

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA CON  
ESPECIALIDAD EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA  
PATOLÓGICA.**



**NIVELES DE COLINESTERASA SÉRICA EN  
AGRICULTORES DE UNA ASOCIACIÓN DE  
ARROCEROS DE JAÉN EXPUESTOS A PLAGUICIDAS  
ORGANOFOSFORADOS, 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO EN LABORATORIO  
CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA.**

**Autores : Bach. Nixon Heredia Castillo.  
Bach. José Cinecio Zurita García.**

**Asesor : Dra. Luz Azucena Torres García.**

**JAÉN -PERÚ, JULIO, 2019.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA CON  
ESPECIALIDAD EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA  
PATOLÓGICA.**



**NIVELES DE COLINESTERASA SÉRICA EN  
AGRICULTORES DE UNA ASOCIACIÓN DE  
ARROCEROS DE JAÉN EXPUESTOS A PLAGUICIDAS  
ORGANOFOSFORADOS, 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO EN LABORATORIO  
CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA.**

**Autores : Bach. Nixon Heredia Castillo.  
Bach. José Cinecio Zurita García.**  
**Asesor : Dra. Luz Azucena Torres García.**

**JAÉN -PERÚ, JULIO, 2019.**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día miércoles 10 de Julio del año 2019, siendo las 10:20 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula.

Secretario: Mg. Wagner Colmenares Mayanga

Vocal: Mg. Adán Díaz Ruiz, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "NIVELES DE COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES DE UNA ASOCIACIÓN DE ARROCEROS DE JAÉN EXPUESTOS A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS, 2019", presentado por los Bachilleres Heredia Castillo Nixon y Zurita García José Cinecio, de la Carrera Profesional de **Tecnología Médica con especialidad en Laboratorio Clínico.**


Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:


- (  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría


Con la siguiente mención:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )           |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( <u>17</u> ) |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( )           |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )           |

Siendo las 11:30 p.m. horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula.  
Presidente Jurado Evaluador

  
Mg. Wagner Colmenares Mayanga  
Secretario Jurado Evaluador

  
Mg. Adán Díaz Ruiz  
Vocal Jurado Evaluador

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT .....	ii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1 DISEÑO DE ESTUDIO.....	5
3.2 LUGAR DE ESTUDIO .....	5
3.3 POBLACIÓN .....	5
3.4 MUESTRA .....	6
3.5 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	6
3.5.1 Socialización del trabajo de investigación. ....	6
3.5.2 Toma de muestra sanguínea. ....	6
4.5.3 Aplicación de encuesta.....	7
IV. RESULTADOS.....	8
V. DISCUSIÓN .....	14
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:.....	16
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
DEDICATORIA.....	21
AGRADECIMIENTO.....	22
ANEXOS.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la población y su asociación con el nivel bajo de la colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	9
Tabla 2. Frecuencia del uso de protección personal durante la actividad de fumigación, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	10
Tabla 3. Frecuencia sobre higiene personal y lavado de manos después de la actividad de fumigación, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	10
Tabla 4. Tiempo de exposición, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	11
Tabla 5. Características de la población de agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	11
Tabla 6. Características de los agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019; que realizan la actividad de fumigación.....	12
Tabla 7. Características de almacenamiento de los plaguicidas por parte de los agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados.....	12
Tabla 8. Características del almacenamiento de plaguicidas asociadas al nivel bajo de colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Frecuencia relativa de los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.....	8
Figura 2.	Función de la acetilcolinesterasa en una transmisión nerviosa. ....	29
Figura 3.	Socialización a los trabajadores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios sub sector hidráulico - Jaén”. ....	30
Figura 4.	Toma de muestra sanguínea por personal capacitado. ....	30
Figura 5.	Procesamiento de muestras sanguíneas por investigadores. ....	31
Figura 6.	Personal de investigación en el área de trabajo.....	31

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con el propósito de determinar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores que pertenecen a la Asociación de Arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico” de la provincia de Jaén, expuestos a plaguicidas organofosforados 2019. El estudio fue de tipo descriptivo de corte transversal; teniendo una población de 280 agricultores, de los cuales empleando los criterios de exclusión se llegó a evaluar una muestra de 162 agricultores, conformada por 124 (76.5 %) personas del sexo masculino y 38 (23.5 %) personas del sexo femenino. Para la determinación de colinesterasa sérica se empleó el método Ellman modificado (Técnica estandarizada por Wiener Lab). Se determinó que un 13.0 % de los agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados presentaron niveles por debajo de los valores normales de colinesterasa sérica, (7.9 %) en mujeres y (14.5 %) en varones. El 16.4 % de trabajadores que se dedican a la actividad de fumigación presentaron niveles de colinesterasa bajo y el 22.7 % manifestó no usar medidas de protección personal, de los cuales 7 de ellos mostró niveles bajos de colinesterasa sérica, representando el 33.3 % de este grupo. En cuanto al tiempo de exposición de los agricultores a plaguicidas, se observó que el 89.5 % se han expuesto por tres años a más, de los cuales 20 de ellos presenta niveles bajos de colinesterasa sérica, representado el 95.2 % de este grupo. Según este estudio se concluyó que el tiempo de exposición a plaguicidas y la actividad de fumigación tienen una relación muy representativa con los niveles de colinesterasa baja.

Palabras claves: Acetilcolina, hepatopatías, colinesterasa sérica, carbamatos y organofosforados.

## **ABSTRACT**

This research work was carried out with the purpose of determining the levels of serum cholinesterase in farmers belonging to the Association of Rice Growers "Commission of Users of the Hydraulic Sub-Sector" of the Province of Jaén, exposed to organophosphorus pesticides 2019. The study was of descriptive type of cross section; the universe of the research consisted of 280 farmers, which using the exclusion criteria was evaluated a sample of 162 farmers, consisting of 124 (76.5 %) male and 38 (23.5 %) female. For the determination of cholinesterase serica the modified Ellman method was used (technique standardized by Wiener Lab), with the consent of the workers. It was determined that 13.0 % of farmers exposed to organophosphorus pesticides had levels below the normal values of serum cholinesterase, (7.9 %) in women and (14.5 %) in men. 16.4 % of workers engaged in the fumigation activity had low cholinesterase levels and 22.7% stated not to use personal protection measures, of which 7 of them showed low levels of serum cholinesterase, representing 33.3% of this group. Regarding the time of exposure of farmers to pesticides, it was observed that 89.5 % have been exposed for three years to more, of which 20 of them have low levels of serum cholinesterase, represented 95, 2 % of this group. According to this study, it was concluded that the time of exposure to pesticides and the fumigation activity have a very representative relationship with low cholinesterase levels.

**Key Words:** Acetylcholine, hepatopathies, serum cholinesterase, carbamates and organophosphorates.



## I. INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son sustancias químicas empleados para combatir plagas y beneficiar las actividades de los agricultores en el campo, facilitando el desarrollo de la producción agrícola. Se estima que del 30 % al 45 % de las cosechas a nivel mundial se salvan por el uso de estos productos (1,2). Sin embargo, algunos de estos productos pueden ocasionar daños a la salud de los agricultores, sobre todo en aquellos trabajadores que hacen un mal uso del producto químico, no siguen las indicaciones de las etiquetas, incorrecta manipulación, y falta del equipo de protección, todos estos factores pueden ocasionar serios problemas de salud, produciendo intoxicaciones, disminución de la fertilidad, abortos espontáneos, cáncer, daños al sistema nervioso y sistema inmunológico (1).

Los compuestos organofosforados son los responsables de gran parte de las intoxicaciones por plaguicidas que tiene lugar en poblaciones laboralmente expuesta, debido a su gran liposolubilidad, lo que facilita su ingreso por la piel; y por inhalación durante su manejo. Su principal mecanismo de acción toxicológica es su poder de inhibición irreversible de la colinesterasa, enzima humana que cataliza la hidrólisis de ésteres de la neurotransmisora colina, por lo que la determinación de la actividad de esta enzima es un indicador de la exposición a estos compuestos (3).

La colinesterasa es un grupo de esterasas de serina capaces de hidrolizar ésteres de colina, tales como la acetilcolina. Las enzimas pueden tener diferentes funciones ya que aparecen desde etapas muy tempranas del desarrollo embrionario (4,5). Las colinesterasas se clasifican dependiendo de sus características bioquímicas y fisiológicas en dos grupos principales: colinesterasa verdadera la cual es marcadora del sistema colinérgico, se encuentra unida a las membranas de las neuronas en las sinapsis ganglionares de la estructura neuromuscular del organismo y en los eritrocitos, estas hidrolizan a la acetilcolina mucho más rápido que a otros ésteres de colina y colinesterasa sérica: está presente en casi todos los tejidos principalmente en el hígado y plasma estando en baja concentración en el sistema nervioso central y periférico. (4,5).

Los inhibidores de la colinesterasa se pueden absorber por vía digestiva (su efecto se presenta usualmente a los 30 – 90 min), dérmica llegando a ser sintomática hasta después de 18 horas, inhalatoria (la vía más rápida en cuestión de segundos a minutos), conjuntival (ha llegado a producir intoxicación sistémica), vaginal, rectal, parenteral (6). Los organofosforados y carbamatos causan una inhibición de la acetilcolinesterasa por fosforilación, lo que conduce a una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en los receptores, ya que el enzima es incapaz de degradar la acetilcolina, y a la consiguiente hiperestimulación y posterior interrupción de la transmisión nerviosa, a nivel de la unión neuro efectora, del sistema músculo esquelético, SNC y autónomo. Que puede llevar, en casos graves, a la insuficiencia respiratoria y a la muerte (7).

Según Zambonino Tobar M, en su investigación determinó que el 48 % de trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la parroquia de San Luis-Ecuador presentaron valores bajos de colinesterasa sérica, el 32 % fueron hombres y el 16 % mujeres, en un rango de 30-49 años y el 2 % trabajadores hombres presentan valores altos, en un rango de 50-59 años. (4).

Escriu Font C, en su investigación determinó que el 2.9 % de trabajadores que laboran en expendios de productos agroquímicos de las ciudad de Coatepeque y Quetzaltenango - Guatemala; el 97.1 % presentaron valores de normales de acetilcolinesterasa eritrocitaria (8).

Pizarro S, estudió a 63 agricultores del barrio “El Alumbre” de la ciudad de Loja – Ecuador los cuales 10 trabajadores presentaron niveles de colinesterasa disminuidos y 53 dentro de sus valores normales (9).

Varona M, Henao G, Lancheros A, et al, en su estudio realizaron una encuesta para recolectar información sobre el tiempo de exposición y la categoría toxicológica de los plaguicidas usados en cuatro municipios de Putumayo - Colombia; se estudió a 204 trabajadores para medir niveles de la enzima acetilcolinesterasa, determinando que en 17,6 % de trabajadores presentaron inhibición de esta enzima (10).

Montoro Y, Moreno R, Gomero L, Reyes M, en su estudio realizado en la provincia de Chupaca y Concepción en los andes centrales del Perú; determinaron que el comercio de los plaguicidas se ubica, cerca de restaurantes y tiendas de abarrotes, además los plaguicidas

más vendidos pertenecen a las categorías extremadamente y altamente peligrosos, tales como Tamaron® y Furadan®, representando un peligro para la salud de los agricultores (11).

Milla Cotos O, Palomino Horna W, evaluaron la actividad de la colinesterasa sérica en 134 muestras biológicas (109 muestras de agricultores que trabajan con plaguicidas inhibidores de la colinesterasa y 25 de un grupo de control procedentes de la localidad de Carapongo, distrito de Lurigancho – Chosica, Lima – Perú. El 55,05 % de los agricultores que trabajan con los pesticidas presentaron valores por debajo de los niveles normales de actividad de la colinesterasa sérica (58,89 % de los varones y el 36,84 % de las mujeres). El grupo de agricultores cuyos tiempos de trabajo es superior a los 40 años era el que tenía el nivel promedio de actividad de colinesterasa sérica más bajo (1596,99 mU/mL) (12).

Considerando lo expuesto como un problema ocupacional que enfrenta la comunidad agrícola de la provincia de Jaén; esta investigación tiene como objetivo principal determinar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados; un biomarcador importante, donde se evidenció el efecto biológico causado en los trabajadores expuestos a estos productos agroquímicos. Esta investigación tiene como finalidad minimizar los daños de intoxicación y enfermedades laborales y establecer una línea de base para futuras investigaciones, ya que en el ámbito local y regional no se han realizado trabajos similares.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general:**

Determinar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Medir el nivel de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.
- Determinar el cumplimiento de las normas de protección personal por los agricultores de una asociación de arroceros de Jaén, 2019.
- Conocer el tiempo de exposición a plaguicidas en los agricultores de una asociación de arroceros de Jaén, 2019.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Diseño de estudio

Este trabajo de investigación tiene un diseño no experimental, de tipo descriptivo, analítico y transversal.

#### 3.2 Lugar de estudio

Este trabajo de investigación se realizó en la Asociación de Arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén” que se encuentra a 729 msnm con una superficie de 537.25 km<sup>2</sup>. Está ubicada en la zona Nor-Oriental de Cajamarca. Se encuentra:

- Por el Norte: con la Provincia de San Ignacio.
- Por el Este: con las provincias de Bagua y Utcubamba (Región Amazonas) (27).

#### 3.3 Población

La población estuvo conformada por 280 trabajadores registrados en la Asociación de arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”.

- **Criterios de inclusión:** Trabajadores de ambos sexos mayores de 18 años de la Asociación de Arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”
- **Criterios de exclusión:** Menores de edad, mujeres en gestación y trabajadores que no pertenecen a la Asociación de Arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”

### 3.4 Muestra

Para determinar la muestra, se utilizó la fórmula para poblaciones de tamaño conocido y pequeño.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde, n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Z = valor determinado por el nivel de confianza adoptado.

e = error muestral

p = proporción de elementos que presentan una determinada característica a ser investigada.

q = proporción de elementos que no presentan una determinada característica a ser investigada, p + q = 1.

Considerando,

N = 280,

e = 5%,

Z = 1.96

p = 50%,

Tenemos que n = 162

### 3.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

#### 3.5.1 Socialización del trabajo de investigación.

Previo a la toma de muestras se informó el trabajo de investigación a los agricultores de la Asociación de Arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”, donde se les explicó el proceso y la importancia del trabajo para que posteriormente den su consentimiento de participación en la investigación con su firma en el formato respectivo (Anexo 03).

#### 3.5.2 Toma de muestra sanguínea.

Se utilizó tubos vacutainer, con agujas N° 21 o N° 20, dependiendo la visibilidad de la vena de los pacientes, obteniéndose aproximadamente 3 ml de sangre en tubos debidamente identificados, para su posterior transporte al laboratorio

clínico “CADILAB” para el análisis respectivo, con la obtención del suero sanguíneo mediante centrifugación, para luego proceder con el análisis por triplicado de la colinesterasa sérica, mediante el método de Ellman Modificado (técnica estandarizada por Wiener Lab) (Anexo 1). Asimismo, se extrajeron cinco muestras sanguíneas a personas que no estén en contacto con insecticidas organofosforados para que sirvan como muestra testigo.

#### **4.5.3 Aplicación de encuesta**

Se aplicó un cuestionario de 12 preguntas abiertas y cerradas, considerando las condiciones generales, almacenamiento, medidas de protección y tiempo de exposición a plaguicidas, esta técnica de recolección de datos nos permitió una mejor interpretación de los resultados que se obtuvieron sobre los niveles de colinesterasa sérica. Se utilizó un cuestionario tomado de: (Paulina Chanco Macha, Cleide Corillocla Inga & Evi Vega Rivera) (15) y adaptado por los investigadores. (Anexo 2).

#### IV. RESULTADOS

Se realizó un estudio en 162 agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019. La muestra de estudio tuvo una frecuencia del nivel bajo de la colinesterasa sérica (< 5500 U/l) de 13,0 % (21/162), con un IC95% de 7,8 a 18,2 %. Por otra parte, el 87,0% presentaron valores normales (5500 – 13200 U/l) (Figura 1).

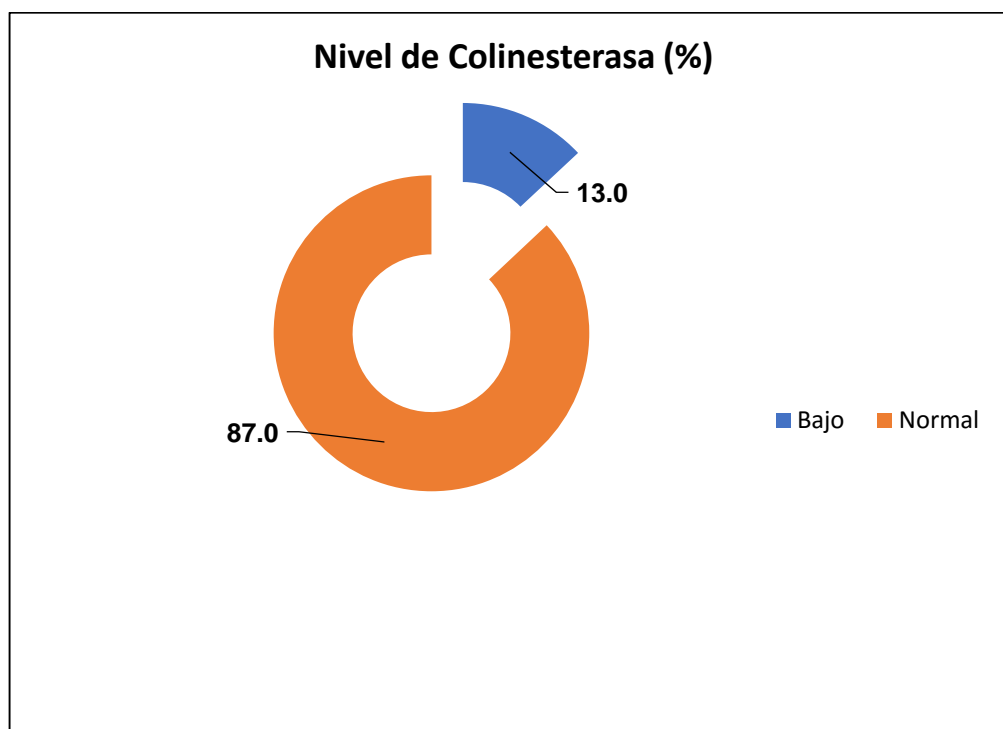


Figura 1. Frecuencia relativa de los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.



## Asociación de las características de los agricultores con los niveles bajos de la colinesterasa sérica.

El análisis bivariado entre las características de la población y el nivel bajo de colinesterasa, mostró que la actividad de fumigar estuvo asociado a la mayor frecuencia del nivel bajo de colinesterasa sérica ( $p=0,019$ ), (tabla 1).

Tabla 1. Características de la población y su asociación con el nivel bajo de la colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Variable	Nivel bajo colinesterasa/total (%)	Valor de p*	RP	IC95%
<b>Sexo</b>				
Femenino	3/38 (7,9)	0,410	1	Ref.
Masculino	18/124 (14,5)		1,84	0,59 - 5,67
<b>Nivel de instrucción**</b>				
Primaria	17/111 (15,3)	0,386	1,83	0,67 - 5,01
Secundaria	4/48 (8,3)		1	Ref.
Superior	0/3 (0,0)		Sd	Sd
<b>Tiempo de exposición (años)</b>				
Tres a más	20/145 (13,8)	0,477	2,35	0,38 -14,52
Menos de tres	1/17 (5,9)		1	Ref.
<b>Almacena plaguicidas</b>				
Sí	19/138 (13,8)	0,541	1,65	0,43 - 6,37
No	2/24 (8,3)		1	Ref.
<b>Actividad de fumigar</b>				
Sí	21/128 (16,4)	0,019	56,29	2,46 - (sd)
No	0/34 (0,0)		1	Ref.

(\*) Valor de p calculada mediante Prueba Exacta de Fisher, (\*\*) Valor de p calculada mediante Prueba de Chi cuadrado, (sd) Sin dato debido a imposibilidad de estimación estadística.

### Cumplimiento con las normas de protección personal

Tabla 2. Frecuencia del uso de protección personal durante la actividad de fumigación, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Usa equipo protección	Colinesterasa Nivel Bajo		Colinesterasa Nivel Normal		Total	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
A veces	12	(57,1)	76	(71,0)	88	(68,7)
Nunca	7	(33,3)	22	(20,6)	29	(22,7)
Siempre	2	(9,5)	9	(8,4)	11	(8,6)
Total	21	(100,0)	107	(100,0)	128	(100,0)

Tabla 3. Frecuencia sobre higiene personal y lavado de manos después de la actividad de fumigación, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Higiene personal y lavado de manos después de fumigación	Colinesterasa Nivel Bajo		Colinesterasa Nivel Normal		Total	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
A veces	10	(47,6)	49	(45,8)	59	(46,1)
Siempre	11	(52,4)	58	(54,2)	69	(53,9)
Total	21	(100,0)	107	(100,0)	128	(100,0)

### Tiempo de exposición a plaguicidas

Tabla 4. Tiempo de exposición, relacionado al nivel de colinesterasa sérica, en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Tiempo de exposición (años)	Colinesterasa Nivel Bajo		Colinesterasa Nivel Normal		Total	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
Tres a más	20	(95,2)	125	(88,6)	145	(89,5)
Menos de tres	1	(4,8)	16	(11,6)	17	(10,5)
Total	21	(100,0)	141	100,00	162	100,00

Tabla 5. Características de la población de agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Variable	N	(%)
<b>Sexo</b>		
Femenino	38	(23,5)
Masculino	124	(76,5)
<b>Nivel de instrucción</b>		
Primaria	111	(68,5)
Secundaria	48	(29,6)
Superior	3	(1,9)
<b>Tiempo de exposición (años)</b>		
Tres a más	145	(89,5)
Menos de tres	17	(10,5)
<b>Almacena plaguicidas</b>		
Sí	138	(85,2)
No	24	(14,8)
<b>Realiza actividad de fumigación</b>		
Sí	128	(79,0)
No	34	(21,0)

Tabla 6. Características de los agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019; que realizan la actividad de fumigación (N=128).

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>(%)</b>
<b>Reconoce usar organofosforados</b>		
Sí	16	(12,5)
No	112	(87,5)
<b>Usa equipo protección</b>		
A veces	88	(68,8)
Nunca	29	(22,5)
Siempre	11	(8,7)
<b>Ducha y lavado de manos después de fumigación</b>		
A veces	59	(46,1)
Siempre	69	(53,9)
<b>Equipo de fumigación que usa</b>		
Mochila	86	(67,2)
Motobomba	42	(32,8)
<b>Tiempo de jornada laboral (horas)</b>		
Más de cuatro	86	(67,2)
Cuatro a menos	42	(32,8)

Tabla 7. Características de almacenamiento de los plaguicidas por parte de los agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019 (N=138).

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>(%)</b>
<b>Ventilación del almacén</b>		
Sí	68	(49,3)
No	70	(50,7)
<b>Lugar de almacenamiento</b>		
Piso	109	(79,0)
Estante	29	(21,0)

Finalmente, el análisis bivariado no mostró ninguna asociación entre las características de almacenamiento de los plaguicidas con el nivel bajo de colinesterasa sérica (tabla 8).

Tabla 8. Características del almacenamiento de plaguicidas asociadas al nivel bajo de colinesterasa sérica en agricultores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del sub sector hidráulico - Jaén”, expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Variable	Nivel bajo colinesterasa/total (%)	Valor de p*	RP	IC95%
<b>Ventilación del almacén</b>				
Sí	11/68 (16,2)	0,466	1,41	0,61 - 3,29
No	8/70 (11,4)		1	Ref.
<b>Lugar de almacenamiento</b>				
Piso	17/109 (15,6)	0,363	2,26	0,59 - 8,53
Estante	2/29 (6,9)		1	Ref.

(\*) Valor de p calculada mediante Prueba Exacta de Fisher.

## V. DISCUSIÓN

Después del análisis de 162 muestras tomadas a trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén” durante el mes junio 2019 se observó lo siguiente: La edad promedio de la muestra estudiada fue de 62 años (intervalo intercuartílico de 51 a 68 años) quien predominó el sexo masculino con 76.5 % y 23.5 % en mujeres. Lo que demuestra que los varones se exponen con mayor frecuencia a plaguicidas organofosforados ya que se dedican en gran mayoría a las labores agrícolas. Este resultado concuerda con los valores obtenidos por Marrero S, Guevara H, Eblen Z, et al (13); quien también señaló que la exposición a plaguicidas organofosforados predominó en varones que en mujeres .

De acuerdo a los resultados obtenidos; los agricultores estudiados que presentaron niveles de colinesterasa por debajo de los niveles normales ( $< 5500$  U/l) representaron el 13,0 % con un IC95 % de 7.8 a 18.2 %. Los cuales el 14.5 % (18/124) fueron varones y 7,9 % (3/38) mujeres; Lo que indica que la exposición a plaguicidas organofosforados afecta considerablemente los niveles de colinesterasa sérica y en mayor proporción en varones debido a que este género está en constante exposición. Estos resultados son compatibles con el estudio de Milla O y Palomino W (12); quienes señalaron que los agricultores que trabajan con los pesticidas presentaron niveles de colinesterasa disminuidos con mayor porcentaje en varones.

El uso de medidas de protección personal en los trabajadores de la asociación de arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”; el 22.7 % (29/128) manifestó nunca usarlo, de los cuales 7 de ellos mostró niveles bajos de colinesterasa sérica, representando el 33.3% de este grupo; el 68.7 % (88/128) de trabajadores a veces usan equipo de protección, de los cuales 12 trabajadores que representa el 57.1 % presentaron niveles disminuidos de colinesterasa sérica y 8.6 % (11/128) afirmaron siempre usar equipos de protección personal, donde 2 trabajadores que representan 9.5 % presentaron niveles bajos de colinesterasa sérica. Según lo obtenido existe gran cantidad de trabajadores que se

exponen a plaguicidas organofosforados sin cumplir con las normas de protección personal lo cual se justifica que facilita la absorción de los organofosforados a través de vía dérmica (prendas de vestir, cuero cabelludo, etc.), inhalatoria, etc. Causando una inhibición de la enzima acetilcolinesterasa por fosforilación, lo que conduce a que la enzima es incapaz de degradar la acetilcolina. estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Toro B, Rojas A y Diaz J (14); donde determinaron que los agricultores que se exponen a plaguicidas organofosforados sin las medidas de protección presentaron valores bajos de colinesterasa sérica.

En cuanto al tiempo de exposición; el 89.5 % (145/162) se han expuesto por tres años a más, de los cuales 20 de ellos presenta niveles bajos de colinesterasa sérica, representado el 95.2% de este grupo. El 10.5 % (17/162) se han expuesto por menos de tres años, de los cuales 1 presentó niveles bajos de colinesterasa, que representa el 4.8 % de este grupo. En base a estos resultados manifestamos que a mayor tiempo de exposición en años que vienen empleando plaguicidas organofosforados se relacionan con los valores bajos de colinesterasa sérica ya que hay mayor frecuencia para la absorción de organofosforados y más aún si no se cumplen con las medidas de protección personal. Los resultados concuerda con el estudio de Toro B, Rojas A y Diaz J (14); donde obtuvieron que los niveles de colinesterasa sérica son bajos en agricultores que se exponen a mayor tiempo.

El 15.3 % de trabajadores con nivel de instrucción primaria presentaron niveles bajos de colinesterasa; 8.3 % en trabajadores secundarios y 0.0 % en trabajadores de nivel de instrucción superior. Lo cual demuestra que los niveles de instrucción de los trabajadores influyen con el nivel de colinesterasa sérica ya que la educación facilita en obtener nociones básicas sobre estos compuestos y también tener un mejor conocimiento acerca de la manipulación, almacenamiento y enfermedades asociadas a plaguicidas. Este resultado coincide con el trabajo realizado por Janampa D (5); quien señalo que el grado de instrucción influye en la inhibición de la enzima colinesterasa sérica.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

### **CONCLUSIONES**

1. Se determinó que el 13.0 % de trabajadores estudiados presentaron valores de colinesterasa bajos (< 5500 U/l) donde se encontraron con mayor predominio en varones que en mujeres; 14.5 % (18/124) en varones y 7,9 % (3/38) en mujeres; y un 87.0 % no presentaron alteración de esta enzima. Este acontecimiento se debe a que los varones se dedican con mayor frecuencia a las actividades agrícolas por lo que la exposición a este género es más común.
2. Se determinó que los trabajadores de la asociación de arroceros “Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico - Jaén”, el 22.7 % (29/128) manifestó nunca usarlo, de los cuales 7 de ellos mostró niveles bajos de colinesterasa sérica, representando el 33.3% de este grupo. También se concluyó que el 68.7 % (88/128) trabajadores a veces usan equipo de protección, de los cuales 12 trabajadores que representa el 57.1 % presentaron niveles disminuidos de colinesterasa sérica y 8.6 % (11/128) afirmaron siempre usar equipos de protección personal, donde 2 trabajadores que representan 9.5 % presentaron niveles bajos de colinesterasa sérica.
3. Se concluyó que el 89.5 % (145/162) se han expuesto por tres años a más, de los cuales 20 de ellos presenta niveles bajos de colinesterasa sérica, representado el 95.2% de este grupo. El 10.5 % (17/162) se han expuesto por menos de tres años, de los cuales 1 presentó niveles bajos de colinesterasa, que representa el 4.8 % de este grupo.



## RECOMENDACIONES

1. Invocar a las instituciones de salud para que realicen programas de prevención sobre el uso y almacenamiento de plaguicidas, medidas de protección personal, eliminación de los desechos de envases, así como también la higiene personal, primeros auxilios y salud ocupacional con el fin sensibilizar a los trabajadores logrando disminuir los efectos negativos en la salud y el medio ambiente.
2. A las entidades públicas y municipales, controlar y restringir la comercialización de sustancias dañinas para la salud e implementar otra alternativa de control de plagas que sea menos riesgosa para los agricultores, para la comunidad y el medio ambiente. Como por ejemplo optar por insecticidas naturales extraídos de plantas (Mezcla de maíz y frijol con ají, ajeno, menta, etc).
3. Involucrar a las instituciones pertinentes realizar asistencia técnica y educativa permanente a los usuarios sobre el uso y manejo correcto de plaguicidas con la finalidad de evitar intoxicaciones y enfermedades posteriores. Además, se debe hacer cumplir las leyes referentes a la comercialización y uso de estas sustancias.
4. Sugerimos a la comunidad agricultora, a la asociación de arroceros sub sector hidráulico- Jaén y a las personas que están en contacto con plaguicidas realizarse controles periódicos del nivel de colinesterasa ya que es una forma de prevenir intoxicaciones y enfermedades producidas por estas sustancias.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Llagua Armas. Plan de control de salud para evaluar colinesterasa sérica y sus factores de riesgo en agricultores expuestos a plaguicidas de la Parroquia Chiquicha, barrio central. 2016;21–2. available from: <http://186.3.45.37/handle/123456789/6014%0ahttp://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/6014/1/piuabqf005-2017.pdf>.
2. Henao S. Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas México. director [internet]. 2018;15(2):2017–9. available from: [https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones\\_jesus/capitulos\\_espanyol\\_jesus/2005\\_motivacion para el aprendizaje perspectiva alumnos.pdf%0ahttps://www.researchgate.net/profile/juan\\_aparicio7/publication/253571379\\_los\\_estudios\\_sobre\\_el\\_cambio\\_conceptual](https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones_jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion_para_el_aprendizaje_perspectiva_alumnos.pdf%0ahttps://www.researchgate.net/profile/juan_aparicio7/publication/253571379_los_estudios_sobre_el_cambio_conceptual).
3. Fernando w, Quezada q. Universidad Nacional de Loja autor. 2013; available from: [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/tesis\\_fernando.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/tesis_fernando.pdf) wilson fernando.pdf
4. Zambonino Tobar M, Escobar S. Determinación de los niveles de colinesterasa y evaluación de la presencia de efectos neurotóxicos en trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la parroquia de San Luis. fac ciencias [internet]. 2015;bachelor:91. available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3946>
5. Janampa Camposano D. Niveles de actividad de la colinesterasa sérica en agricultores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos del distrito de Pichari . cusco 2015 . 2015;
6. Virú Loza M. Manejo actual de las intoxicaciones agudas por inhibidores de la colinesterasa: conceptos erróneos y necesidad de guías peruanas actualizadas current treatment of cholinesterase inhibitors poisoning : misconceptions and need for updated peruvian guidelin. an fac med. 2015;4:431–7.

7. Santana Castillo D. Factores de exposición en pacientes con intoxicación por inhibidores de colinesterasa admitidos en el área clínica del hpda durante el periodo julio - noviembre 2011. univ ambato-facultad ciencias la salud-carrera med. 2013;
8. Escriu Font C. “Condiciones de manejo de plaguicidas en expendios de productos agroquímicos de la ciudad de coatepeque, del departamento de Quetzaltenango.” 2008;1–59. available from: [biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2694.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2694.pdf)
9. Zapata. S. Determinación de colinesterasa sérica en usuarios de organofosforados en labores agrícolas, y su relación con la frecuencia de su uso en los habitantes del barrio el alumbre de la ciudad de Loja durante el periodo marzo-julio del 2014. 2014;68. available from: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13711/1/tesis.pdf>
10. Varona M, Henao G, Lancheros A, Murcia A, Díaz S, Morato R, et al. Factores de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en el departamento del Putumayo, 2006. *biomédica*. 2014;27(3):400.
11. Montoro y Moreno R, Gomero L, Reyes M. Characteristics of the use of chemical pesticides and health risks in farmers in the central highlands of Peru. *rev Perú med exp salud publica*. 2009;26(4):466–72.
12. Oscar Manuel Milla Cotos ; William Rodolfo Palomino. Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de la localidad de Carapongo(Perú) y determinación de residuos de plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa en frutas de hortalizas cultivadas. Lima-Perú. 2002;
13. Marrero Sharim, Guevara Harold, Eblen-zajjur Antonio S. Medio Ambiente y Geolocalización de trabajadores expuestos en una comunidad. 2018;65(1):45–54.
14. Rojas Rodríguez A, Toro Osorio B, Díaz Zapata J. Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del departamento de caldas, Colombia. *rev salud pública*. 2018;19(3):318–24.
15. Wiener lab. colinesterasa. 2015;1–3.

16. Chanco Macha P, Corilloclla Inga C, Vega Rivera E. Nivel de colinesterasa eritrocitaria y la exposición de los expendedores de plaguicidas organofosforados de la provincia de Huancayo – Junín agosto – diciembre 2016. univ peru cayetano hered [internet]. 2016; available from: <https://pure.urosario.edu.co/en/publications/niveles-de-colinesterasa-en-cultivadores-de-papa-expuestos-ocupac>
  
17. Alvarado L. Niveles de colinesterasa plasmática en pacientes expuestos a organofosforados atendidos en la clínica de salud ocupacional preventiva sac. Chiclayo 2017. 2018;1–95.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud y fortaleza. De manera especial a mis padres, hermanos y amigos que me apoyaron a cumplir mi meta.

Nixon Heredia Castillo.

A mi familia por creer en mí y estar conmigo en todo momento. a mis amigos por brindarme toda su ayuda y a todos que hicieron posible cumplir esta meta.

José Cinecio Zurita García.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Nacional de Jaén, por la oportunidad de formarnos como profesionales e invocarnos a la investigación; a la asociación de arroceros “Sub sector hidráulico- Jaén” por la confianza y permitir la realización de este proyecto. Al laboratorio Clínico “CADILAB” – Jaén por brindarnos los ambientes y el equipamiento apropiado para el análisis de las pruebas estudiadas.

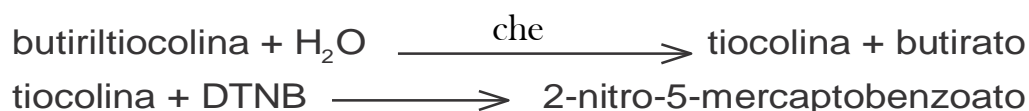
De manera particular agradecemos a la Dra. Luz Azucena Torres García, al T.M. Adolfo Diaz Ginez y al Dr. Heber Silva Díaz; quienes nos brindaron su apoyo en asesoría y ejecución de este trabajo de investigación.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE ELLMAN (TÉCNICA ESTANDARIZADA POR WIENER LAB).

Para el desarrollo del método se empleará un equipo bioquímico semiautomatizado URIT-510, en el laboratorio clínico “CADILAB E.I.R.L”

### Fundamentos del método



**Calibración:** El Calibrador A plus es procesado de la misma manera que las muestras. A partir de él se calcula el factor correspondiente. Ingresar el valor de concentración del calibrador, cada vez que se cambie de lote.

**Método de control de calidad:** Procesar 2 niveles de un material de control de calidad (Standatrol S-E 2 niveles) con actividades conocidas de colinesterasa, con cada determinación

### Procedimiento:

(Analizador semiautomático). Reactivo A reconstituido 1.2 ml + 10 ul homogenizar y agregar Reactivo B 0.3 ml, mezclar e incubar por 15 segundos y leer las absorbancias.

### Valores de referencia:

- Suero o plasma Niños, hombres y mujeres > 40 años = (5500 - 13400 U/l)
- Mujeres entre 16 y 39 años, no embarazadas y que no toman anticonceptivos orales = (4400 - 11700 U/l).
- Mujeres entre 18 y 41 años, embarazadas o tomando anticonceptivos orales = (3800 - 9500 U/l).

Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

**Fuente:** (Winer Lab) (15)



## ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA APLICADA PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA:  
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA.

**Proyecto de investigación:** Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

Instructivo: La siguiente encuesta es estrictamente confidencial, solicitamos responda las preguntas con toda la veracidad del caso. A continuación, le presentamos una serie de preguntas abiertas y cerradas, escriba su respuesta o marque con una (X) la respuesta correspondiente.

Fecha Encuesta:.....

Edad: ..... Sexo:                    a) Masculino            b) Femenino

### I. CONDICIONES GENERALES:

1. Nivel de instrucción:

a) Primaria b) Secundaria c) Ninguna d) Superior

2. Después de usar plaguicidas, ha presentado síntomas como: Náuseas / Vómitos, dolores de estómago, dolores de Cabeza, Convulsiones, Dificultad respiratoria, etc.

a) Si    b) No

### II.- ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE PLAGUICIDAS

1. El lugar de almacenamiento cuenta con ventilación:

a) Si

b) No

2. Los productos están almacenados en:

a) Vitrinas b) Estantes de madera c) Estantes de metal d) Solo en el piso

e) Otros.....

### III.- ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

1. Usa Ud. elementos de protección personal para manejo de plaguicidas, como: mandil, guantes, mascarillas, botas, lentes, etc.

a) Si    b) No

2. Al final de la jornada de trabajo acostumbra usted realizar aseo personal como: ¿lavarse las manos o bañarse?

- a) Si    b) No

IV. TIEMPO DE EXPOSICIÓN.

1. ¿Cuántas horas al día trabaja?

- a) menos de 4 horas diarias.    b) Mas de 4 horas diarias.

2. ¿Cuánto tiempo viene empleando los plaguicidas?

- a) menor de 3 años                          b) Mas de 3 años.

Observaciones. ....

Gracias por su colaboración

**Fuente:** Paulina Chanco Macha, Cleide Corilloclla Inga & Evi Vega Rivera; adaptada por los investigadores (16).

### ANEXO 3. CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

**Institución:** Universidad Nacional de Jaén.

**Investigadores:** Heredia Castillo Nixon y Zurita García José Cinecio.

**Título:** Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

**Propósito del Estudio:** Este es un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Nacional de Jaén para medir el nivel de colinesterasa sérica y evaluar el nivel de toxicidad por plaguicidas ya que ocasionan daños a la salud, provocando alteraciones neurológicas, intoxicaciones y otros.

**Procedimientos:** Se le tomará una muestra aproximadamente 3 ml de sangre del antebrazo.

**Riesgos:** No se prevén riesgos por participar en esta fase del estudio. La toma de muestra de sangre es ligeramente dolorosa y existe un riesgo muy pequeño de que se pueda infectar si no se mantiene la higiene adecuada, además la toma de muestra del antebrazo le puede ocasionar un pequeño hematoma (moretón) el cual desaparecerá en un tiempo aproximado de cinco días.

**Beneficios:** Usted se beneficiará en prevenir enfermedades ocasionadas por plaguicidas como: intoxicaciones, hepatopatías, otros. Se le informará de manera personal y confidencial los resultados que se obtengan de los exámenes realizados. Los costos de todos los exámenes serán cubiertos por el estudio y no le ocasionarán gasto alguno.

**Consentimiento:** Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo que cosas me van a pasar si participo en el proyecto, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Participante:

Nombre:.....

-----

DNI:

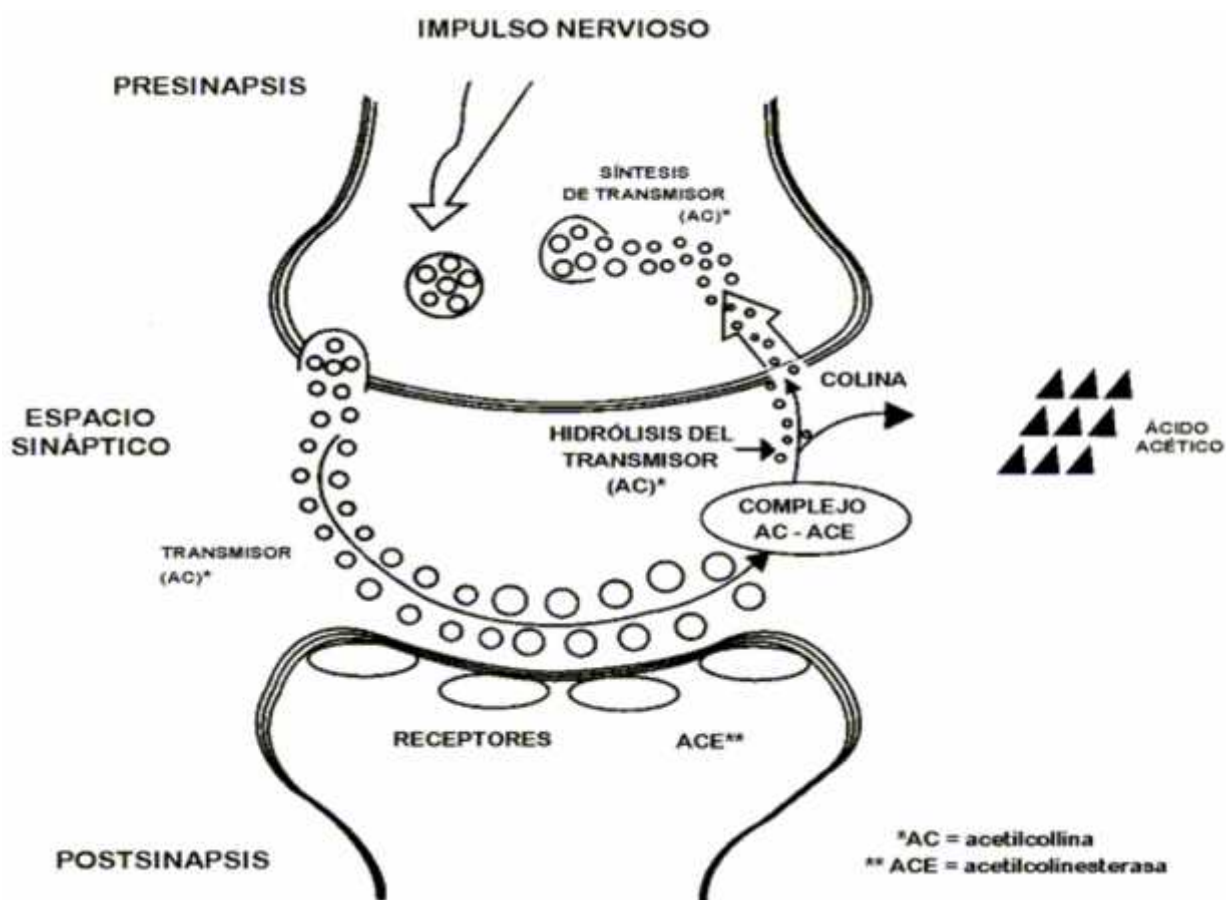
**Fuente:** Elaboración propia.

#### ANEXO 4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Objetivo General:** Determinar los niveles de colinesterasa sérica en agricultores de una asociación de arroceros de Jaén expuestos a plaguicidas organofosforados, 2019.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO
Nivel de colinesterasa sérica.	Los niveles de colinesterasa sérica proveen una medida del grado de toxicidad ante la exposición a plaguicidas (17)	Método Ellman Modificado	Procedimiento de laboratorio que define los valores de colinesterasa sérica.	Bajo (< 5500U/l) Normal (5500 -13400 U/l) Alto (> 13400 U/l)	Analizador bioquímico.
Exposición a plaguicidas organofosforados	La exposición a organofosforados causa una inhibición de la acetilcolinesterasa por fosforilación, lo que conduce a una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en los receptores.(7)	Medidas de bioseguridad	Empleo de barreras de bioseguridad para proteger la integridad física del trabajador.	Almacenamiento de plaguicidas. Elementos de protección personal.	Encuesta.
		Tiempo de exposición	Tiempo de exposición que permanece en contacto directo o indirecto con los productos plaguicidas organofosforados	Tiempo de jornada diaria. Tiempo de servicio.	

Figura 2. Función de la acetilcolinesterasa en una transmisión nerviosa.



Fuente: Virú Loza M (6).

**ANEXO 5. IMÁGENES DEL TRABAJO DE SENSIBILIZACIÓN, TOMA DE MUESTRA Y PROCESAMIENTO APLICADA PARA LA INVESTIGACIÓN.**



Figura 3. Socialización a los trabajadores de la asociación de arroceros “Comisión de usuarios sub sector hidráulico - Jaén”.



Figura 4. Toma de muestra sanguínea por personal capacitado.



Figura 5. Procesamiento de muestras sanguíneas por investigadores.



Figura 6. Personal de investigación en el área de trabajo.