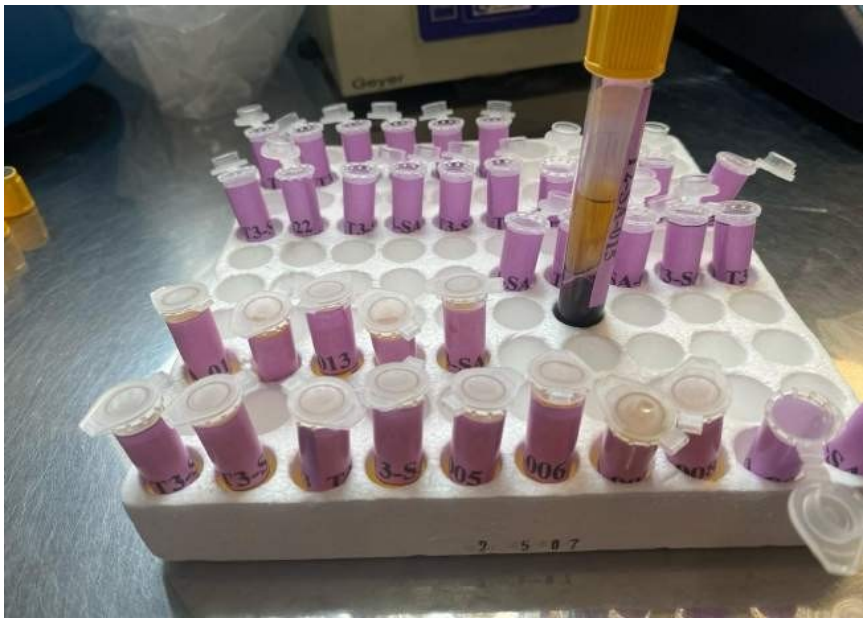
Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 3: Toma de muestra de sangre.



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 4: Separación de suero en los recipientes eppendorf.



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 5: Equipo para las determinaciones



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 6: Reactivos para las determinaciones.



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 7: Reactivos control.



Elaborado por: Abad. J.

ANEXO 8: Procesamiento.



Elaborado por: Abad. J.