



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el análisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Biológicas, quien deja:

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Niveles séricos de colinesterasa en agricultores expuestos a productos organofosforados, Ica – Perú, octubre 2022 a enero 2023

Presentado por:

GLENY XIOMARA RODRIGUEZ HERNANDEZ

Del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** obteniéndose como resultado una coincidencia de **0%** otorgándosele el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

SE APRUEBA EL PRESENTE TRABAJO POR TENER UNA SIMILITUD MENOR O IGUAL AL LIMITE ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO CORRESPONDIENTE (MENOR A 20%).

Ica, 09 de Julio de 2024

EDDY Y. SÁNCHEZ RAMOS
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
FAC. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
U.N. "SAN LUIS GONZAGA" ICA.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Niveles séricos de colinesterasa en agricultores expuestos a
productos organofosforados, Ica – Perú, octubre 2022 a enero 2023

Línea de Investigación

Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

Bach. GLENY XIOMARA RODRIGUEZ HERNANDEZ

Ica, Perú

2024

A mi madre Liliana Hernández y mi abuela Olinda Anchante, por su apoyo brindado en el transcurso de mi carrera universitaria, creyendo en mí e impulsándome a seguir ampliando mis conocimientos. A mi colega Akemi Torres Crispín y a su madre por darme un segundo hogar y las pautas para concretar mi proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme y darme fe ante los obstáculos presentes.

A mi familia, por incentivar me siempre a seguir avanzando y lograr todas mis metas y objetivos.

A mi asesor Dr. Alejandro Ovidio Maravi Villantoy, por brindarme todo el apoyo, confianza y enseñanza a lo largo de la ejecución de tesis, por permitirme aprender.

Al Dr Walter Ramos quien me brindó su asesoría y valioso tiempo para el desarrollo de mi trabajo.

Al laboratorio clínico privado LABFAMQ, por permitirme ejecutar la tesis en su ambiente y emplear sus equipos de medición.

Al Blgo. Alexander Quijandria por sus enseñanzas y motivación para la culminación de mi proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	4
2.1 Área de estudio	4
2.2 Tipo, nivel y diseño de investigación	4
2.3 Población y muestra	4
2.4 Criterios de inclusión y exclusión	4
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	4
2.6 Procedimiento	5
2.6.1 Entrevista personal	5
2.6.2 Estudio piloto	5
2.6.3 Análisis de laboratorio	5
2.6.4 Análisis estadístico	6
III. RESULTADOS	8
IV. DISCUSIÓN	14
V. CONCLUSIONES	17
VI. RECOMENDACIONES	18
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
VIII. ANEXOS	21

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Niveles de colinesterasa en agricultores expuestos a productos organofosforados	8
Tabla 2. Niveles de colinesterasa según sexo	9
Tabla 3. Niveles de colinesterasa según edad	10
Tabla 4. Niveles de colinesterasa según tiempo laboral	11
Tabla 5. Niveles de colinesterasa sérica en relación a las características sociodemográficas de los agricultores expuestos a productos organofosforados	12

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Ica.	21
Figura 2. Inducción al consentimiento informado, ficha de muestreo y toma de muestra.	21
Figura 3. Flujograma de recolección de muestras.	22
Figura 4. Flujograma para la determinación de colinesterasa sérica QCA.	23
Figura 5. Muestras sanguíneas y resultados del análisis.	24
Figura 6. Edad promedio en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	24
Figura 7. Género de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	25
Figura 8. Tiempo de servicio en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	25
Figura 9. Nivel de colinesterasa sérica (U/L) de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	26
Figura 10. Niveles de colinesterasa sérica (U/L) de los 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	26
Figura 11. Niveles de colinesterasa sérica según sexo de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	27
Figura 12. Niveles de colinesterasa sérica por grupo de edad en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	27
Figura 13. Niveles de colinesterasa sérica por grupo de tiempo laboral en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	28
Figura 14. Porcentaje de enfermedades presentes en los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	28
Figura 15. Síntomas presentes en 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	29
Figura 16. Equipos de protección personal usados por los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.	30

- Figura 17. Entidades o personas que brindaron asesoría a los trabajadores agrícolas 31
expuestos a productos organofosforados.
- Figura 18. Materiales de auxilio presentes en el centro laboral de los trabajadores agrícolas 31
expuestos a productos organofosforados.
- Figura 19. Horas diarias en promedio laboradas por los trabajadores agrícolas expuestos a 33
productos organofosforados.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar los niveles séricos de colinesterasa en los agricultores expuestos a productos organofosforados en la ciudad de Ica-Perú; para lo cual se empleó la toma de muestra sanguínea y la ficha para recabar datos sociodemográficos y laborales. La población de estudio estuvo constituida por 80 agricultores de los cuales el 63.7% eran varones y el 36.3% mujeres. De acuerdo a los análisis se identificó que el 1.3% de los participantes presento un nivel de colinesterasa sérica muy alto (13 538.76 U/L) y el 2.5% tuvieron niveles bajos de colinesterasa sérica (4 698.86 U/L y 5 110.47 U/L). Según la edad de los trabajadores separados en cuatro grupos de edad la mayor cantidad de trabajadores tiene nivel de colinesterasa entre 5 400 a 13 200 U/L. La evaluación del tiempo de servicio realizado en 5 grupos dio como resultado que la mayoría de los agricultores tienen un nivel de colinesterasa entre 5 400 a 13200 U/L. Los datos recopilados de los 80 trabajadores dan evidencia de que hay diferencia entre los promedios de los niveles de colinesterasa entre varones y mujeres, pero son niveles que no afectan la salud del trabajador y que no existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su edad y tiempo laboral.

Palabras claves: Agricultores, colinesterasa, plaguicidas, intoxicación, productos organofosforados.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine serum levels of cholinesterase in farmers exposed to organophosphate products in the city of Ica-Peru; For which blood sampling and the form were used to collect sociodemographic and employment data. The study population consisted of 80 farmers, of which 63.7% were men and 36.3% women. According to the analysis, it was identified that 1.3% of the participants had a very high serum cholinesterase level (13,538.76 U/L) and 2.5% had low serum cholinesterase levels (4,698.86 U/L and 5,110.47 U/L). According to the age of the workers, separated into four age groups, the largest number of workers have a cholinesterase level between 5,400 and 13,200 U/L. The evaluation of service time carried out in 5 groups resulted in the majority of farmers having a cholinesterase level between 5,400 to 13,200 U/L. The data collected from the 80 workers gives evidence that there is a difference between the average cholinesterase levels between men and women, but they are levels that do not affect the worker's health and that there is no significant difference between the average cholinesterase levels. of agricultural workers according to their age and working time.

Keywords: Farmers, cholinesterase, pesticides, poisoning, organophosphate products.

I. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Ica es una tierra privilegiada con un clima cálido y tierras fértiles, muy adecuado para la siembra de diversos cultivos; es así que alrededor de todo el valle existen diversas empresas agro exportadoras que comercializan productos tales como la uva, paprika, palta, mandarina, arándano, entre otros. Durante las últimas décadas se ha incrementado el uso de productos organofosforados con el fin de obtener una mejor cosecha y un cultivo más atractivo para el mercado, generando una mayor demanda, ganancia y empleo para la región (1).

Los restos de productos organofosforados generan contaminación en el medio ambiente dañando el aire y agua del subsuelo; así como también son catalogados como el causante de daños a la salud, por intoxicaciones ocupacionales agudas o crónicas, por exposición reiterada de contacto directo, inhalación de gases o mediante el consumo de productos contaminados.

En Colombia, un trabajo realizado en caficultores del departamento de Caldas concluyó que los factores demográficos y ocupacionales se encontraban asociados a los niveles de colinesterasa sérica. Ya que a nivel ocupacional el 90.8% de los caficultores presentó riesgo de exposición directa a los plaguicidas; y que el 37.8% de los trabajadores no empleaba ropa de protección durante su jornada laboral. Los compuestos organofosforados presentan un daño irreversible a la salud de los agricultores debido a su fácil ingreso, ya que causan secuelas que provocan efectos crónicos en el cuerpo; su contacto se da por vías respiratorias, absorción de la piel, por la ingestión y por la conjuntiva. Su ingrediente activo no sufre la fosforilación y a su vez esto genera que se inhiba la enzima acetilcolinesterasa teniendo efectos significativos sobre el sistema nervioso central (2).

Las personas que realizan trabajo de campo; cuyas áreas son fumigadas constantemente con productos organofosforados suelen ser quienes se encuentran expuestos en gran medida a estos productos dañinos diariamente. Se asume que el personal debe contar con el equipo de protección personal, así como la capacitación necesaria y estado de salud óptimo para su desarrollo. El uso y la exposición continua a estos productos se ha vuelto de interés para la salud pública; ya que afectaría a gran parte a personas de bajos recursos quienes trabajan en labores agrícolas para sustentarse, siendo estos considerados un tercio de la fuerza de trabajo mundial (3).

En el Perú; los reportes del centro de epidemiología Prevención y Control de Enfermedades informan que los casos por intoxicaciones han aumentado en los años 2015 y 2016 dando pie a que esta cifra vaya en aumento año tras año. Sin embargo, la región Ica presentó reportes nulos y escasos durante el periodo 2016 y 2017 respectivamente. En el distrito de Salas Guadalupe un estudio transversal realizado a los trabajadores de la empresa agroexportadora Agrokasa, como resultado de un estudio realizado en sus instalaciones revelo la relación de la actividad BChE la

cual se encontró asociada significativamente ($p < 0.001$) a los plaguicidas. Además, mediante la encuesta practicada a sus trabajadores dio a conocer diversas covariables que se asociaron a la actividad de la BChe como son el grupo etario, puesto de trabajo, tiempo de trabajo y uso de equipos de fumigación. Para determinar el estado de las personas expuestas a productos organofosforados se emplean marcadores biológicos como la colinesterasa; por el hecho de que esta es inhibida de acuerdo a los niveles de exposición que presente cada individuo; la determinación de colinesterasa sérica en sangre es crucial, ya que sirve como alerta para tomar medidas que mejoren la salud de las personas (4).

Los trabajos a nivel internacional, reportan que en Ecuador la inhibición de colinesterasa es un biomarcador importante para el diagnóstico de intoxicaciones, donde se evidenció que la actividad de la AchP se encuentra inhibida en el 59,1% mientras que la actividad AchE se encuentra en 40.9%, según conclusiones obtenidas por la revisión sistemática de trabajos analizados (5).

Asimismo, un trabajo realizado en agricultores del Cantón Píllaro en Ecuador, demostró que los rangos de intoxicación son mayores en aquellas personas que no usan protección personal y que la exposición de personas a productos organofosforados evidencia síntomas como fatiga, cansancio, dolor en articulaciones y abdominal, irritación de la piel y una pérdida de memoria. (6). Un estudio probabilístico realizado a la Asociación FOMUDEP de Cantón Paján, dio a conocer que entre los factores de riesgo más relevantes frente a la exposición de plaguicidas son: 35% solo usa overol y tapaboca (uso de equipo de protección personal); 45% tuvo un asesoramiento técnico (dosis y los plaguicidas a mezclarse); el 21% un asesoramiento del vendedor, el 19% mira las indicaciones del producto y el 15% lo hace basándose en su propia experiencia. La prueba de colinesterasa en sangre concluyó que de los 110 agricultores que asistieron voluntariamente, el 13% presentó valores disminuidos y el 82% normales (6).

El trabajo realizado en los agricultores de la vereda de Páramo Lagunas de San Pablo de Borbur, Boyacá, determinó que la falta de escolaridad y la ejecución de labores agrícolas sin equipo de protección personal son un factor importante a la hora de la aplicación de productos organofosforados; donde el 54 % afirmó no utilizar los elementos de protección personal (EPP) al trabajar con estas sustancias (7).

En Perú; en el departamento de La Libertad, se realizó un estudio a los trabajadores que se dedicaban a la labor de fumigación de la empresa agroindustrial Camposol, dando como resultado que a mayor tiempo de trabajo es mayor el riesgo de inhibición de la colinesterasa y que a mayor edad se aumenta la inhibición de la colinesterasa, debido al mayor tiempo de trabajo al cual se ven expuestos. Respecto a los tiempos de trabajo el 24% presentó como máximo 5 años y con un 6% mínimo un año; el 80% de los trabajadores presentó un nivel normal de colinesterasa, el 4%

presentó un nivel alto y el 16% tuvo un nivel bajo. Asimismo, el grupo 1 (20 – 25 años) tuvo un porcentaje de 8% menor en comparación al grupo 5 y 6 de 41-45, 46 -50 años respectivamente, que tuvieron un porcentaje mayor que el 20%. Los grupos 3,4,5,6 presentaron concentraciones altas (8).

En Cajamarca; un estudio retrospectivo realizado en el servicio de emergencia del Hospital Regional Docente en el 2017 indicó que la tasa de incidencia por intoxicación fue de 690.28 por cada 100 000 habitantes, siendo los meses de febrero, mayo y octubre en los que se registró una mayor cantidad; además que entre los pacientes predominaba el sexo masculino con un 51%, de procedencia urbana con 41,7% y el grupo etario de 18- 29 años con el 38,5%. La intoxicación por organofosforados representó el 8.9% y carbamatos 7.3% del total de intoxicaciones 9).

En Lima; en el distrito de Mala se realizó un estudio no experimental, descriptivo y transversal a la población; donde mediante la aplicación de una encuesta se dio a conocer los síntomas más relevantes producidos por la exposición a plaguicidas como lo son Malation, el cual fue el más utilizado, chlopyrifos y dicrotophos; los síntomas producidos fueron cefalea, náuseas, cólicos, salivación, vómitos; dando como resultado que las consecuencias producidas por los plaguicidas en la salud son significantes, de acuerdo al tiempo de exposición y datos demográficos (10).

En la ciudad de Ica; la Diresa en el año 2012 dio a conocer 324 intoxicaciones por plaguicidas y cuya tasa de incidencia fue de 42,4 por cada 100 000 habitantes; las intoxicaciones por insecticidas organofosforados y carbamatos fue del 71,6% y en menor porcentaje otros no especificados. Las intoxicaciones reportadas fueron de origen laboral y se presentaron en su mayoría en el distrito de Santiago 73,2 %, donde se presentó un bloque de intoxicación en 324 mujeres trabajadores agrícolas y en Ica 13,3 % (11).

En el año 2017, en el departamento de Ica; 58 trabajadores fueron hospitalizados tras haber inhalado pesticidas en el Fundo Valle del Sol, Ica; tras ser expuestos a maquinaria la cual se encontraba aplicando un fungicida Azoxystrobin y un insecticida Deltametrina. En el año 2018, en Pisco 24 trabajadores presentaron síntomas de intoxicación por una sustancia fosforada, los cuales fueron atendidos en el hospital de dicha localidad (12). La determinación de la colinesterasa sérica en los trabajadores agrícolas es importante, ya que mediante su resultado se podrá conocer el estado de intoxicación presente en su cuerpo y estado de salud, además de proponer medidas o recomendaciones con el fin de mejorar su estado.

Por ello el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar los niveles séricos de colinesterasa en agricultores expuestos a productos organofosforados de la ciudad de Ica, de los distritos de Los Molinos, Salas Guadalupe y Santiago durante el periodo de octubre del 2022 a enero del 2023.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Área de estudio

El área de estudio en la que se evaluó a los 80 agricultores que participaron voluntariamente en el ensayo fue la ciudad de Ica, en los distritos de Santiago, Los Molinos y Salas Guadalupe (ANEXO 1); se encuentra ubicada en la costa sur central del litoral peruano. La ciudad de Ica destaca por tener grandes desiertos como lo es el de Villacurí donde se encuentran presentes muchas empresas agroexportadoras cuyo personal es originario en su mayoría de la ciudad de Ica.

2.2 Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación: Básica.
- Nivel de investigación: Exploratoria, descriptiva y correlacional.
- Diseño de investigación: Cuantitativa, no experimental.

2.3 Población y muestra

- Población de estudio

La población de estudio está compuesta por 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados de la ciudad de Ica.

- Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra censal se determinó teniendo en cuenta el tamaño de la población; además, dado que la población presenta escasez de participantes, se eligió que el tamaño de la muestra sea el mismo que el de la población.

2.4 Criterios de inclusión y exclusión

- Criterio de Inclusión:
 - Varones o mujeres mayores de edad (18 años a más)
 - Trabajadores de sector agrícola
 - Individuos que se dedican a actividades agrícolas y se encuentran en periodos de aplicación de productos organofosforados.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

- Entrevista personal
- Análisis de laboratorio

Instrumentos de recolección de datos

- Fichas de encuesta

2.6 Procedimientos

2.6.1 Entrevista personal

Se realizó una entrevista personal a los 80 participantes con el fin de explicar el objetivo de su participación, riesgos, beneficios y solicitar su consentimiento. Para ello se empleó como instrumento las fichas; las cuales son muy usadas en las investigaciones y fue revisada previamente para obtener la mayor información necesaria, garantizando resultados fiables. La ficha consta de 7 preguntas con opción múltiple de respuesta.

2.6.2 Estudio piloto

Se realizó un estudio piloto con el fin de calibrar y verificar la veracidad de los resultados de la encuesta y del ensayo bioquímico; es así que previo análisis de las muestras se procedió a calibrar el Analizador bioquímico semiautomatizado BIOELAB ES-100C con el cual se analizaron todas las muestras, insertando para ello el formato de la ficha técnica con las especificaciones del reactivo colinesterasa QCA con asesoría técnica del proveedor Artech Medic S.A.C.

Además, ya que la variable de estudio fue básicamente un examen de laboratorio, fue importante garantizar la confiabilidad de los instrumentos de medición. El método de colinesterasa sérica pasó por un programa de control de calidad interno donde se utilizaron reactivos calibradores normal y anormal de la marca QCA, los cuales dieron un resultado satisfactorio verificando la confiabilidad del resultado obtenido.

La validez y consistencia de la ficha de recolección de datos fue evaluada por el juicio del asesor principal y secundario; los cuales dieron el visto bueno para su aplicación.

2.6.3 Análisis de laboratorio

Toma de muestra

La toma de muestra se realizó teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el Manual de Procedimientos de Laboratorio del MINSA 2013 (13).

Se realizaron visitas domiciliarias a los participantes del muestro en los distritos de Santiago, Los Molinos y Salas Guadalupe.

Se recolectó un total de 80 muestras entre los meses de noviembre del 2022 y enero del 2023. Previo a la toma de muestra se informó a la población a evaluar

los beneficios de su participación y consentimiento del estudio mediante una ficha y encuesta (Figura 2).

Se realizó la técnica de venopunción; recolectando las muestras en tubos de extracción al vacío con gel separador de 5 ml (Figura 3). Finalmente, la muestra se rotuló con códigos de acuerdo a la ficha del paciente y se guardó en un recipiente transportador con gel refrigerante para su conservación teniendo en cuenta la cadena de frío y luego fue transportado al laboratorio LABFAMQ ubicado en el distrito de Santiago Panamericana Sur km 318 entrada de la posta de Santiago dentro de las 24 horas; procediendo luego al procesamiento de las muestras recolectadas.

Determinación de colinesterasa sérica

La determinación de colinesterasa sérica se realizó mediante la aplicación del método de Ellman modificado; el cual es un método rápido, fotométrico, cuantitativo; que mide la actividad de la acetilcolinesterasa mediante la hidrolización del sustrato de butirilcolina en tiocolina; el kit utilizado para el ensayo fue la Colinesterasa QCA y el resultado de cada muestra se expresa en unidades U/L; esto se ve reflejado en el reactivo mediante un cambio de color proporcional a la cantidad de colinesterasa (Figura 4)(14).

Fundamento del método



Los valores referenciales que se tuvieron en cuenta para la interpretación de los resultados dados por la marca del reactivo a utilizar (QCA) son los siguientes:

Valores de referencia: Hombres y mujeres: 5 400 - 13 200 U/L

Lectura y registro de datos

Los datos obtenidos de las muestras insertadas en el equipo fotométrico fueron ingresados en un formulario de Excel para el registro de los mismos. Así mismo, fueron categorizados según los valores de referencia para la colinesterasa y según el criterio del investigador, fue categorizado en la sección de los resultados por edad, tiempo de labor, sexo, edad, tiempo de labor entre otros. Se realizó el análisis estadístico empleando las pruebas de contraste de hipótesis a fin de estimar si existen diferencias significativas entre los resultados. Los resultados numéricos fueron ingresados tal cual se obtuvieron.

2.6.4 Análisis estadístico

Se usó el ANOVA, además se aplicó el T student, F de Fisher, cálculos aplicando el software estadístico SPSS Y SPSS - 27, la prueba de Levene para igualdad de

varianzas, prueba de normalidad de Kolmogorov -Smirnov, prueba de Shapiro-Wilk y se halló el nivel de significación de los datos; con el fin de poder demostrar la veracidad de la hipótesis propuesta; además de trabajar con el estadístico chi cuadrado para las tablas y gráficos. Con los datos obtenidos se realizaron las figuras y tablas donde se muestran de manera grafica los resultados (Anexo 4,5,6).

III.RESULTADOS

Tabla 1. Niveles de colinesterasa de 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

Nivel de colinesterasa (U/L)	Número de trabajadores	Porcentaje
4000 a 5399	2	2.5
5400 a 13200	77	96.3
13201 a 14000	1	1.3
Total	80	100

Tabla 2. Niveles de colinesterasa según sexo de los 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

Niveles de colinesterasa(U/L)	SEXO				Total	
	Masculino		Femenino		n	%
	n	%	n	%		
4 000 a 5 399	0	0	2	6.9	2	2.5
5 400 a 13 200	50	98.0	27	93.1	77	96.3
13 201 a 14 000	1	2.0	0	0	1	1.3
Total	51	100	29	100	80	100
$\chi^2 = 4.133$	g.l.= 2		p-valor (0.127) > 0.05			N.S

Tabla 3. Niveles de colinesterasa según edad de los 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

Niveles de colinesterasa (U/L)	EDAD								Total	
	18 a 25		26 a 40		41 a 60		61 a 80		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%		
4 000 a 5 399	1	5.9	1	2.9	0	0	0	0	2	2.5
5 400 a 13 200	15	88.2	33	97.1	24	100	5	100	77	96.3
13 201 a 14 000	1	5.9	0	0	0	0	0	0	1	1.3
Total	17	100	34	100	24	100	5	100	80	100
$\chi^2 = 5.393$	g.l.= 6				p-valor (0.494) > 0.05				N.S	

Tabla 4. Niveles de colinesterasa según tiempo laboral de los 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

Niveles de colinesterasa (U/L)	TIEMPO LABORAL										Total	
	Menos de 1		De 1 a menos de 5		De 5 a menos de 10		De 10 a menos de 15		De 15 a 30			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
4000 a 5399	1	6.7	0	0	1	9.1	0	0	0	0	2	2.5
5400 a 13200	13	86.7	30	100	10	90.9	14	100	10	100	77	96.3
13201 a 14000	1	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.3
Total	15	100	30	100	11	100	14	100	10	100	80	100
$\chi^2 = 8.891$		g.l.= 8				p-valor (0.352) > 0.05 N.S						

Tabla 5. Niveles de colinesterasa sérica en relación a las características sociodemográficas de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

Padecimiento de enfermedades	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
Enfermedad	n	%	n	%	n	%	n	%	
Hepatitis	0	0.00%	2	2.50%	0	0.00%	2	2.50%	0.08 N.S
Ninguno	2	2.50%	75	93.75%	1	1.25%	78	97.50%	
Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	
Síntomas de alarma	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
Síntomas	n	%	n	%	n	%	n	%	
Sintomáticos	2	2.50%	30	37.50%	0	0.00%	32	40.00%	3.701 N.S
Asintomáticos	0	0.00%	47	58.75%	1	1.25%	48	60.00%	
Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	
Uso de EPP	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
EPP	n	%	n	%	n	%	n	%	
Adecuado	2	2.50%	60	75.00%	1	1.25%	63	78.75%	0.841 N.S
Inadecuado	0	0.00%	17	21.25%	0	0.00%	17	21.25%	
Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	
Capacitaciones al personal	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
Asesoría	n	%	n	%	n	%	n	%	
Informado	2	2.50%	61	76.25%	1	1.25%	64	80.00%	0.779 N.S
Desinformado	0	0.00%	16	20.00%	0	0.00%	16	20.00%	
Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	
Área de Trabajo	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
Equipo de emergencia	n	%	n	%	n	%	n	%	
Presenta	2	2.50%	34	42.50%	1	1.25%	37	46.25%	3.622 N.S
No presenta	0	0.00%	43	53.75%	0	0.00%	43	53.75%	

Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	
Horas Laborables	Niveles de colinesterasa sérica						Total	χ^2	
	4000 - 5399		5400 - 13200		13201 - 14000				
TIEMPO	n	%	n	%	n	%	n	%	
≤ 6 horas	0	0.00%	2	2.50%	0	0.00%	2	2.50%	
≤ 8 horas	1	1.25%	52	65.00%	1	1.25%	54	67.50%	0.967 N.S
≤ 12 horas	1	1.25%	22	27.50%	0	0.00%	23	28.75%	
> 12 horas	0	0.00%	1	1.25%	0	0.00%	1	1.25%	
Total	2	2.50%	77	96.25%	1	1.25%	80	100.00%	

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los análisis realizados a los 80 trabajadores agrícolas, se obtuvo como resultado que el 96,3% del total se encuentran dentro del rango aceptable de 5400 a 13200 U/L, el 2,5 % tienen niveles por debajo del rango establecido y el 1,3% supera el rango establecido (Tabla 1). Estudios realizados en Colombia coinciden con los resultados obtenidos en la investigación, ya que evidencian que los factores como sexo, edad y labores realizadas por los trabajadores agrícolas no tienen una significancia con los niveles de colinesterasa; sin embargo, otras investigaciones difieren de este estudio dado que resaltan su importancia a la hora evaluar los niveles de colinesterasa sérica, viéndose reflejado su relación con las intoxicaciones producidas por la exposición continua (15).

En la tabla 2 se puede observar que solamente un trabajador del sexo masculino obtuvo el nivel de colinesterasa elevado 13 538 U/L y solamente 2 trabajadores del sexo femenino mostraron resultados de 4 698.86 y 5 110.47 U/L. Los niveles de colinesterasa de hombres y mujeres son estadísticamente similares y se encuentran dentro del rango aceptable de 5 400 a 13 200 U/L. El valor del Chi cuadrado de la tabla indica que no hay una relación significativa entre el sexo y los niveles de colinesterasa (Tabla 2). En Colombia un estudio realizado indica que existe una relación entre los niveles de colinesterasa presentes en hombres; sin embargo, no es estadísticamente significativo; lo que afianza los resultados obtenidos en la investigación ya que indican que la relación de sexo y los niveles de colinesterasa no presentan una relación significativa frente a la exposición de productos organofosforados (1).

Dentro de los 4 rangos de edad establecidos (18-25, 26-40, 41-60, 61-80 años); 1 de los 17 trabajadores del rango de 18-25 años, tiene alto nivel de colinesterasa sérica representando el 5.9%, a su vez en este mismo rango de edad se encuentra el trabajador que tiene un bajo nivel de colinesterasa con un 5.9 % del rango de edad. 1 de 34 trabajadores del rango de 26-40 años, tiene bajo nivel de colinesterasa sérica representando el 2.9 % del rango de edad. Como se puede observar no se tiene una relación entre la edad y los niveles de colinesterasa lo que se corrobora con el valor del estadístico Chi cuadrado (Tabla 3).

Según el tiempo de servicio en años la muestra se dividió en 5 grupos, donde la mayoría presentó niveles normales de colinesterasa sérica entre 5 400 a 13 200 U/L; un trabajador presentó nivel alto de colinesterasa y se encuentra en el grupo de menos de 1 año de servicio, representa el 6.7% y en este mismo grupo se encuentra un trabajador con nivel bajo de colinesterasa representando el 6.7% del grupo. En el grupo de 5 a 10 años de servicio se encuentra un trabajador con nivel bajo de colinesterasa que representa el 9.1%, como se puede observar no se tiene una relación entre el tiempo de servicio y los niveles de colinesterasa según el valor estadístico Chi cuadrado (Tabla 4).

Un estudio realizado en La Libertad concluyó que el tiempo de servicio es un factor importante en la evaluación de los niveles de colinesterasa; ya que a más tiempo de servicio y edad del trabajador mayor es el riesgo de intoxicación; sin embargo, los datos obtenidos en esta investigación no coinciden de igual manera, pero no se descarta la posibilidad de que es un factor a tener en cuenta en las evaluaciones realizadas (8).

Los trabajadores agrícolas considerados en este estudio de niveles de colinesterasa en su mayoría el 96,3% manifestó no tener ninguna enfermedad que altere su vida diaria y los únicos casos que tiene problemas de salud son dos trabajadores con hepatitis. El 96,3% de los trabajadores no ha tenido una enfermedad que le haya impedido asistir a sus labores agrícolas y ante le pregunta qué síntomas ha tenido, el 60% responde no haber presentado ningún síntoma; sin embargo, el 22.5% presentaron dolor de cabeza, náuseas, dolor de estómago y convulsiones. Al averiguar el estado de los trabajadores entrevistados, las respuestas fueron el 32.5% usan mascarilla, el 18.8% guantes y mascarilla, el 13.8% usa guantes, mascarilla, mandil, lentes y botas y el 21.3% no usan ningún equipo de protección personal. Es importante tener una asesoría cuando se desarrolla alguna actividad, ya sea para un buen desempeño y/o el cuidado de la salud, lo que redundará en una mayor rentabilidad de su centro laboral; en este caso el 30% recibe asesoría de algún compañero de trabajo, el 7.5% de su experiencia propia, el 7.5% de algún compañero o de su experiencia propia y muy pocos reciben asesoría de Instituciones como SENASA, Ministerio de salud, del dueño del establecimiento y el 20% de trabajadores no han recibido ninguna asesoría. La reserva de materiales de primeros auxilios que debe tener en un establecimiento es importante y se debe considerar el manual de primeros auxilios, los extintores y personal entrenado en primeros auxilios; los resultados indican que el 23.8% recibe todos estos materiales, el 12.5% recibe personal entrenado en primeros auxilios, el 53.8% no recibe ninguno de estos materiales y en pequeños porcentajes el número de trabajadores con solo el manual de primeros auxilios o solo recibe extintores. El tiempo de la jornada laboral que presenta en promedio los 80 trabajadores agrícolas indica que 67.5% de ellos trabaja menos o igual a 8 horas del día, el 28.7% trabaja 12 horas o menos. El tiempo en años de servicio que vienen trabajando en su actual establecimiento es del 32.5%; los que tienen de 1 a 5 años en la empresa; el 25% más de 10 años; el 16.3% de 5 a menos de 10 años y los que tienen poco tiempo en este caso menos de 6 meses son el 13.8% (Tabla 5).

Estudios realizados en la ciudad de Ica coinciden en que existen covariables importantes que pueden alterar en medida a los niveles de colinesterasa presentes en lo trabajadores como lo son el grupo etario, el puesto de trabajo y el uso de equipo de protección (4).

La hipótesis específica 1 señala que los niveles de colinesterasa según el sexo del trabajador son similares en varones y mujeres. El estadístico Chi cuadrado tiene un valor de 4.133 para un nivel de significación de 0.127 valor que resulta mayor al 5% por lo que se concluye que no hay una

correlación significativa entre el sexo y los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas evaluados.

La hipótesis específica 2 señala que los valores de colinesterasa según grupo etario de los trabajadores evidencian que el estadístico F calculado es 0.586 para un p valor de 0.626 y por ser $p > 0.05$ se cumple la hipótesis nula. No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su grupo de edad.

La hipótesis específica 3 señala que los valores de colinesterasa según tiempo laboral de los trabajadores evidencian que el estadístico F calculado es 0.533 para un p valor de 0.712 y por ser $p > 0.05$ se cumple la hipótesis nula. No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su tiempo laboral.

V. CONCLUSIONES

1. No existe relación entre los niveles de colinesterasa y la exposición a productos organofosforados en los 80 agricultores de la ciudad de Ica que fueron evaluados en el periodo 2022 -2023. Presentando el 96,3% niveles normales comprendidos entre los rangos establecidos de la prueba.
2. Existe diferencia porcentual entre los promedios de los niveles de colinesterasa entre varones 9 273.94 y mujeres 7 801.02 U/L.
3. No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su grupo de edad.
4. No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su tiempo laboral.
5. No existe diferencia significativa entre los promedios de las características sociodemográficas de los trabajadores agrícolas y los niveles de colinesterasa sérica.

VI. RECOMENDACIONES

1. Indicar a los trabajadores agrícolas expuestos a las aplicaciones de productos químicos que soliciten siempre un equipo de protección personal adecuado y completo antes de realizar sus labores.
2. Indicar al personal evaluado que exija a sus empleadores capacitaciones constantes sobre el manejo de sustancias tóxicas; además de solicitar que se les brinde siempre una atención inmediata a centros de salud más cercanos en casos de intoxicación.
3. Indicar al personal el uso de exámenes complementarios como perfil hepático para ver a más detalle el estado de su salud y descartar posible daño hepático.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Polanco Y, Hernández D, Escobar M, Aguirre D, et al. Medición de niveles de colinesterasas eritrocitarias en agricultores usuarios de plaguicidas y en practicantes de agroecología, San Cristóbal, Medellín, Colombia. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [Internet]. 2019 Dec [citado 2022 mayo 10]; 37(3): 25-33. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2019000300025&lng=en.
2. Toro B, Rojas A, Díaz J. Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia. Rev Salud Pública (Bogotá) [Internet]. 2017;19(3):318–24. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v19n3/0124-0064-rsap-19-03-00318.pdf>
3. Matabanchoy J, Díaz-Bambula F. Riesgos laborales en trabajadores latinoamericanos del sector agrícola: Una revisión sistemática. Univ salud [Internet]. 2021 [citado el 11 de mayo de 2022];23(3):337–50. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/6375>
4. Barrientos J. Asociación entre la actividad colinesterasa y la exposición a plaguicidas organofosforados en agricultores del distrito de Salas, Ica, noviembre 2017 [Internet]. Universidad Alas Peruanas; 2018 [citado el 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3103029>
5. Castillo A. Niveles bajos de colinesterasa como biomarcador para floricultores expuestos a plaguicidas organofosforados, año 2021 [Internet]. Quito: UCE; 2021 [citado el 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23722>
6. Figueroa D, Manrique C. Niveles de colinesterasa sérica en agricultores expuestos a plaguicidas de la Asociación FOMUDEP Cantón Paján. JIPIJAPA-UNESUM; 2019.
7. Rodríguez A, Urbano E, Ramírez L, Meza D. Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de San Pablo de Borbur, Boyacá, expuestos a organofosforados. Rev Univ Ind Santander Salud [Internet]. 2022 [citado el 11 de julio de 2023];55(1):17. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8804252>
8. Velásquez S. Factores de exposición que inhiben la colinesterasa en agricultores que laboran en la empresa agroindustrial Camposol - Chao, enero – mayo 2018 [Internet]. Universidad Alas Peruanas; 2018 [citado el 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/handle/20.500.12990/5382>
9. Guevara D, Roger E. Incidencia de intoxicaciones en pacientes atendidos en el servicio de emergencia. Hospital Regional Docente. Cajamarca- 2017 [Internet]. [Cajamarca]: Universidad Nacional de Cajamarca; 2022 [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4794>

10. Tineo T, Fabiola J. Evaluación y consecuencias de los plaguicidas en la salud de los pobladores de Mala - Perú, 2021 [Internet]. [LIMA]: NORBERT WIENER; 2022 [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/7284>
11. Dirección General de Epidemiología. Boletín Epidemiológico (Lima) [Internet]. 2013 abr [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2013/15.pdf>
12. Espinoza Evangelista H. Factores de riesgo en el manejo de los plaguicidas y su trabajo preventivo de enfermería en Agrícola Lourdes SAC [Internet]. [ICA]: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA; 2020 [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.autonomaedica.edu.pe/bitstream/autonomaedica/651/4/ESPINOZA%20EVANGELISTA%20HILDA%20ELIZABETH%20-%20CANCHO%20CAPISO%20SOLEDAD.pdf>
13. Macalupú Z, Rosa S. Manual de procedimientos de laboratorio: laboratorios locales I: laboratorios locales II [Internet]. Instituto Nacional de Salud; 2013 [citado el 11 de julio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/153>
14. Wiener. Colinesterasa [Internet]. Com.ar. [citado el 21 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.wienerlab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/colinesterasa_aa_sp.pdf
15. Gamboa C, Castro F, Torres V, Suárez D, Dallos A. Evaluación de colinesterasa plasmática en floricultores de los municipios de Chiquinquirá y Toca, Boyacá, Colombia. Pensam Acción [Internet]. 2019 [citado el 16 de abril de 2024];(27):21–42. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/10202

VIII. ANEXOS

Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Ica

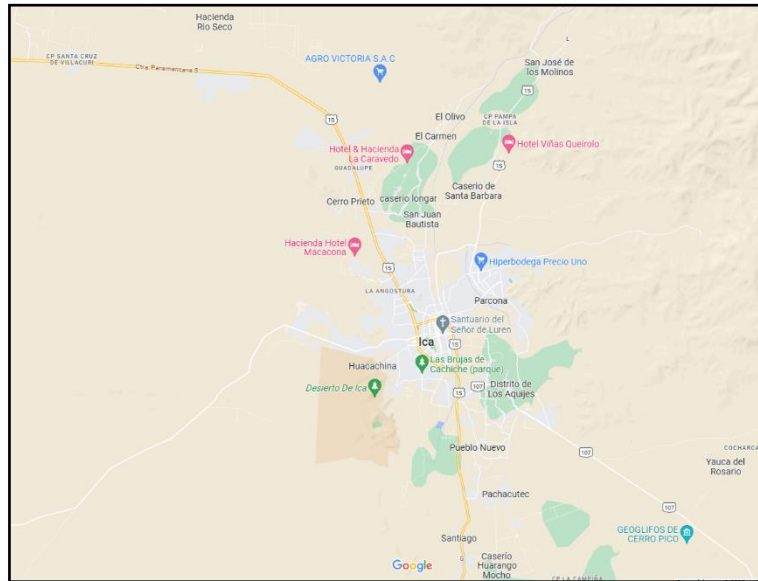


Figura 2. Inducción al consentimiento informado, ficha de muestreo y toma de muestra



Figura 3. Flujoograma de recolección de muestras.

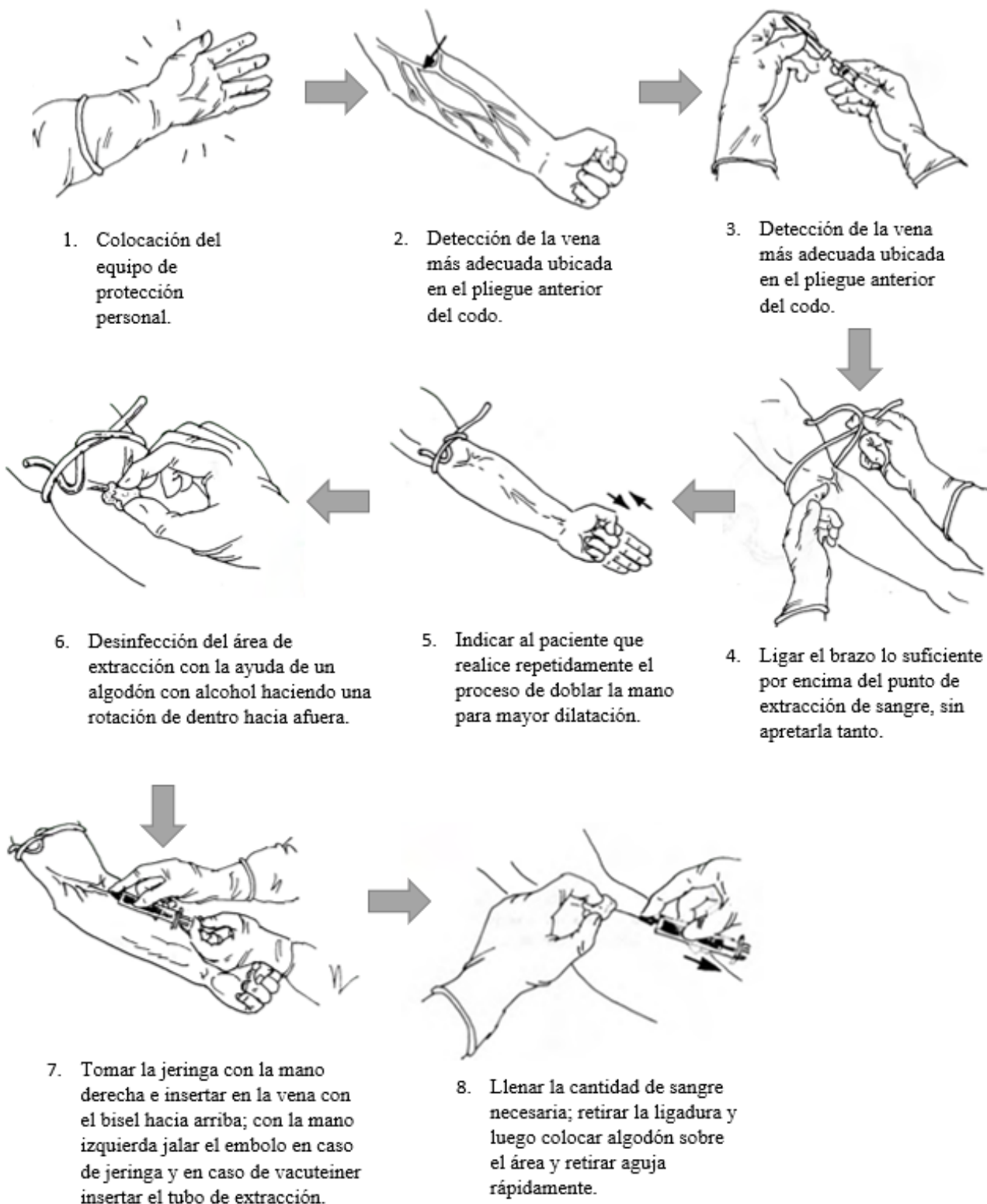


Figura 4. Flujograma para la determinación de colinesterasa sérica QCA.

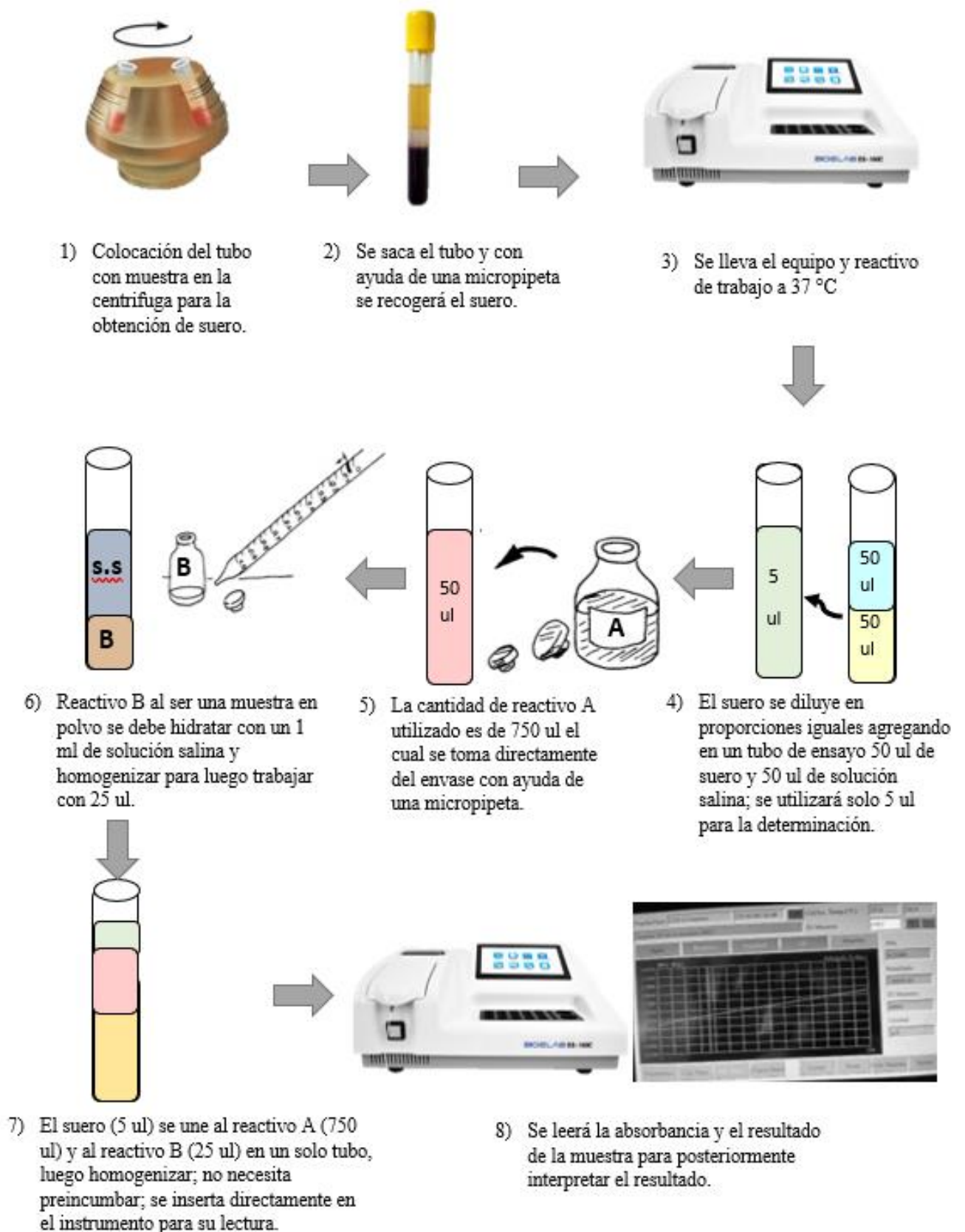


Figura 5. Muestras sanguíneas y resultados del analisis.

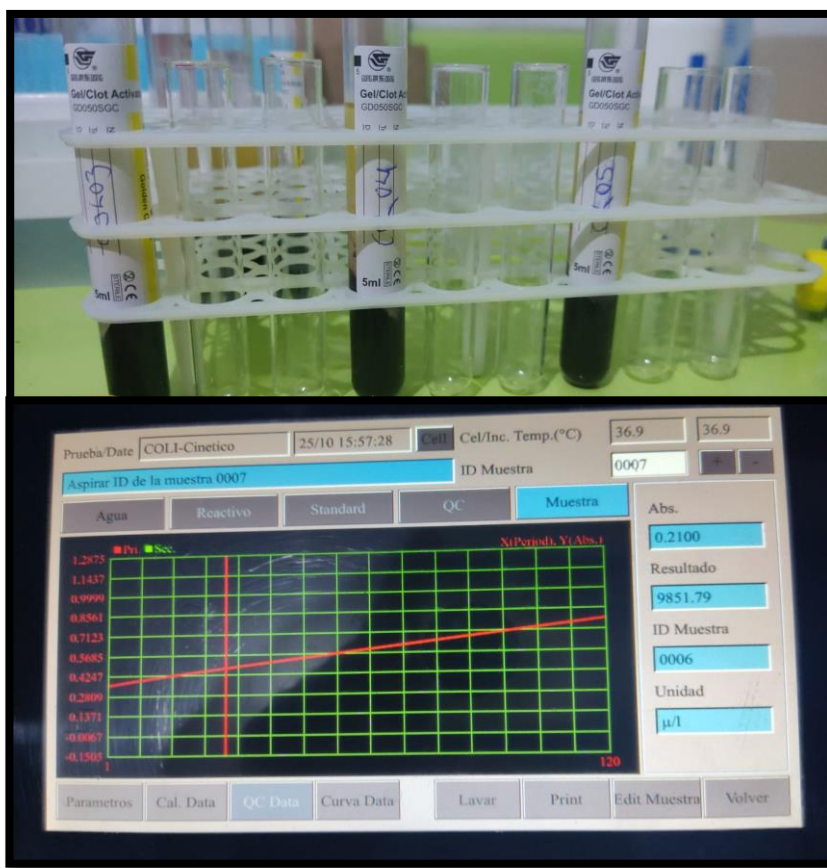


Figura 6. Edad promedio en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

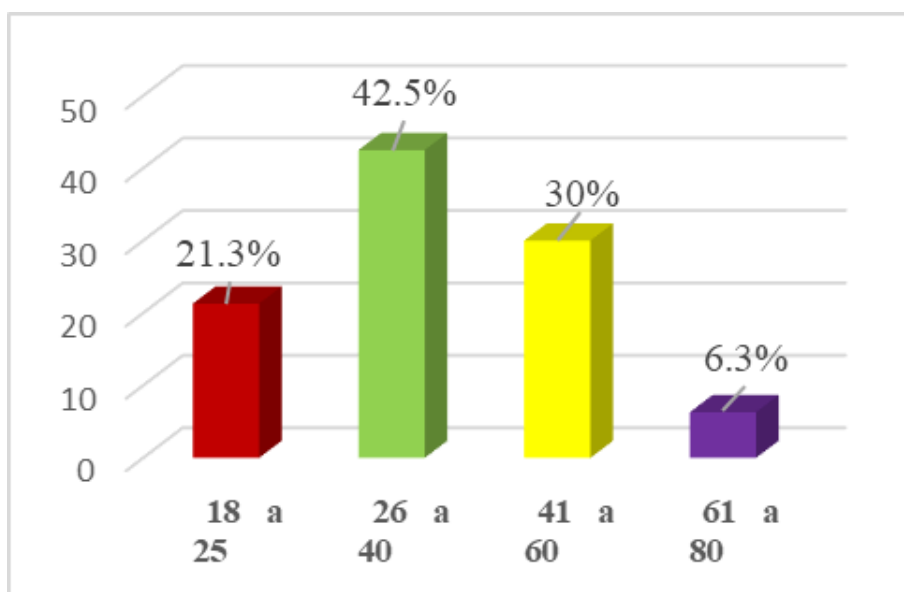


Figura 7. Género de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

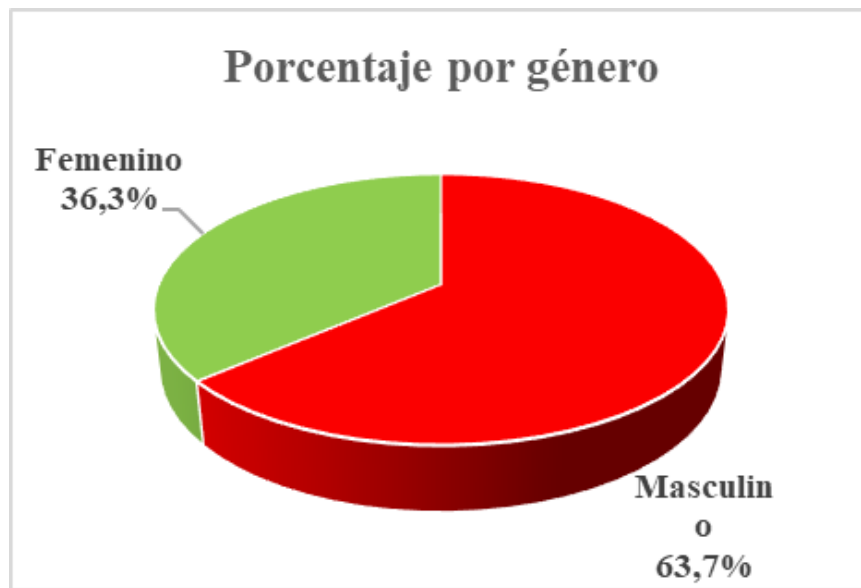


Figura 8. Tiempo de servicio de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

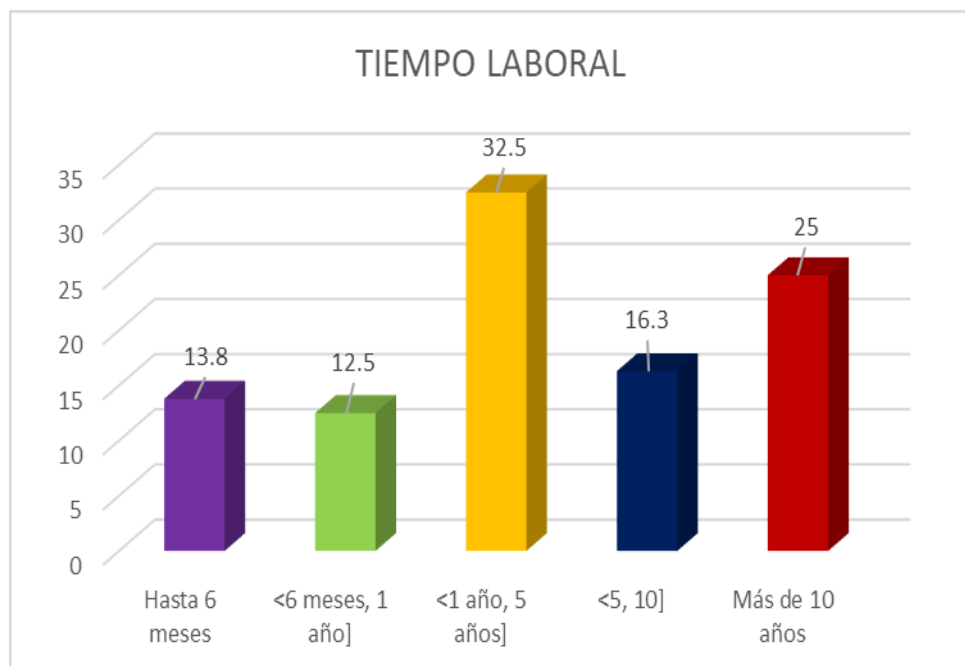


Figura 9. Nivel de colinesterasa sérica (U/L) de los trabajadores agricolas expuestos a productos organofosforados.

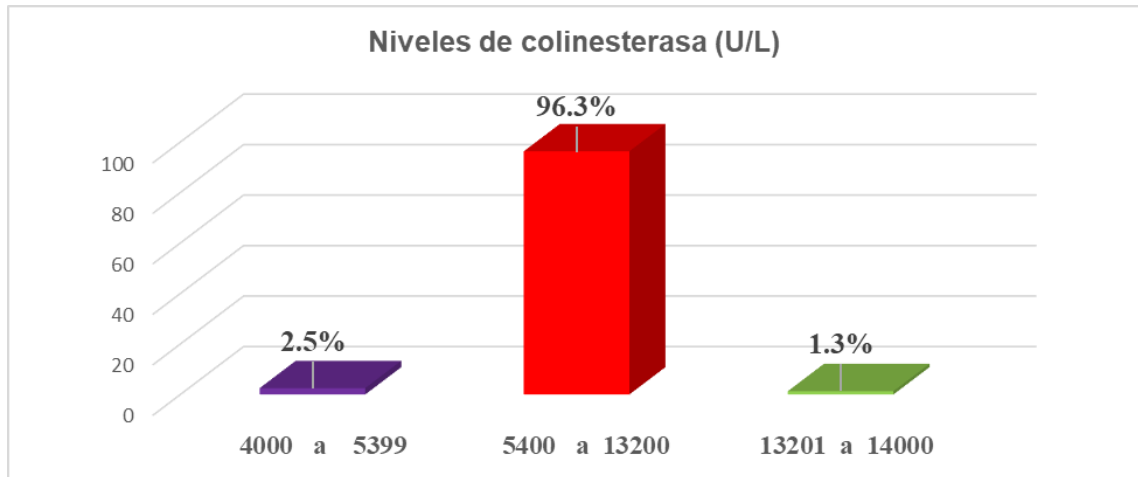


Figura 10. Niveles de colinesterasa sérica (U/L) de los 80 trabajadores agricolas expuestos a productos organofosforados .

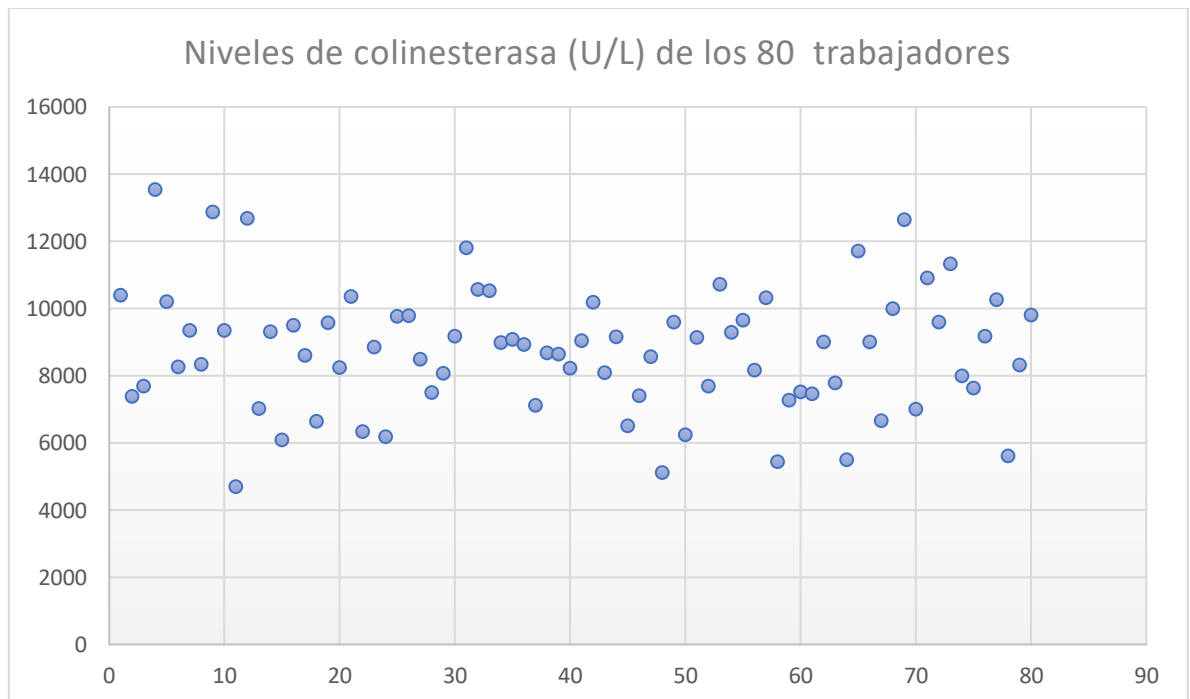


Figura 11. Niveles de colinesterasa sérica (U/L) según sexo de los 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados .

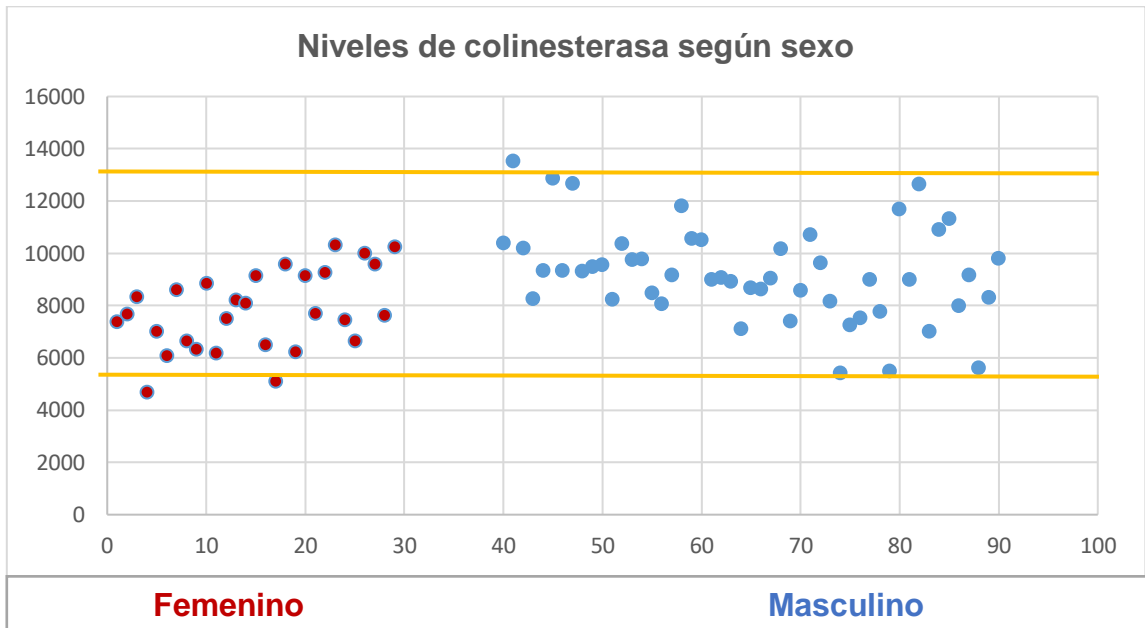


Figura 12. Niveles de colinesterasa sérica (U/L) por grupo de edad de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

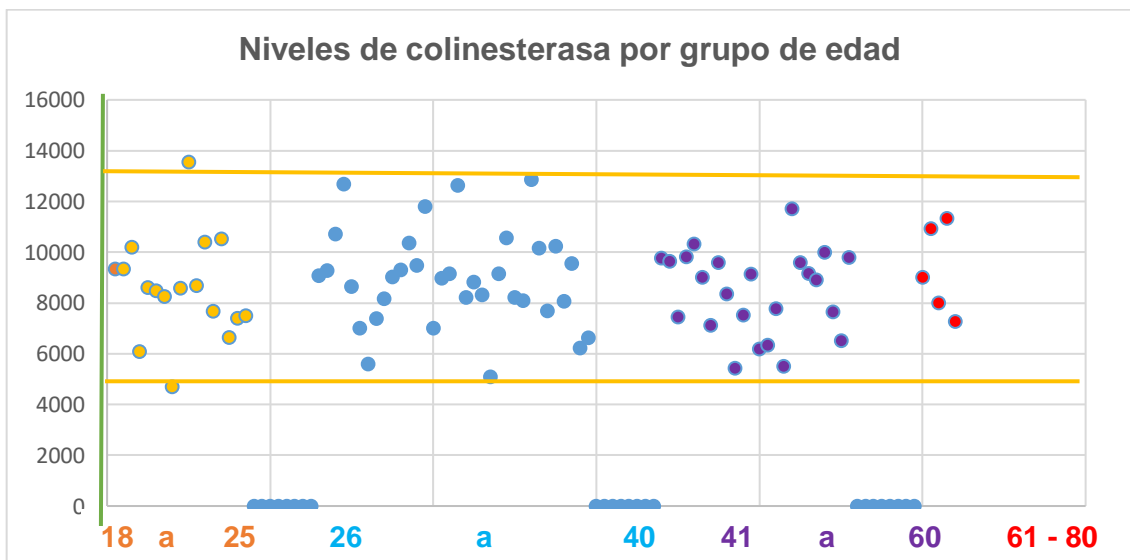


Figura 13. Niveles de colinesterasa sérica (U/L) por grupo de tiempo laboral en años de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

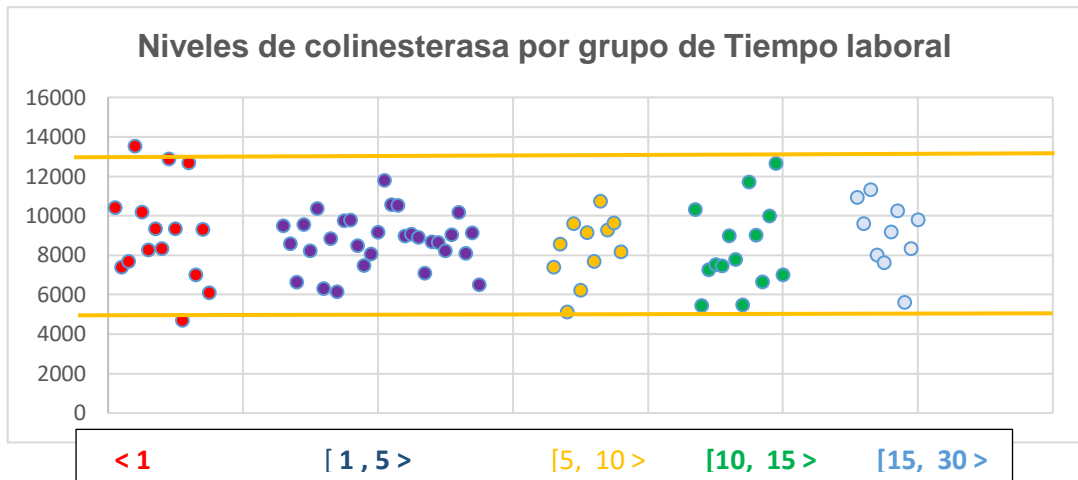


Figura 14. Porcentaje de enfermedades presentes en los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

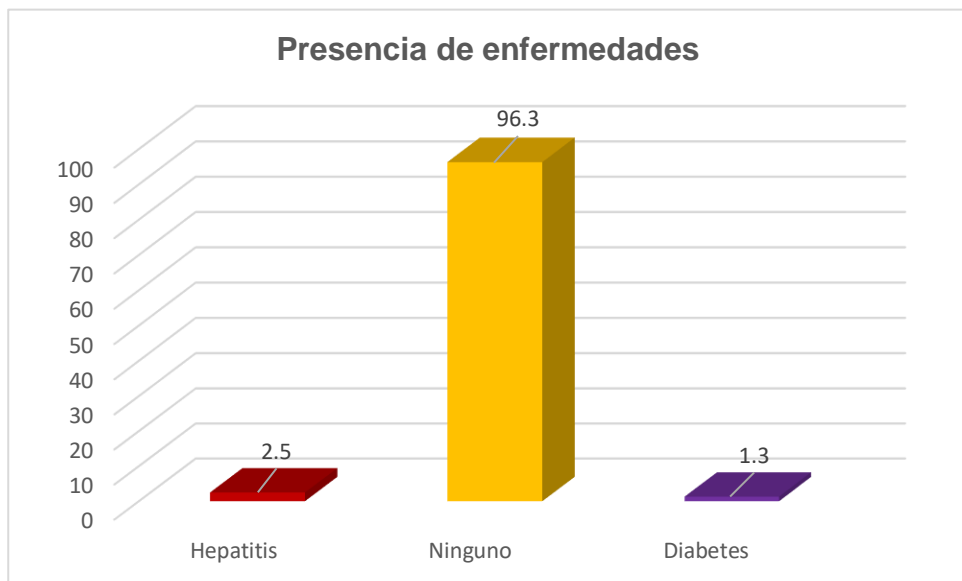


Figura 15. Síntomas presentes en 80 trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

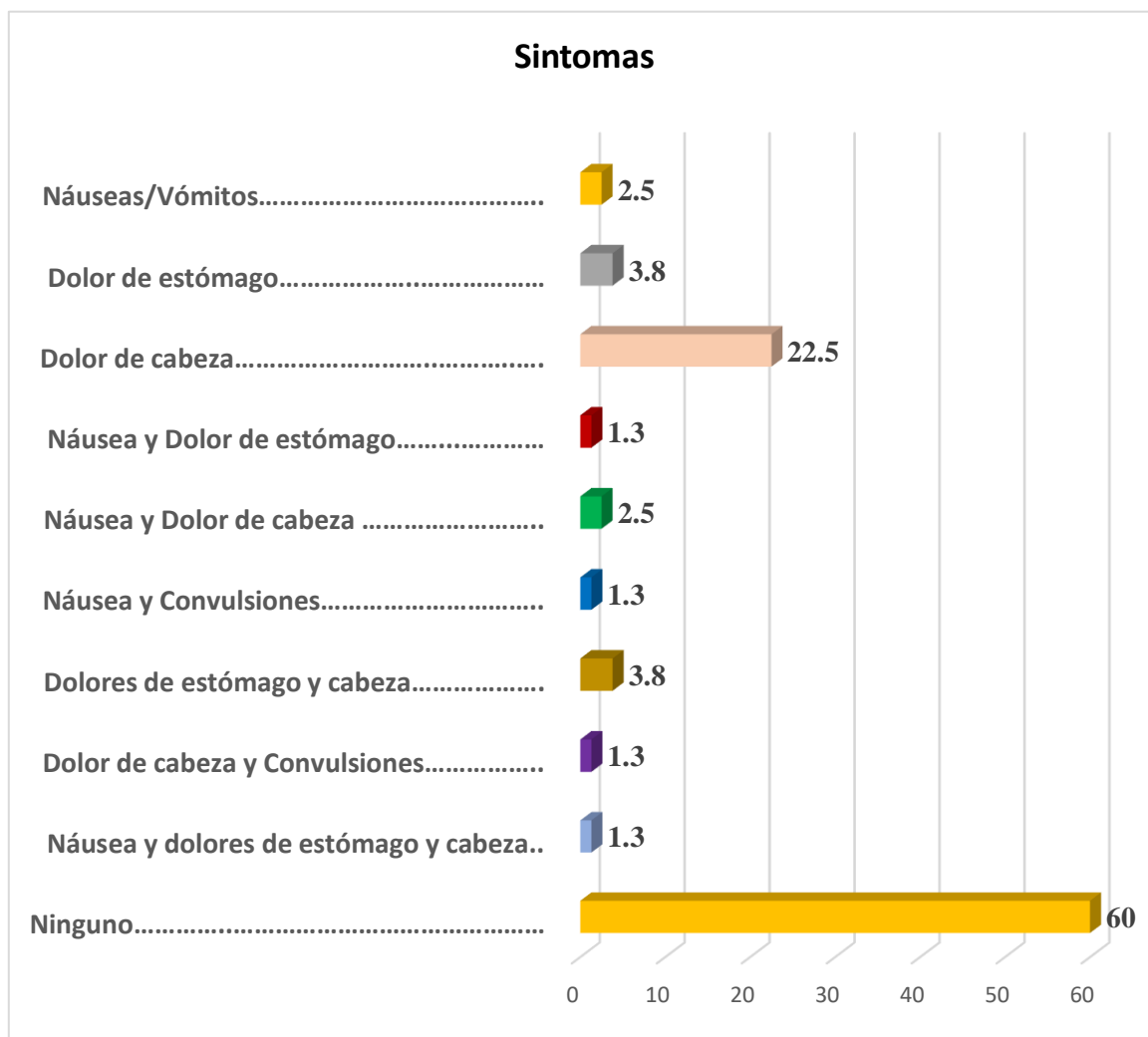


Figura 16. Equipos de protección personal usados por los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

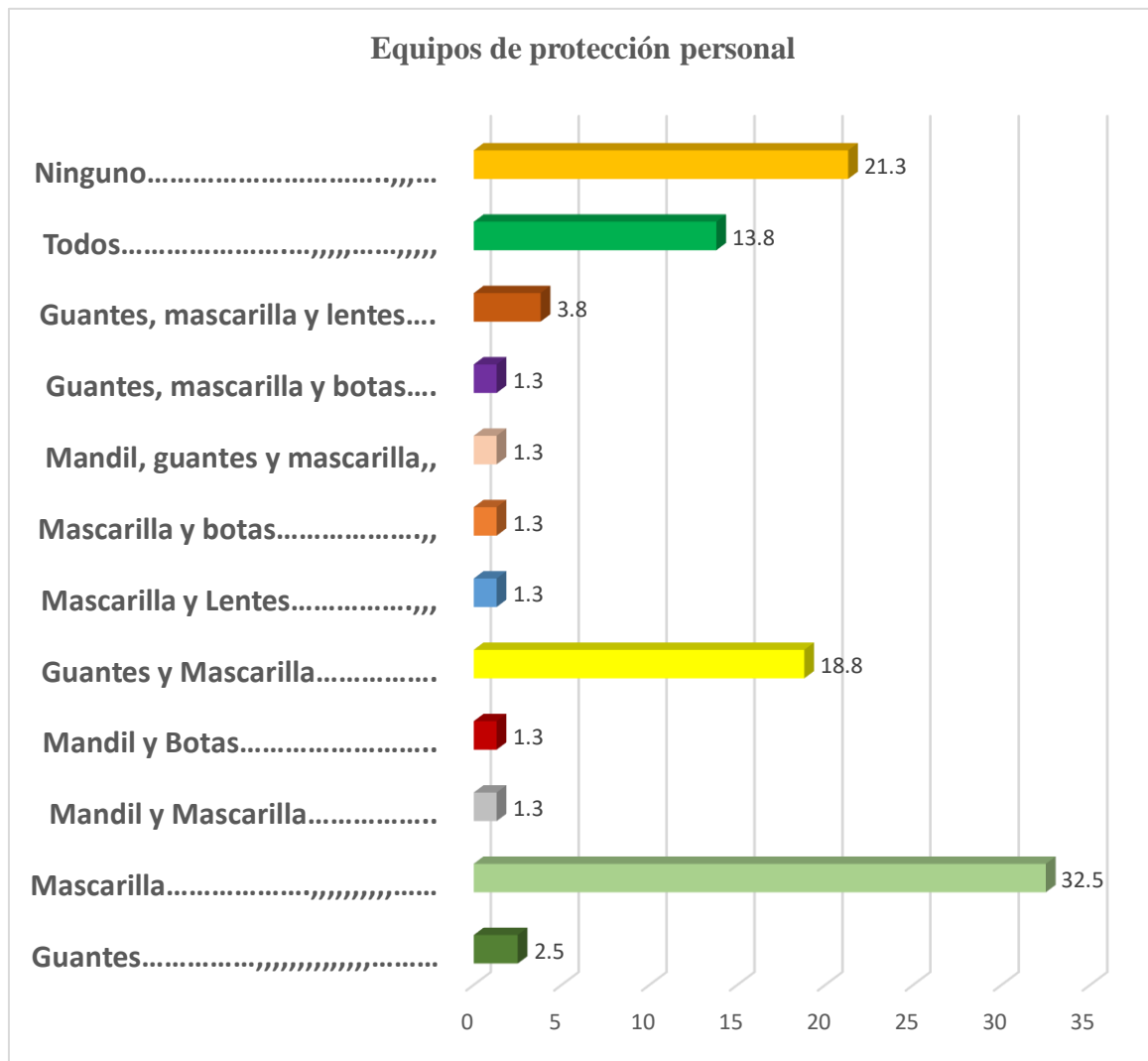


Figura 17. Entidades o personas que brindaron asesoría a los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

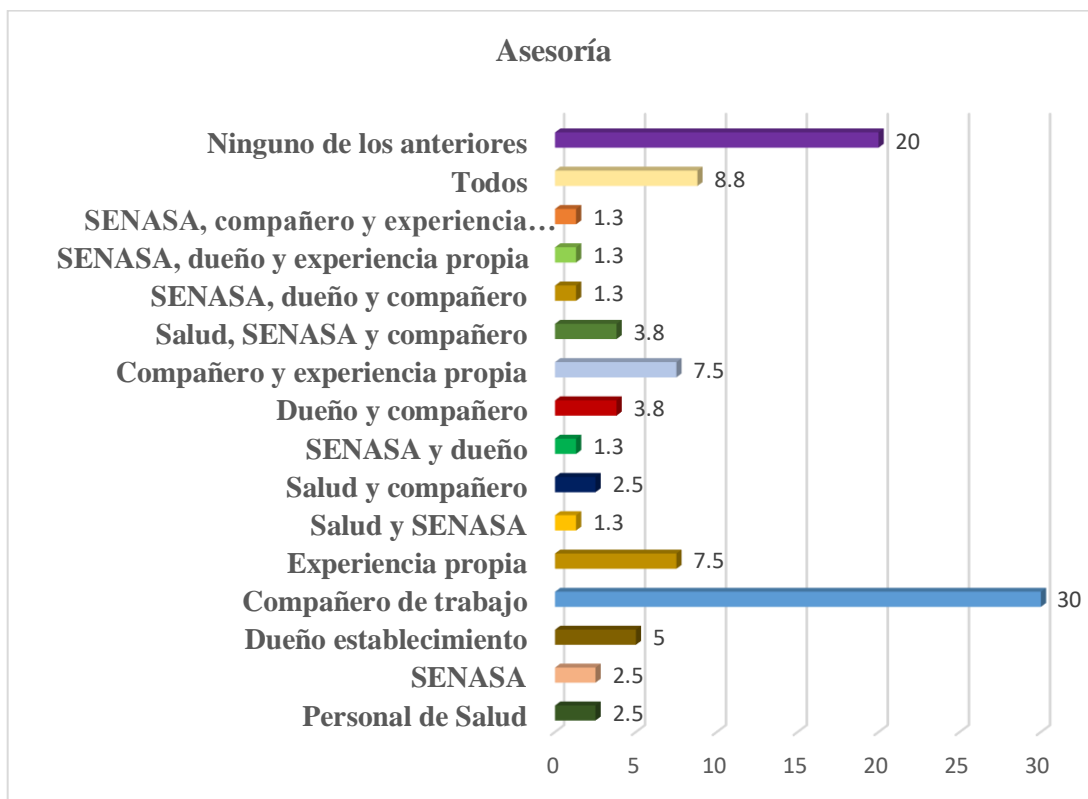


Figura 18. Materiales de auxilio presentes en el centro laboral de los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

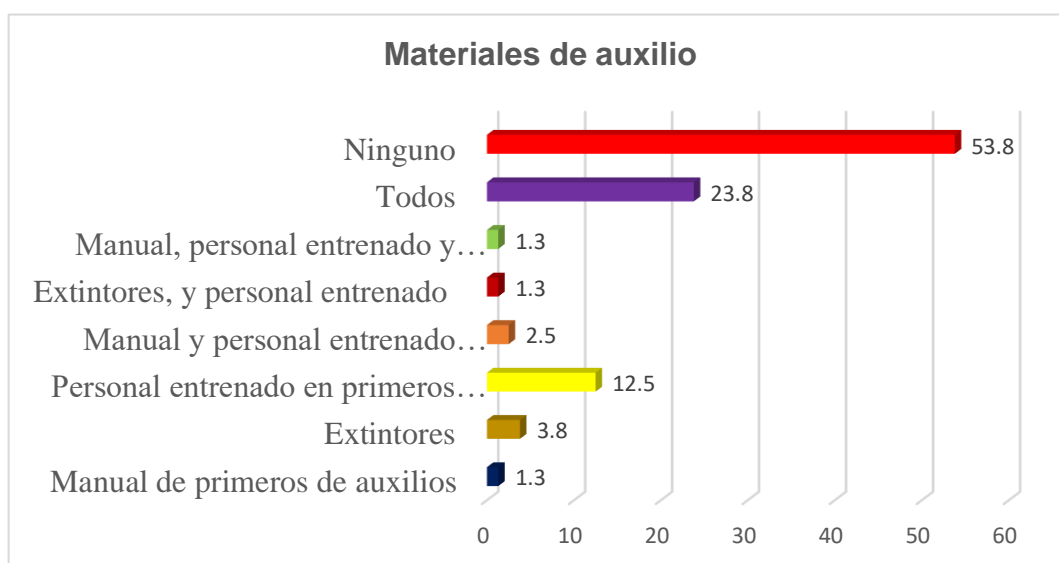
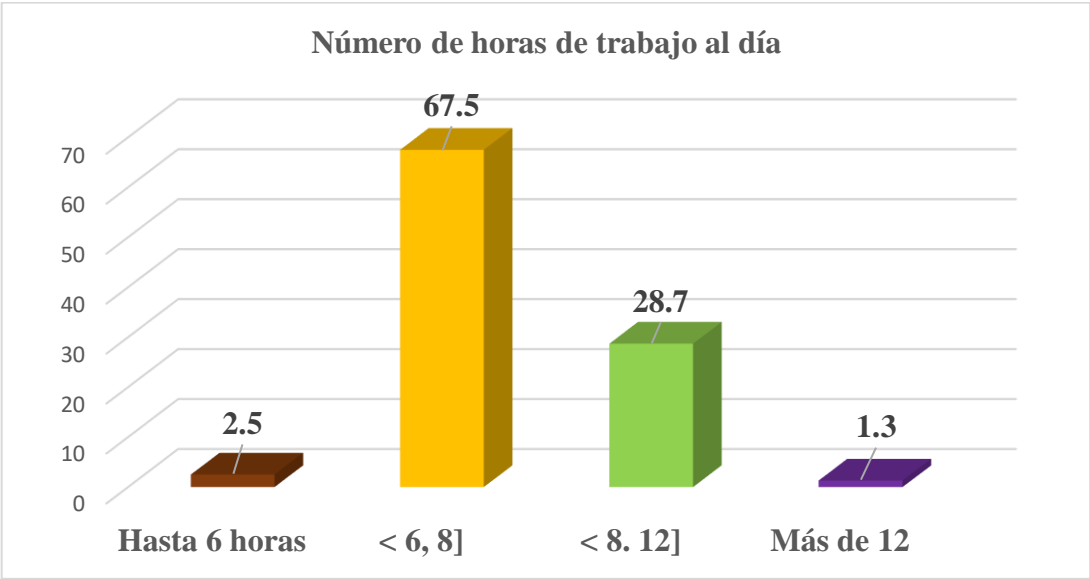


Figura 19. Horas diarias en promedio laboradas por los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.



ANEXO 1. Certificado de autorización del uso de instalaciones para la realización de los ensayos bioquímicos.



Certificación

Fecha: 14 de marzo del 2023

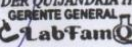
Dirección: Santiago km 318 , Ica.

Yo Alexander Quijandria Huamani, biólogo colegiado N° 12125 , DNI 44797509, certifico que la Bach. Gleny Xiomara Rodríguez Hernández, con DNI 72840204, egresada de la carrera profesional de Biología de la Universidad San Luis Gonzaga, realizo los exámenes Bioquímicos de 80 muestras (colinesterasa sérica QCA) en mi Laboratorio Clínico LABFAMQ como requisito para poder realizar su tesis.

En todo en cuando puedo certificar en honor a la verdad, autorizo a la portadora del presente certificado hacer uso del mismo para los fines que estime conveniente.

LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS

ALEXANDER QUIJANDRIA HUAMANI

GERENTE GENERAL


Atentamente

ANEXO 2. Inserto de ficha técnica de Colinesterasa QCA.

COLINESTERASA SUSTRATO BUTIRILTIOCOLINA

Para la determinación "in vitro" de la colinesterasa en suero o plasma



PRINCIPIO DEL TEST

La colinesterasa hidroliza la butiril-tio-colina para dar ticolina y butirato. La reacción que se produce entre la ticolina y el DTNB* da lugar a un compuesto amarillo cuantificable a 405 nm. En condiciones óptimas de reacción, el ΔAbs es proporcional a la concentración de enzima colinesterasa presente en la muestra.

* DTNB: ditio-bis-nitrobenzoate.



UTILIDAD DIAGNÓSTICA

Los valores de colinesterasa se encuentran disminuidos en las afecciones hepáticas, en procesos que cursan con hipoalbuminemia y en intoxicaciones por insecticidas organofosforados. Se producen aumentos de la actividad en hipertiroproteinemia del tipo IV, en miastenia gravis y en nefrosis.

Una única prueba de laboratorio no permite establecer un diagnóstico. Los resultados se han de evaluar en el contexto de todos los datos clínicos y de laboratorio obtenidos

REACTIVOS

Kit 1 x 60 mL. (Ref. 99 08 90). Contiene:

A. 1 x 60 mL. Tampón / cromógeno. Ref. 99 08 28
B. 2 x 1 mL. Sustrato liofilizado. Ref. 99 05 62

Kit 5 x 30 mL. (Ref. 99 08 92). Contiene:

A. 5 x 30 mL. Tampón / cromógeno. Ref. 99 08 08
B. 5 x 1 mL. Sustrato liofilizado. Ref. 99 05 62

PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Reactivo A: Reactivo listo para su uso.

Reactivo B: Rehidratar el vial de sustrato con 1 mL de agua desionizada.

Para trabajar como mono reactivo (en caso de autoanalizadores), se pueden mezclar proporcionalmente los reactivos A y B.

COMPOSICIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Las concentraciones en la disolución reactiva son:

Tampón fosfato pH 7,4	50 mM
DTNB*	0,26 mM
yoduro de butiril-tio-colina	6 mM
Conservantes y estabilizantes	

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Los componentes del kit almacenados a 2-8°C, son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta.

El reactivo B una vez rehidratado es estable 6 semanas si se conserva a 2-8°C. Mantener en la oscuridad.

La estabilidad de la mezcla reactiva, caso de trabajar con el sistema mono reactivo, es de 2 h. a temperatura ambiente (±25° C).

Indicaciones de alteración de los reactivos:

Presencia de turbidez o de partículas. Blanco del reactivo de trabajo ≥ 0,800.

MATERIAL NECESARIO NO SUMISTRADO

Material común de laboratorio.

Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostatizado a 37°C. Cubeta de 1cm de paso de luz.

MUESTRA

Suero, plasma con heparina o EDTA.

La colinesterasa en suero permanece estable 7 días a 2-8°C.

PRECAUCIONES

Las indicaciones de seguridad se encuentran en la etiqueta de los productos. Manipular con precaución.

Se aconseja consultar la ficha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo. La eliminación de residuos debe hacerse según la normativa local vigente.

CONTROL DE CALIDAD

Es recomendable la inclusión de sueros control, Seriscann Normal (Ref. 99 41 48) y Seriscann Anormal (Ref. 99 46 85) en cada proceso de medida para verificar los resultados.

Se aconseja que cada laboratorio establezca su propio programa de control de calidad y los procedimientos de corrección de las desviaciones detectadas.

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos están disponibles bajo demanda.

PROCEDIMIENTO

Llevar el reactivo de trabajo y el instrumento a 25°, 30°, 37° C.

	1. -Temperatura 25°C - 30°C.	
	Macro mL	Semimicro mL
Reactivo A	3,00	1,50
Muestra	0,02	0,01
Reactivo B	0,10	0,05

Mezclar, transferir a la cubeta de lectura.

Leer la Abs inicial, y volver a leer exactamente a los 30, 60 y 90 segundos.

	2. -Temperatura 37°C.	
	Macro mL	Semimicro mL
Reactivo A	3,00	1,50
Muestra (dil 1/2 con salina)	0,02	0,01
Reactivo B	0,10	0,05

Mezclar, transferir a la cubeta de lectura.

Leer la Abs inicial, y volver a leer exactamente a los 30, 60 y 90 segundos.

Lectura

Longitud de onda: 405 nm.

Blanco: medida frente a aire.

Cubeta: Termostatizada, 1 cm paso de luz.

CÁLCULOS

Determinar la ΔAbs/30 seg. obtenida en cada lectura y hallar el valor medio.

$$\text{U/L (25°/30° C)} = 23460 \times \Delta\text{Abs } 405 \text{ nm}/30 \text{ seg.}$$

$$\text{U/L (37° C)} = 46920 \times \Delta\text{Abs } 405 \text{ nm}/30 \text{ seg.}$$

VALORES DE REFERENCIA

1.- Niños, hombres de cualquier edad y mujeres a partir de 40 años.

25°C	30°C	37°C
3500-8500 U/L	4300-10500 U/L	5400-13200 U/L

2.- Mujeres 18 -39 años, no embarazadas y que no tomen anticonceptivos orales.

25°C	30°C	37°C
2800-7400 U/L	3500-9200 U/L	4300-11500 U/L

3.- Mujeres 18-41 años, embarazadas o que tomen anticonceptivos orales.

25° C	30° C	37° C
2400-6000 U/L	3000-7000 U/L	3700 - 9300 U/L

Los valores indicados son a título orientativo. Se recomienda que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

PRESTACIONES. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las características de funcionamiento del producto dependen tanto del reactivo como del sistema de lectura manual o automático empleados.

Los siguientes datos se han obtenido de forma manual:

Sensibilidad, como límite de detección: 25 U/L

Linealidad: Hasta 22500 U/L. Con actividades superiores diluir la muestra 1/5, (0,1 mL muestra + 0,4 mL NaCl 0,9%) y repetir la determinación. Multiplicar el resultado final por 5.

Exactitud, como % de recuperación: 98,1%

Precisión en la serie como Coeficiente de Variación: 2,19 %

Precisión entre series como Coeficiente de Variación: 2,61%

Veracidad: Los resultados obtenidos con el reactivo no presentan diferencias significativas al compararlo con el reactivo considerado de referencia.

Los datos detallados del estudio de las prestaciones del reactivo están disponibles bajo demanda.

INTERFERENCIAS

No se conocen interferencias relevantes.

BIBLIOGRAFÍA

Kendel, M., Bottger, R., (1967). Klin. Wschr., 45, 325-327.

Den Blawen, D.H., Poppe, W.A., Trischler, W., (1983). J.Clin. Chem. Biochem., 21, 381-386.

ANEXO 3. Tabla de datos y resultados de los ensayos de colinesterasa sérica en los trabajadores agrícolas expuestos a productos organofosforados.

CODIGO	RESULTADO	FECHA	EDAD	SEXO	PREGUNTA 1	OBSERVACION	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	OBSERVACION 7	
COL01	9495.51	44858	31	MASCULINO	E	*	F	F	A,B	F	C	C	3 AÑOS	
COL02	10916.13	44859	67	MASCULINO	F	DIABETES	F	A,D	E	A	C	E	15 AÑOS	
COL03	10311.96	44859	44	FEMENINO	E	*	A	C	B	D	C	E	13 AÑOS	
COL04	9596.26	44859	52	FEMENINO	E	*	C	C	B	D	C	E	20 AÑOS	
COL05	5433.86	44859	48	MASCULINO	E	*	F	C	F	D	D	E	12 AÑOS	
COL06	7399.13	44859	29	MASCULINO	E	*	F	F	A	F	D	D	5 AÑOS	
COL07	7269.78	44862	79	MASCULINO	E	*	C	C	E	E	B	E	10 AÑOS	
COL08	8572.05	44864	23	MASCULINO	E	*	C	C	D,E	E	D	D	5 AÑOS	
COL09	8605.46	44865	20	FEMENINO	A	*	A,D	G	G	F	D	C	3 AÑOS	
COL10	6643.78	44865	25	FEMENINO	E	*	C	G	G	F	D	C	4 AÑOS	
COL11	7521.79	44865	48	MASCULINO	E	*	C	F	G	F	D	E	10 AÑOS	
COL12	7456.19	44865	43	FEMENINO	E	*	A,C	B,C	G	D	C	E	13 AÑOS	
COL13	9566.34	44869	39	MASCULINO	E	*	F	G	D	E	C	C	4 AÑOS	
COL14	8996.58	44869	61	MASCULINO	E	*	B,C	G	E	E	D	E	14 AÑOS	
COL15	7783.19	44869	51	MASCULINO	E	*	C	G	D	E	C	E	10 AÑOS	
COL16	5492.05	44869	51	MASCULINO	E	*	C	G	D,E	E	C	E	12 AÑOS	
COL17	11332.77	44869	71	MASCULINO	E	*	F	G	D	E	C	E	16 AÑOS	
COL18	11700.23	44869	51	MASCULINO	E	*	F	C	D,E	E	C	E	10 AÑOS	
COL19	7998.37	44869	69	MASCULINO	E	*	F	G	D,E	E	C	E	18 AÑOS	
COL20	8238.15	44869	34	MASCULINO	E	*	F	G	D	E	C	C	2 AÑOS	
COL21	10363.32	44869	30	MASCULINO	E	*	C	G	D,E	E	C	C	3 AÑOS	
COL22	10395.39	44869	24	MASCULINO	E	*	F	C	D	E	C	A	3 MESES	
COL23	5110.47	44871	36	FEMENINO	E	*	D,C	C	G	D	C	D	8 AÑOS	
COL24	9002.77	44871	44	MASCULINO	E	*	F	D,C	D	C	C	D	10 AÑOS	
COL25	9594.43	44871	47	FEMENINO	E	*	F	B,C	F	D	C	D	9 AÑOS	
COL26	6649.95	44871	40	FEMENINO	E	*	C	B,C,E	C	F	C	E	13 AÑOS	
COL27	6228.8	44880	39	FEMENINO	E	*	C	C	C	D	C	D	6 AÑOS	
COL28	6327.87	44880	50	FEMENINO	E	*	F	G	D	D	D	C	4 AÑOS	
COL29	8842.64	44885	35	FEMENINO	E	*	F	B,C	C	A,D	C	C	2 AÑOS	
COL30	6175.04	44885	49	FEMENINO	E	*	F	C	D	E	C	B	1 AÑO	
COL31	7389.49	44885	25	FEMENINO	E	*	F	C	D	E	C	A	4 MESES	
COL32	9766.37	44887	42	MASCULINO	E	*	C	G	E	E	B	C	2 AÑOS	
COL33	9783.58	44887	59	MASCULINO	E	*	F	F	B,C	F	C	C	3 AÑOS	
COL34	8488.46	44887	21	MASCULINO	E	*	F	C	F	F	D	C	2 AÑOS	
COL35	7635.87	44887	57	FEMENINO	E	*	F	B,C	D	F	C	E	15 AÑOS	
COL36	9141.86	44887	48	FEMENINO	E	*	A,C	B,C	D	C,D	C	D	8 AÑOS	
COL37	9993.05	44887	56	FEMENINO	E	*	F	B,C	D	D	C	D	14 AÑOS	
COL38	9169.56	44887	54	MASCULINO	E	*	F	C	D,E	F	C	F	30 Años	
COL39	7679.21	44891	24	FEMENINO	A	HEPATITIS A	A,B	F	C	C,D	F	C	A	2 MESES
COL40	13538.76	44891	23	MASCULINO	E	*	F	C	D	D	C	A	4 MESES	
COL41	10197.81	44891	19	MASCULINO	E	*	F	C	D	F	C	A	4 MESES	
COL42	7690.01	44908	38	FEMENINO	E	*	F	C	D	D	C	C	5 AÑOS	
COL43	10253.68	44908	38	FEMENINO	E	*	F	C	A,D	F	C	D	15 AÑOS	
COL44	12648.91	44908	33	MASCULINO	E	*	F	F	B,C,D	F	C	D	10 AÑOS	
COL45	7499.87	44885	25	FEMENINO	E	*	B,C	G	B,D,E	A,D	D	C	2 AÑOS	
COL46	8069.2	44915	38	MASCULINO	E	*	B,C	G	F	F	D	C	2 AÑOS	
COL47	8262.79	44915	22	MASCULINO	E	*	C	A,C	A	E	C	B	7 MESES	
COL48	9172.23	44915	36	MASCULINO	E	*	F	B,C,D	D	F	C	C	1 AÑO	
COL49	11811.97	44915	31	MASCULINO	E	*	C	B,C,E	A,B,D	F	C	C	2 AÑOS	
COL50	9344.62	44915	18	MASCULINO	E	*	F	B	D	F	C	B	7 MESES	
COL51	8341.11	44915	47	FEMENINO	E	*	F	C	D	E	C	A	5 MESES	
COL52	12863.02	44915	37	MASCULINO	E	*	F	B,C	D	F	C	A	3 MESES	
COL53	10565.37	44915	36	MASCULINO	E	*	F	B,C	F	F	C	C	1 AÑO	
COL54	10530.13	44915	24	MASCULINO	E	*	F	B,C	C,D	E	C	C	3 AÑOS	
COL55	8990.89	44915	32	MASCULINO	E	*	C	C	C,D	F	C	B	1 AÑO	
COL56	10721.54	44915	27	MASCULINO	E	*	F	B,C	A,D	F	E	C	5 AÑOS	
COL57	9344.47	44915	18	MASCULINO	E	*	B	B,C	F	E	D	A	5 MESES	
COL58	9083.47	44915	26	MASCULINO	E	*	C	B,C	G	F	D	C	4 AÑOS	
COL59	4698.86	44915	22	FEMENINO	E	*	A,B,C	C	D	A,C,D	D	B	7 MESES	
COL60	9279.07	44915	26	FEMENINO	E	*	A	G	A,B,D	F	D	D	8 AÑOS	
COL61	8915.88	44915	55	MASCULINO	E	*	F	B,C,E	G	C	D	C	3 AÑOS	
COL62	9646.72	44915	42	MASCULINO	E	*	C	C	D	F	C	D	7 AÑOS	
COL63	12686.41	44915	27	MASCULINO	E	*	F	G	F	C	C	B	6 MESES	
COL64	7008.45	44923	31	MASCULINO	E	*	C	F	A,B,D	F	D	E	12 AÑOS	
COL65	7118.16	44923	44	MASCULINO	E	*	F	B,C	D	F	D	C	4 AÑOS	
COL66	5610.54	44923	28	MASCULINO	E	*	B	F	B,C,D	F	D	E	15 AÑOS	
COL67	8320.19	44923	35	MASCULINO	E	*	F	F	G	F	D	E	20 AÑOS	
COL68	8679.86	44923	23	MASCULINO	E	*	F	C	G	F	C	C	2 AÑOS	
COL69	8644.42	44923	27	MASCULINO	E	*	F	B,C	G	F	D	B	1 AÑO	
COL70	9805.18	44923	43	MASCULINO	E	*	F	B,C	G	F	C	F	22 AÑOS	
COL71	8225.97	44923	36	FEMENINO	E	*	F	C,E	G	F	C	B	1 AÑO	
COL72	8168.96	44923	29	MASCULINO	E	*	F	F	G	F	D	D	8 AÑOS	
COL73	9045.23	44923	29	MASCULINO	E	*	F	B	F	F	D	C	1 AÑO	
COL74	7018.03	44923	27	FEMENINO	E	*	F	G	G	F	C	A	6 MESES	
COL75	10176.2	44923	37	MASCULINO	E	*	C	F	G	F	C	C	4 AÑOS	
COL76	8094.52	44923	36	FEMENINO	E	*	F	C	G	F	C	C	2 AÑOS	
COL77	9314.25	44565	29	MASCULINO	E	*	B	A,B,C	D	F	C	A	3 MESES	
COL78	9153.51	44565	32	FEMENINO	E	*	F	C	D	F	C	B	1 AÑO	
COL79	6083.01	44565	19	FEMENINO	E	*	F	C	E	F	C	A	6 MESES	
COL80	6509.71	44565	58	FEMENINO	E	*	F	C	E	F	C	B	1 AÑO	

ANEXO 4. Cálculos de la prueba de hipótesis específica 1

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

HIPÓTESIS

H₀: No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas varones y mujeres

H₁: Existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas varones y mujeres

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN: 5 %

ESTADÍSTICO DE PRUEBA: t de Student para diferencia de dos medias

DATOS:

CÁLCULOS:

Sexo	Número de trabajadores	Media aritmética	Desviación estándar.
Masculino	51	9273,94	1780,99
Femenino	29	7801,02	1513,56

Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig	t	gl	Sig(bilateral)	Diferencia de medias	de
Varianzas iguales	0,128	0,721	3,748	78	0,000	1472,92	
Varianzas no iguales			3,920	66,4	0,000	1472,92	

ANEXO 5. Cálculos de la prueba de hipótesis específica 2

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

HIPÓTESIS

H₀: No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su grupo de edad

H₁: Existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su grupo de edad

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN: 5 %

ESTADÍSTICO DE PRUEBA: F de Fisher para Análisis de varianza de una vía

DATOS:

CÁLCULOS: Aplicando el Software estadístico SPSS - 27

Antes de realizar el Análisis de varianza, se debe probar si los niveles de colinesterasa de los 4 grupos de edad están distribuidos de acuerdo a una normal. Para ello se realiza la Prueba de Normalidad según Kolmogorov, para los grupos con más de 30 trabajadores y Shapiro-Wilk, para los grupos de edad con menos de 30 trabajadores

Pruebas de normalidad

	EdadCo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resultado examen	del18 a 25	0,128	17	0,200*	,964	17	0,713
	26 a 40	0,108	34	0,200*	,972	34	0,511
	41 a 60	0,158	24	0,126	,949	24	0,258
	61 a 80	0,218	5	0,200*	,916	5	0,506

Resultado de la Prueba.- El grupo de 26 a 40 años tiene 34 trabajadores y según el estadístico de Kolmogorov su p valor es 0.200 y por tener un $p > 0.05$ los niveles de colinesterasa siguen una normal, lo que no ocurre con los otros 3 grupos de edad, que por tener menos de 30 datos se utiliza Shapiro-Wilk y se obtiene los p valores de 0.713, 0.258 y 0.506 todos con $p > 0.05$ por ello estadísticamente se afirma que estos 3 grupos de edad 18 a 25, 41 a 60 y 61 a 60 también siguen una distribución normal.

Al haberse probado que los niveles de colinesterasa de los 4 grupos de edad están distribuidos según una normal se puede aplicar la Prueba F de Fisher para el análisis de varianza de una vía y ver si existe o no diferencia significativa entre los promedios de colinesterasa.

EDAD	N	Media	Desv. Est.	Intervalo al 95% de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite Superior
18 a 25	17	8585,53	2000,56	7556,93	9614,12
26 a 40	34	8956,18	1881,84	8299,57	9612,79
41 a 60	24	8425,94	1659,66	7725,13	9126,75
61 a 80	5	9302,72	1778,48	7094,44	11511,01
Total	80	8740,00	1824,06	8334,08	9145,93

El ANOVA o Análisis de varianza basado en el estadístico F de Fisher, aplicando el SPSS 27 para ver si existe diferencia significativa entre los promedios 8585.53, 8956.18, 8425.94 y 9302.72, es el siguiente:

ANOVA (Niveles de colinesterasa)

Fuentes de variación	de Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5945111,473	3	1981703,824	0,586	0,626
Dentro de grupos	256905637,83	76	3380337,340		
Total	262850749,30	79			

DISCUSIÓN. - El estadístico F calculado es 0.586 para un p valor de 0.626 y por ser $p > 0.05$ se cumple la hipótesis nula.

CONCLUSIÓN. - Con un nivel del 5% los datos muestran evidencia de que no existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su grupo de edad.

ANEXO 6. Cálculos de la prueba de hipótesis específica 3

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

HIPÓTESIS

H₀: No existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su tiempo laboral

H₁: Existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su tiempo laboral

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN: 5 %

ESTADÍSTICO DE PRUEBA: F de Fisher para Análisis de varianza de una vía

DATOS:

CÁLCULOS: Aplicando el Software estadístico SPSS - 27

Antes de realizar el Análisis de varianza, se debe probar si los niveles séricos de colinesterasa de los 5 grupos de tiempo laboral, están distribuidos de acuerdo a una normal. Para ello se realiza la Prueba de Normalidad según Kolmogorov, para los grupos con más de 30 trabajadores y Shapiro-Wilk, para los grupos de tiempo laboral con 30 o menos de 30 trabajadores

Pruebas de normalidad

Grupo por el tiempo laboral	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resultado del Meno de 1 año	0,135	15	0,200*	0,964	15	0,766
examen						
De 1 a menos de 5 años	0,105	30	0,200*	0,972	30	0,593
De 5 a menos de 10 años	0,146	11	0,200*	0,960	11	0,769
De 10 a menos de 15 años	0,179	14	0,200*	0,945	14	0,492
De 15 a 30 años	0,125	10	0,200*	0,961	10	0,794

Resultado de la Prueba de normalidad. - Como los 5 grupos tienen 30 o menos de 30 trabajadores, se debe tomar al estadístico Shapiro-Wilk para la Prueba y se puede observar que todos los niveles de significación tienen un p valor > 0.05 (0.766, 0.593, 0.769, 0.492 y 0.794) por lo que se puede afirmar que los niveles séricos de colinesterasa siguen una distribución normal en los 5 grupos de trabajadores de acuerdo a su tiempo laboral.

Al haberse probado que los niveles séricos de colinesterasa de los 5 grupos de tiempo laboral están distribuidos según una normal se puede aplicar la Prueba F de Fisher para

el análisis de varianza de una vía y ver si existe o no diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa.

Tiempo laboral	N	Media	. Desv. Est.	Intervalo al 95% de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Menos de 1 año	15	9143,81	2518,12	7749,32	10538,30
De 1 a menos de 5 años	30	8752,77	1340,95	8252,04	9253,49
De 5 a menos de 10	11	8323,00	1635,61	7224,18	9421,82
De 10 a menos de 15	14	8376,34	2173,66	7121,30	9631,37
De 15 a 30 años	10	9063,85	1715,66	7836,54	10291,16
Total	80	8740,00	1824,06	8334,08	9145,93

El ANOVA o Análisis de varianza basado en el estadístico F de Fisher, aplicando el SPSS 27 para ver si existe diferencia significativa entre los promedios 9143.81, 8752.77, 8323.00, 8376.34 y 9063.85 es el siguiente:

ANOVA (Niveles séricos de colinesterasa)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7263941,37	4	1815985,34	0,533	0,712
Dentro de grupos	255586807,93	75	3407824,10		
Total	262850749,30	79			

DISCUSIÓN. - El estadístico F calculado es 0.533 para un p valor de 0.712 y por ser $p > 0.05$ se cumple la hipótesis nula.

CONCLUSIÓN. - Con un nivel del 5% los datos muestran evidencia de que no existe diferencia significativa entre los promedios de los niveles séricos de colinesterasa de los trabajadores agrícolas según su tiempo laboral.