



Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad de la Salud Humana

Carrera de Laboratorio Clínico

**Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a
Plaguicidas. Revisión sistemática.**

**Trabajo de Integración Curricular para
la obtención del título de Licenciada en
Laboratorio Clínico**

AUTORA:

Mayra Mireya Quezada Jiménez

DIRECTORA:

Bq. Mgs. Luisa Ivonne Celi

LOJA – ECUADOR

2024

Certificación



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Sistema de Información Académico
Administrativo y Financiero - SIAAF

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Celi Carrion Luisa Ivonne**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaguicidas. Revisión sistemática.**, perteneciente al estudiante **MAYRA MIREYA QUEZADA JIMENEZ**, con cédula de identidad N° **1104835465**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 4 de Marzo de 2024



firmado electrónicamente por:
LUIZA IVONNE CELI
CARRION

F) _____
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-000724

1/1
Educamos para Transformar

Autoría

Yo, **Mayra Mireya Quezada Jiménez**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contrario del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma: .....

Cedula de identidad: 1104835465

Fecha: 26 de marzo del 2024

Correo electrónico: mayra.m.quezada@unl.edu.ec

Teléfono: 0981490770

Autorización

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Mayra Mireya Quezada Jiménez**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaguicidas. Revisión sistemática**, como requisito para optar por el título de **Licenciada en Laboratorio Clínico**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tengan convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de este autorizo, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de marzo del dos mil veinticuatro.

Firma:.....

Autora: Mayra Mireya Quezada Jiménez.

Cedula de identidad: 1104835465

Dirección: Daniel Álvarez, calle Francisco Nariño y Francisco Santander.

Correo electrónico: mayra.m.quezada@unl.edu.ec

Teléfono: 0981490770

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Bq. Mgs. Luisa Ivonne Celi

Directora el Trabajo de Integración Curricular o Titulación.

Dedicatoria

Se lo dedico a Dios por haberme permitido cumplir este logro, por acompañarme y guiarme durante todo el camino. A mis queridos padres, Manuel y Zoila por todo el esfuerzo que han hecho, por siempre estar en los momentos cuando los necesité, por siempre creer en mí, todos mis logros son suyos. A mis hermanas Yessenia, Vanessa y Susana por todo el cariño que siempre me brindan. A mis amigas Nayely, Loli, Cristina y July, por motivarme día a día y docentes que formaron parte de este proceso de preparación profesional, que en algún momento estuvieron ahí dándome aliento y apoyándome para que todo esto fuera posible.

Mayra Mireya Quezada Jiménez.

Agradecimiento

Gracias a la Universidad Nacional de Loja especialmente a la Carrera de Laboratorio Clínico que me abrió sus puertas, recibíendome en sus aulas, forjándome enseñanzas para en un futuro ejercer mi profesión. A toda la planta docente que me ayudaron en la formación académica durante el transcurso de la carrera. A mi estimada directora del Trabajo de Integración Curricular Bq. Luisa Ivonne Celi Msc., quien con su paciencia, compromiso, conocimiento, dedicación y experiencia supo guiarme en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Mayra Mireya Quezada Jiménez.

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Anexos.....	x
Índice de Figuras.....	xi
1.Título.....	1
2.Resumen.....	2
2.1.Abstract.....	3
3.Introducción.....	4
4.Marco Teórico.....	6
4.1.Actividades Agrícolas.....	6
4.2.Plaguicidas.....	6
4.3.Clasificación de Plaguicidas.....	6
-Organofosforados:.....	7
-Carbamatos:.....	7
-Organoclorados:.....	7
-Piretroides:.....	7
-Bipiridilos:.....	7
-Otros tipos de plaguicidas:.....	7
4.4.Clasificación Según el tipo de Riesgo.....	7
4.5.Tipos de Exposición de Plaguicidas.....	8
-Aguda:.....	8
-Crónica.....	8
4.6.Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa.....	8
4.7.Factores de Riesgo.....	9
4.8.Enfermedades o Alteraciones por Producen los Plaguicidas.....	9
4.9.Mecanismo de Acción de los Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa.....	9
4.10.Biomarcadores.....	10
4.11.Colinesterasa.....	10

4.12. Tipos de Colinesterasa.....	11
-Acetilcolinesterasa o verdadera colinesterasa (eritrocitaria):	11
-Seudocolinesterasa o colinesterasa inespecífica (plasmática):	11
4.13. Métodos Diagnósticos de Colinesterasa	11
- <i>Método de Fotométrico o Colorimétrico</i> :	12
- <i>Método Espectrofotométrico Enzimático</i> :	12
5. Metodología	13
5.1. Diseño del estudio	13
5.2. Criterios de elegibilidad	13
5.3. Fuentes de información	14
5.4. Estrategia de búsqueda y selección de estudio.....	14
5.5. Proceso de recopilación y extracción de datos.....	14
5.6. Evaluación de la calidad de los estudios.....	15
•Riesgo de sesgo entre los estudios	15
5.7. Síntesis de resultados	15
6. Resultados.....	16
Tabla 1.	18
Tabla 2.	19
Tabla 3.	20
7. Discusión.....	21
8. Conclusiones	23
9. Recomendaciones.....	24
10. Bibliografía	25
11. Anexo.....	30

Índice de Tablas

Tabla 1. Factores de riesgo que inciden sobre la concentración de la colinesterasa sérica...18	18
Tabla 2. Valor promedio reportado sobre la colinesterasa sérica en pacientes expuestos a plaguicidas.....19	19
Tabla 3. Tipo de plaguicida afecta con mayor frecuencia los niveles de colinesterasa sérica en la población.....20	20

Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz de características de los estudios incluidos.....	25
Anexo 2. Matriz con los resultados y conclusiones de los estudios incluidos.....	29
Anexo 3. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática.....	35
Anexo 4. Informe de pertinencia Proyecto de Integración Curricular.....	36
Anexo 5. Solicitud de asesor para el Trabajo de Investigación Curricular.....	37
Anexo 6. Evaluación de calidad de la revisión sistemática.....	38
Anexo 7. Certificado de traducción.....	39

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Flujo de la información a través de las diferentes fases de la revisión sistemática.....	17
---	----

1. Título

Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaguicidas. Revisión sistemática.

2. Resumen

Las colinesterasas son un grupo de enzimas catalíticas, cuya actividad puede verse disminuida por diferentes factores, entre ellos la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Mundialmente se reportan estos plaguicidas como los más utilizados en la producción de cultivos y, por lo tanto, quienes se exponen a través de sus labores a estas sustancias están en alto riesgo de sufrir efectos negativos sobre su salud. El objetivo de esta investigación es realizar una revisión sistemática detallada sobre la colinesterasa sérica como biomarcador de exposición a los diferentes plaguicidas. Se empleó como estrategia de búsqueda la revisión de artículos científicos en bases de datos como: PabMed, Scielo, Lilacs, Elsevier, de los últimos 10 años tanto en idioma inglés como en español. Luego del análisis de los artículos seleccionados se obtuvieron los siguientes resultados, con respecto a los factores de riesgo más frecuentes en la intoxicación con plaguicidas son, la falta de los elementos de protección personal, nivel educativo y el tiempo de exposición; factores que inciden en el valor de la determinación de la colinesterasa sérica y que la misma se encuentre por debajo de los parámetros de normalidad, principalmente por exposición a plaguicidas como los organofosforados y carbamatos, utilizados con mayor frecuencia por los agricultores. De este modo se concluye que la determinación de colinesterasa es de utilidad como biomarcador apropiado para la vigilancia a la exposición de plaguicidas en agricultores, por lo tanto, es importante la aplicación de estrategias de prevención como la implementación de capacitaciones para el uso correcto de plaguicidas.

Palabras clave: *Colinesterasa sérica, plaguicida, factores de riesgo, intoxicación por plaguicidas, biomarcador*

2.1. Abstract

Cholinesterases are a group of catalytic enzymes, whose action might be decreased by different factors, such as the exposure to organophosphate pesticides and carbamates, among others. These pesticides are considered to be the most used globally in crop production and, therefore, those who are exposed to these substances because of their work, are at high risk of suffering their negative effects on their health. The aim of this research is to perform a detailed systematic review on serum cholinesterase as a biomarker of exposure to different pesticides. The investigation approach employed was the review of scientific articles in databases such as: PabMed, Scielo, Lilacs, Elsevier, that are not older than 10 years in both, English and Spanish language. After the selected articles analysis, we obtained the following results, with regards to the most common risk factors in pesticide poisoning: the lack of personal protection elements, educational level and exposure time; those factors affect the value of determining serum cholinesterase and that it is below normal parameters, mainly due to exposure to pesticides such as organophosphates and carbamates, which are mostly used by farmers. Thus, it is concluded that the application of cholinesterase is useful as an appropriate biomarker for monitoring farmers' pesticide exposure, therefore, it is important to apply prevention strategies such as the implementation of training courses for the correct use of pesticides.

Keywords: *Serum cholinesterase, pesticide, risk factors, pesticide poisoning, biomarker.*

3. Introducción

La intoxicación por plaguicidas (organofosforados y carbamatos) en la actualidad es un problema de salud para los seres humanos, ya que dichos productos se utilizan ampliamente para el cuidado de los sembríos, aplicando pesticidas en los sitios agrícolas (Saborío et al., 2019). Los organofosforados son ésteres de ácido fosfórico y los carbamatos son aquellas mezclas orgánicas procedentes del ácido carbámico, estos ocasionan una inhibición de la acetilcolinesterasa (Jayaraj et al., 2016).

Los organofosforados y los carbamatos muestran desigualdad; los primeros impiden que la enzima sea irreversible, mientras que los segundos lo hacen de forma reversible, reaccionando voluntariamente después de 24 a 48h. Por esta razón los carbamatos no logran en dar ciertos indicios que se muestran con relativa frecuencia en la intoxicación por organofosforados (Marrero et al., 2017).

La determinación de la enzimática colinesterasa (ChE) es uno de los principales biomarcadores utilizados en el laboratorio clínico para la detección de intoxicación o exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Por ende, la estabilidad de la actividad de las ChEs en muestras de sangre es un indicador pre analítico fundamental que necesita ser examinado en términos de seguridad diagnóstica (Medina et al., 2015).

En una investigación realizada por Hoffman en el año 2019, observo una reducción de la enzima colinesterasa sérica al realizar exámenes de seguimiento antes y durante la exposición a organofosforados/carbamatos. Por otro lado, los autores anunciaron, múltiples factores que reducían a la enzima colinesterasa los cuales destacaban: el inadecuado uso del equipo de protección, hacer distintas actividades de trabajo, como por ejemplo realizar la mezcla y la limpieza de equipos de pulverización y otro factor importante, son los espacios de trabajo que realizaban los agricultores, el cual ocasionaban a que tengan una mayor inhibición de la enzima colinesterasa sérica (Hofmann et al., 2019).

La población que tiene mayor riesgo de intoxicación son los que se encuentran directamente expuestos a plaguicidas. Esto incluye a los trabajadores agrícolas que aplican pesticidas y puede afectar a cualquier persona cercana durante y poco después de la fumigación (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

A nivel global se reportan alrededor de 3 millones de individuos que se encuentran expuestas anualmente a estos componentes, de las cuales 1 millón son originadas accidentalmente y alrededor de 2 millones por intoxicación suicida con un aproximado de 300 mil muertes por año (Saborío et al., 2019).

En Ecuador se dio a conocer un informe basado en estadísticas nacionales sobre ingresos hospitalarios de 2001 a 2007, que muestra 44.931 casos de envenenamiento con un promedio de 6.418 casos por año de casos, 14.145 se debieron a plaguicidas, y 10.100 estuvieron relacionados con los efectos de organofosforados y carbamatos (Guevara et al., 2016).

Así mismo una investigación realizada en la provincia del Oro (Ecuador) a 70 agricultores, existió un nivel bajo de 44,4 % de colinesterasa el cual presentaban una intoxicación (Silverio et al., 2015).

En la ciudad de Loja se observó niveles bajos de colinesterasa en 10 pacientes entre ellos 6 hombres y 4 mujeres que presentan un 12 riesgo de intoxicación (Zapata., 2014).

Por lo tanto, surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es la importancia de la determinación de niveles de colinesterasas para el diagnóstico de intoxicación o envenenamiento por plaguicidas organofosforados y carbamatos?

En base a lo antes expuesto dada a la escasez de información sobre los plaguicidas en trabajadores agrícolas, es trascendente establecer la importancia de esta investigación, el cual ocasiona una dificultad en la población adulta, en especial en estos trabajadores que se hallan diariamente expuestos a esta situación, ya que su trabajo se encuentra en el campo, donde tienen una considerable probabilidad de contaminación por los plaguicidas utilizados.

Este trabajo tiene como finalidad lograr obtener una visión completa y renovada sobre la colinesterasa sérica como biomarcador a exposición de diferentes plaguicidas, los factores de riesgos asociados, el valor promedio reportado sobre las concentraciones de colinesterasa e identificar qué tipo de plaguicida afecta al ser humano, todo ello mediante una revisión de artículos científicos.

4. Marco Teórico

En estos tiempos recientes, la actividad agraria ha sido empleada por cuidado de sembríos, con el objetivo de proteger los cultivos sin considerar la toxicidad del producto. Personas que trabajan en áreas agrarias colocan en sus sembríos diversos productos químicos, como plaguicidas, insecticidas y funguicidas. En el ámbito laboral, estos productos pueden generar un peligro hacia la salud debido al uso inadecuado y a la falta de adopción de elementos de protección para evitar su manipulación (Castillo et al., 2020).

4.1. Actividades Agrícolas

El cuidado de los cultivos se lleva a cabo mediante las actividades como: arado, siembra y riego, las cuales pueden llevar a productos fundamentales para el ser humano, como frutas, granos, semillas, hortalizas, invernadero y vivero. La siembra de maíz y cucurbitáceas, como zapallo, calabaza, calabacín, sandía, melón y otros, también se producen en pequeños cercos (Gutiérrez et al., 2021).

4.2. Plaguicidas

Son productos químicos utilizadas por el ser humano. Se usan para disminuir o eliminar plagas por su acción sobre las cosechas o como portadores de enfermedades transmisibles. Los plaguicidas pueden clasificarse en organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, compuestos biperidílicos, sales inorgánicas, así mismo se utilizan para reducir el daño causado por microorganismos, hongos, insectos, malezas y otros enemigos naturales de las plantas. La mayoría de los plaguicidas son productos tóxicos que dañan el medio ambiente y los seres vivos (Gramont et al., 2018).

La exposición de los usuarios a los plaguicidas puede plantear graves riesgos para la salud. Las actividades preocupantes incluyen mezclar y aplicar plaguicidas, comer alimentos que contienen residuos y beber agua que contiene dicho químico. Estas actividades han provocado una serie de intoxicaciones accidentales, e incluso el uso regular de plaguicidas puede plantear riesgos a corto y largo plazo para la salud humana (González Ulibarry, 2019).

4.3. Clasificación de Plaguicidas

Los plaguicidas causan daños graves a la salud tras una o más exposiciones en un periodo de tiempo relevantemente corto (Alcivar Stefan, 2022).

Conforme a la composición química, los plaguicidas se dividen en:

- *Organofosforados*: Estos compuestos son liposolubles y volátiles propiedades que facilitan su absorción; su toxicidad difiere (I, II, III). Se pueden absorber a través de la piel, los pulmones y el tracto gastrointestinal, que actúan directamente sobre la acetilcolinesterasa (AChE) y la convierten en una enzima no funcional (Peña, 2020).
- *Carbamatos*: Se utilizan comúnmente como plaguicidas debido a sus efectos neurotóxicos como inhibidores reversibles de la colinesterasa, que pueden ser fatales en ciertas dosis. Sus principales características son de alta toxicidad, baja estabilidad y se acumula en tejidos orgánicos (Morales & Moral, 2019)
- *Organoclorados*: son compuestos químicos sintéticos cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química, son solubles en grasas e insolubles en agua, estas composiciones son fuertes inhibidores de la acetilcolinesterasa como también la pseudocolinesterasa, provocando una acumulación de acetilcolina en la sinapsis (Zaragoza et al., 2016)
- *Piretroides*: también denominada piretrinas son combinaciones de mezclas de origen vegetal. Se han extraído productos semejantes a ellas, por concentración de ácidos crisantémicos con alcoholes principales, llamados piretroides (IPSS, 2014).
- *Bipiridilos*: son insípidos e incoloros, el cual son muy solubles en agua. Dentro de esta clasificación se encuentran los paraquat y diquat. Tiene un aspecto líquido, el paraquat es usado como herbicida de contacto para repartir las áreas verdes de las plantas en existencia de la luz solar (IPSS, 2014).
- *Otros tipos de plaguicidas*: Algunos fumigantes (methylbromida) y herbicidas (simazine), se han relacionado con un mayor riesgo de cáncer de próstata, especialmente en trabajadores agrícolas expuestos a altas dosis de estos pesticidas (Zaragoza et al., 2016).

4.4. Clasificación Según el tipo de Riesgo

Se encuentra una lista para la clasificación acorde al grado de toxicidad aguda, que se establece conforme a la disposición del plaguicida al ocasionar un daño agudo a la salud a través de una o varias exposiciones, en un plazo de tiempo relativamente corto. (Ramírez, 2019). Esta se clasifica en cinco niveles:

- Sumamente peligroso (Ia),
- Muy peligroso (Ib),

- Moderadamente peligroso (II),
- Poco peligroso (III) y
- Productos que no ofrecen algún peligro (IV) (Ramírez, 2019).

4.5. Tipos de Exposición de Plaguicidas

Para evaluar el efecto de exposición de este producto se debe tener en cuenta el tiempo y la concentración del plaguicida, considerando las causas tanto externas como internas (Ramírez, 2019). Existen diferentes tipos:

- *Aguda*: son aquellas intoxicaciones relacionadas con una exposición baja en un periodo de tiempo corto, con alteraciones sistémicos o localizados, aparición inmediata o a las pocas horas (Ramírez, 2019).
- *Crónica*: son aquellas exposiciones en dosis bajas, pero por largos periodos de tiempo, alrededor de más 3 meses (Ramírez, 2019).

4.6. Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa

Dentro de los plaguicidas inhibidores de colinesterasa (plaguicidas anticolinesterásicos) se encuentran los organofosforados y los carbamatos. La mayoría de estos plaguicidas tienen una alta toxicidad aguda y ocasionalmente se producen casos de intoxicación humana (Toro et al., 2017).

Los plaguicidas organofosforados y carbamatos inhiben la acetilcolinesterasa, la colinesterasa eritrocitaria o verdadera (AChE) y la colinesterasa plasmática (colinesterasa sérica, pseudocolinesterasa o butilcolinesterasa) (PChE), el cual provoca una acumulación de la acetilcolina en la hendidura sináptica y activa el sistema nervioso central [SNC], el encargado mecanismo de realizar una toxicidad aguda (Toro et al., 2017).

El elevado nivel de toxicidad en las combinaciones por organofosforados está asociado con la fosforilación irreversible del ingrediente activo y la posterior inhibición de la acetilcolinesterasa, que afecta al sistema nervioso central (Toro et al., 2017).

Los carbamatos también provocan inhibición de la acetilcolinesterasa, pero de forma menos persistente debido al decarbamato reversible y espontáneo, con un efecto neurotóxico similar al de los organofosforados, pero en mayor medida más leve y normalmente de recuperación más rápida (Toro et al., 2017)

4.7. Factores de Riesgo

Los factores de riesgo incluyen los factores ambientales que puedan afectar la salud de los agricultores, como las condiciones de salud e higiene en el lugar de trabajo; factores de organización del trabajo que pueden crear riesgos para la salud de los empleados, equipos de protección personal, exposición de los empleados a peligros y control de los sistemas diseñados para prevenir y reducir estos riesgos (Cortes et al., 2014).

Entre los factores de riesgo tenemos:

- Elementos de protección personal que se utilizan.
- Condiciones de trabajo.
- Capacitación de los trabajadores.
- Identificar circunstancias de exposición.
- Duración y frecuencia de la exposición.
- Hábitos de trabajo y medidas de higiene y seguridad (Cortes et al., 2014).

4.8. Enfermedades o Alteraciones por Producen los Plaguicidas

El uso y la exposición a plaguicidas pueden estar relacionados con varias enfermedades, como por ejemplo el cáncer, la leucemia, la enfermedad de Parkinson, asma y los trastornos neuropsicológicos y cognitivos. Los estudios muestran que el uso de pesticidas puede estar relacionado con varias enfermedades, como el cáncer, leucemia, la enfermedad de Parkinson, asma, enfermedades neuropsicológicas y cognitivas. Además, dependerán de la cantidad de exposición, la concentración y el grupo de edad (niños, mujeres embarazadas, trabajadores agrícolas y ancianos) (González, 2019)

4.9. Mecanismo de Acción de los Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa

Los agentes organofosforados pueden pasar a través de los pulmones, piel y tracto gastrointestinal procediendo de forma continua hacia las acetilcolinesterasas (AChE), el cual pasa a ser enzimas no funcionales, al fosforilar el grupo hidroxilo presente en el sitio activo de la enzima (Vale & Lotti, 2015).

El mecanismo de acción de los organofosforados es inhibir competitivamente la acetilcolinesterasa (AChE), interrumpe la acción de la acetilcolina (ACh) ubicada en varias terminaciones nerviosas colinérgicas

que permiten la conexión con sus órganos o sitios efectores.

Postsinápticamente, esto hace que la acetilcolina se detenga en la parte proximal de la terminal. A nivel colinérgico y de los ganglios autónomos, la nicotina desencadena efectos en el sistema nervioso central y produce cambios en los impulsos nerviosos. Una vez generado esto la sobreestimulación activa todos los receptores colinérgicos distribuidos por todo el sistema, tanto el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico (Peña, 2020).

4.10. Biomarcadores

La medición de la actividad de la colinesterasa (ChE) es un biomarcador clave para la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Por lo tanto, la estabilidad de la actividad de ChE en muestras de sangre es un parámetro preanalítico importante para el diagnóstico de intoxicaciones agudas y crónicas (Olga et al., 2015).

4.11. Colinesterasa

La colinesterasa sérica, también denominada como pseudocolinesterasa o butirilcolinesterasa, es una enzima que se encuentra en la sangre y otros tejidos. El proceso de la acetilcolinesterasa en su estructura habitual o normal, se comporta como un neurotransmisor en la mayoría de las fibras autónomas preganglionares, de todas las fibras parasimpáticas pos- ganglionares; también es un neurotransmisor de la placa motora y de ciertas sinapsis interneuronal del Sistema Nervioso Central (SNC). Dicha enzima se libera a partir de las terminaciones nerviosas hidrolizando la acetilcolina en dos fragmentos inactivos, que es el ácido acético y la colina (Caro et al., 2020a).

La prueba de colinesterasa es una prueba de laboratorio diseñada para detectar la exposición humana a productos tóxicos como plaguicidas, insecticidas, herbicidas y fertilizantes, por lo que es más adecuada para los agricultores, ya que a menudo están expuestos a los productos (Lemos, 2022).

A continuación, se presenta el mecanismo de acción, de qué forma los plaguicidas tanto organofosforados y carbamatos proceden en el organismo humano.

Proceso 1: AB + acetilcolinesterasa \longrightarrow B + acetilcolinesterasa modificada (A)

Proceso 2: Acetilcolinesterasa modificada (A) + H₂O \longrightarrow A + Acetilcolinesterasa.

Se observa que AB representaran a la molécula organofosforado o carbamato. En el primer proceso, la parte ácida (A) del plaguicida se integra equivalentemente en el sitio activo de la enzima, así mismo se libera su fracción alcohólica (B). En el segundo proceso, una molécula de agua es liberada en la parte ácida (A) del plaguicida, dejando libre a la enzima, por lo tanto, es reactivada. Esta fase de reacción tiene una duración de menos tiempo con respecto a los carbamatos, en cambio con los organofosforados puede ser mucho más extensos e inclusive llegar a ser inalterable (López-Durán et al., 2018).

Los médicos recomiendan la prueba de colinesterasa, principalmente para comprobar la existencia de intoxicaciones en los agricultores (Lemos, 2022). Los valores de referencia para las pruebas de colinesterasa varían según el laboratorio y el kit utilizado para realizar la prueba. Así, un valor de referencia típico puede ser:

- Hombres: 4.620 - 11.500 U/l
- Mujeres: 3.930- 10.800 U/l (Lemos, 2022).

Valores patológicos con un rango menor a:

- Hombres: 4.620 U/L
- Mujeres: 3.930 U/L (Lemos, 2022).

4.12. Tipos de Colinesterasa

- **Acetilcolinesterasa o verdadera colinesterasa (eritrocitaria):** se localiza especialmente en los hematíes o eritrocitos, así mismo se encuentran en el tejido muscular y tejido nervioso (Álvarez, 2014).
- **Seudocolinesterasa o colinesterasa inespecífica (plasmática):** se localiza en el plasma, el páncreas, el hígado y en la mucosa intestinal. Sin embargo, este tipo de colinesterasa no juega un papel clave en las transmisiones del impulso nervioso (Álvarez, 2014).

4.13. Métodos Diagnósticos de Colinesterasa

Los métodos de diagnóstico nos ayudan a diagnosticar enfermedades o afecciones. Existen los siguientes métodos para determinar la colinesterasa (Caro et al., 2020).

- ***Método de Fotométrico o Colorimétrico:*** Este es el procedimiento más usado por los laboratorios para el estudio de muestras biológicas, apoyándose en el principio que cada composición química atrae o emite energía lumínica en distinta longitud de onda. Aquella longitud puede estar en el espectro de luz visible, el procedimiento colorimétrico se realiza únicamente en el espectro de luz visible y elige únicamente una longitud de onda determinada por medio de filtros seguros (Caro et al., 2020).
- ***Método Espectrofotométrico Enzimático:*** Este procedimiento es otro método realizado en el laboratorio clínico, se utiliza tanto sangre como tejidos. Se ajusta más fácilmente a la aplicación de analizadores automáticos. Esta técnica se sustenta en la descomposición del sustrato acetilcolina (ATCh) por la enzima colinesterasa. La tiocolina cuando se encuentra libre reacciona con un cromóforo, el ácido 5,5'-ditiobis-2- nitrobenzoico (DTNB), dando lugar a un producto de reacción al ácido 5-tio-2-nitrobenzoico. Es una combinación de aspecto amarillo y tiene una absorbancia entre 405 y 420, con un óptimo en 412 nm (Caro et al., 2020).

5. Metodología

5.1. Diseño del estudio

Revisión sistemática de la literatura.

5.2. Criterios de elegibilidad

Para el desarrollo del presente estudio se consideraron las pautas del sistema Cochrane (Higgins & Green, 2013). Los criterios de elegibilidad se realizaron a través del formato PICO (P. Population, I. Intervention, C. Comparison, O. Outcome) sobre la pregunta de investigación planteada, quedando de la siguiente manera:

Población: Agricultores expuestos a plaguicidas.

Intervención: No aplica.

Comparación: No aplica.

Resultados: Valor promedio de la colinesterasa, principales plaguicidas y los factores de riesgo que se encuentran asociado.

Criterios de Inclusión:

- Publicaciones registradas en inglés y español.
- Publicaciones orientadas a la colinesterasa sérica: biomarcador de exposición a plaguicidas. revisión sistemática.
- Estudios que tengan información para concretar los objetivos establecidos en la investigación.
- Artículos con texto completo.
- Estudios transversales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y casos y controles.
- Artículos de libre acceso.
- Artículos publicados a partir del año 2014.

❖ Criterios de Exclusión:

- Se excluirán los pacientes que tengan las siguientes patologías: posibles infecciones agudas, desnutrición crónica, infarto agudo al miocardio, trastornos hepáticos, cáncer, ictericia obstructiva y parasitismo intestinal (Cardona-Arias, 2017).
- Embarazadas (Murillo, 2022).
- Estudios experimentales.
- Literatura gris.

- Estudios pediátricos (Vásquez, 2020).
- Ensayos clínicos.
- Estudios que no guarden relación con el tema de investigación.
- Artículos publicados fuera del periodo previsto.

5.3. Fuentes de información

Se realizó la búsqueda de información en las bases de datos: Pubmed, Scielo, Elsevier y Lilacs. La búsqueda se ejecutó a partir del año 2014. No se consideró el cribado de literatura gris para esta revisión.

5.4. Estrategia de búsqueda y selección de estudio

Para la identificación y búsqueda de las publicaciones se aplicó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) (Page et al., 2021). Para la búsqueda de la información se utilizarán los términos MeSH (Medical Subject Headings) “serum cholinesterase”, “farmers”, “poisoning”, “pseudocholinesterase”, “Risk factor's”, “pesticides”, “Average”, “biomarker”, “type of pesticide”, “concentration”, “frequency”, y los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) “colinesterasa sérica”, “agricultores”, “envenenamiento”, “pseudocolinesterasa”, “factores de riesgo”, “pesticidas”, “promedio”, “biomarcador”, “tipo de plaguicida”, “concentración”, “frecuencia”, estos serán asociados a través de los operadores booleanos AND, con las siguientes combinaciones de búsqueda:

- ((serum cholinesterase) AND (poisoning)) AND (pseudocylinesterase)
- ((Risk factor's) AND (pesticides)) AND (serum cholinesterase)
- ((Average) AND (pseudocholinesterase)) AND (pesticide)
- ((type of pesticide) AND (frequency)) AND (farmers)
- ((Risk factor's) AND (pesticides)) AND (farmers)
- ((serum cholinesterase) AND (concentration)) AND (biomarker)

Para esta revisión sistemática, se seleccionaron los textos en inglés y español publicados en los últimos 10 años.

5.5. Proceso de recopilación y extracción de datos

Con el listado final de los artículos seleccionados, se procedió a extraer la información más relevante, elaborando una tabla de extracción de datos (**Anexo 1**), en donde se registraron las características principales de cada artículo, como: título, autor,

año, población, tipo de estudio, objetivos, URL/DOI, esto permitió recopilar la información sistematizada para su análisis posterior.

Lista de datos

Las variables seleccionadas en cada uno de los estudios para responder a los objetivos planteados fueron: factores de riesgos asociados, valor promedio reportado sobre las concentraciones de colinesterasa e identificar qué tipo de plaguicida afecta al ser humano.

5.6. Evaluación de la calidad de los estudios

- **Riesgo de sesgo entre los estudios**

El riesgo de sesgo se evaluó utilizando la herramienta JBI para estudios transversales, de cohorte y revisión sistemática (Fuentealba et al., 2021). JBI es una organización global que promueve y apoya decisiones basadas en evidencia que mejoran salud y prestación de servicios de salud. La cual mediante un listado de preguntas nos permite clasificar si es que, si corresponde, no corresponde, poco claro o si no aplica el estudio. En cuanto a la puntuación, esta representa en porcentajes la calidad, si corresponde $> 70\%$ se dice que existe un riesgo de sesgo bajo, de $50-69\%$ se considera moderado, y $< 50\%$ se dice que existe un riesgo de sesgo Alto. (Willis & Quigley, 2011). La evaluación individual de la calidad de los estudios se detalla en el **Anexo 3**

5.7. Síntesis de resultados

La información analizada se presentó de forma sistemática en tablas según las variables estudiadas y que permita cumplir los objetivos planteados.

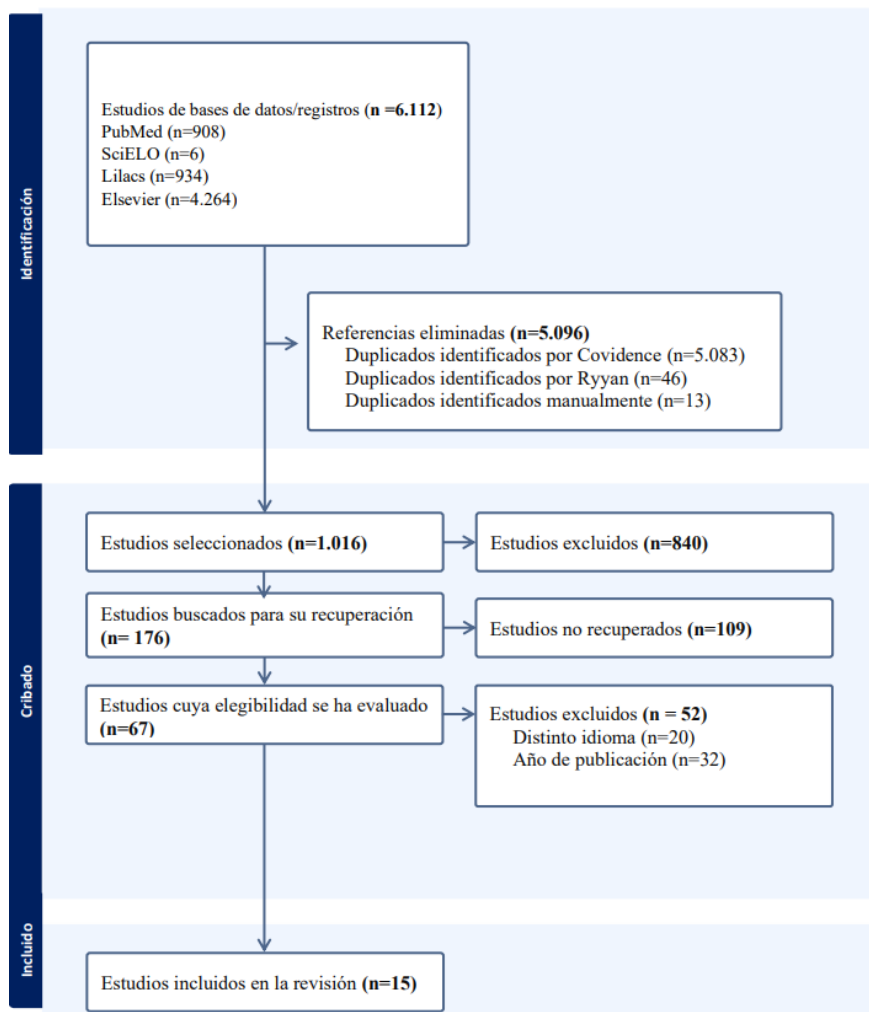
6. Resultados

Los hallazgos se han organizado y detallado en función de cada uno de los objetivos planteados en este estudio, con el fin de proporcionar una visión clara y completa de las conclusiones alcanzadas. Se han extraído datos relevantes y se ha realizado un análisis exhaustivo para responder a la pregunta de investigación planteada. A través de esta estructuración, se facilitará la comprensión y la interpretación de los resultados, permitiendo una evaluación más precisa de la temática abordada en esta revisión sistemática.

Se obtuvo un total de 6.112 estudios mediante la búsqueda en bases de datos electrónicas (PubMed = 1908, Lilacs = 934, SciELO = 6 Elsevier = 4.264). Se llevó a cabo un proceso de cribado inicial utilizando las herramientas Covidence (<https://www.covidence.org/>) para la eliminación de duplicados eliminando 5.083 artículos y Rayyan (<https://www.rayyan.ai/>) 46 artículos y duplicados identificados manualmente 13 artículos, para verificar que no hubiera quedado ningún duplicado, además de realizar las demás etapas de cribado. Después de depurar y eliminar los duplicados, se determinaron 5.096 estudios. Posteriormente, se recuperó un total de 176 artículos relevantes que fueron seleccionados de acuerdo con el título y/o resumen; después, se obtuvo un total de 67 estudios a texto completo que se analizaron para la elegibilidad. Después de examinar los artículos completos, 52 se excluyeron por no cumplir los criterios de inclusión; finalmente, los artículos restantes (n = 15) fueron seleccionados para esta revisión.

Figura 1.

Flujograma de búsqueda y selección de los estudios según modelo de Prisma.



En el **Anexo 1** se muestra las principales características de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática. De los quince artículos seleccionados para la revisión, Seis de los artículos incluidos fueron estudios longitudinales y nueve estudios transversales. Todos los artículos fueron publicados en inglés y español.

La evaluación de la calidad de los estudios incluidos, muestran que, de estos, 15 estudios fueron calificados como riesgo de sesgo bajo (81,5%), lo que indica un rigor metodológico adecuado y una fiabilidad en sus resultados (**Anexo 3**).

Los resultados se organizaron y clasificaron en detalle según a cada objetivo definido en este estudio para brindar una imagen clara y completa de las conclusiones alcanzadas.

Dado cumplimiento al primer objetivo se presenta los principales factores de riesgo asociados a las intoxicaciones con plaguicidas y los niveles de colinesterasa sérica **Tabla 1**, donde los principales factores de riesgo predisponerles para intoxicación por inhibidores de colinesterasa fueron la falta de utilización de equipo de protección personal con un 39% no ocupan el uniforme, el tiempo de exposición 33% y la falta de capacitación 20.48%.

Tabla 1.

Factores de riesgo asociados a intoxicaciones con plaguicidas y que inciden sobre la concentración de la colinesterasa sérica

N	AUTORES	AÑO DE PUBLICACIÓN	RESULTADOS
1	Mueller, et al.	2022	<p>-Edad: <50 años -Experiencia de trabajo: de 2 a 29 años (43.1 %) y ≥30 años (56.9 %) -Sexo: Masculino. -Nivel educativo: primaria o superior: 66.7 %. -EPP: 61.2 % ocupan el equipo de protección. -Hábitos de higiene: 45 % lo realiza.</p>
2	Mekonen, et al.	2023	<p>-Edad: > 30 años. -Sexo: Masculino -Tiempo de exposición: 20% -Nivel educativo: analfabetismo entre los trabajadores agrícolas es del 20 %. -EPP: 38,7 % de los trabajadores agrícolas utilizaban el equipo de protección personal.</p>
3	Bravo, et al.	2022	<p>-Sexo: hombres. -Edad: >18 años -Tiempo de exposición: 10 días/año: 60 % fumigaban. -Sobrepeso: 45 % y obeso: 22 %. -EPP: 39.3 % no utilizaba el equipo de protección</p>
4	Okonya, et al.	2015	<p>Sexo: Masculino. Numero de aplicación: 18 hasta 12 veces por temporada. Edad: 31 y 64 años. Nivel de educación: Bajo, es decir, <7 años de escuela (21%). EPP: 34.5 % no utilizaba</p>
5	Bortolotto, et al.	2020	<p>Edad: 40 y 49 años. Sexo: Masculino. Nivel educativo: 33.4% Tiempo de exposición: 29.6%</p>

6	Forté et al.	2021	- EPP: para mezclar, fumigar y almacenar los plaguicidas su utilizaban el uniforme - Nivel Educativo: 4.3% no termino la primaria
7	Lamichhane, et al.	2019	Sexo: masculino Edad: Mayores de 18 años Nivel educativo: 9.3% termino la primaria Experiencia laboral: 20-29 años en finca EPP: El 23.5% utilizaba correctamente los equipos. Edad: >40 años. Sexo: masculino. Nivel educativo: escuela primaria incompleta: 5%
8	Menegat et al.	2019	Tiempo de exposición: 24.5% EPP: 16.68 % no utilizan,
9	Andrade et al.	2015	Edad: >18 años Sexo: masculino EPP: Uso de pantalones protectores de algodón azul, cascos, botas de cuero con puntas de acero y guantes.
10	Toro et al.	2017	Edad: >18 años Sexo: masculino EPP: El 37,8 % No uso equipo de protección personal Hábitos de higiene: 67.3 % si realizaba habidos de higiene
11	Mequanint et al.	2019	Edad: >18 años Sexo: masculino Nivel educativo: 4.84% Conocimiento insuficiente de los peligros de los plaguicidas: expuesto al pesticida durante la aplicación (78,7 %), Mezclar pesticidas dentro de la casa: (25,7 %). EPP: 21.9 % no utilizaba todos los elementos de protección.

EPP: Equipo de protección personal.

En la **Tabla 2** se reflejan los resultados referentes al segundo objetivo, en tres estudios demostraron que los valores de colinesterasa se encontraron por debajo del rango normal que son indicativos de intoxicación, predominando el estudio realizado por Mekonen et al. en África en el 2023 con un 72 % de valores por debajo del parámetro normal.

Tabla 2.

Valor promedio reportado sobre la colinesterasa sérica en pacientes expuestos a plaguicidas.

N	Autores	Año de Publicación	Resultados
1	Mekonen et al.	2023	El 72 % Valores por debajo de 4620-11500 UI/L de los parámetros de normalidad.
2	Toro et al.	2017	El 3,83 % de los valores por debajo de 4 659 U/L.

3	Forté et al.	2021	El 50 % Valores por debajo de 4.620 U/L de los parámetros de normalidad.
4	Setyopranoto, et al	2023	El 32.5% se encontraron valores de colinesterasa por debajo de los niveles

En la **Tabla 3** se muestra el tipo de plaguicida que afecta con mayor frecuencia los niveles de colinesterasa sérica en la población, predominando en los estudios los organofosforados y los carbamatos, seguidamente de los organoclorados y piretroides. En general, la población estudiada fueron agricultores mayores de 18 años que utilizan plaguicidas para sus sembríos.

Tabla 3.

Tipo de plaguicida que afecta con mayor frecuencia los niveles de colinesterasa sérica.

N	Autores	Año de Publicación	Resultados
1	Mueller et al.	2022	-Organofosforado: 63.1 % -Carbamatos: 36.03 % -Piretroides: 28.6 % -Organoclorados: 3.3 % -Bipiridilos: 2.8 %
2	Marete et al.	2021	Organofosforados y piretroides se experimentaron niveles más altos
3	Mekonen, et al.	2023	-Organoclorado: en altas concentraciones: 6,7 ng/mL -Piretroides: 7,4 ng/mL en suero.
4	Setyopranoto, et al.	2023	-Organofosforados: puntuaciones significativamente más bajas en comparación con otros tipos de plaguicidas, pero no en carbamato.
5	Okonya, et al.	2015	Se han utilizado plaguicidas piretroides y organofosforados inhibidores de la acetilcolinesterasa causando envenenamiento
6	Arévalo, et al.	2014	Entre los plaguicidas carbamatos y organofosforados con 16.6 % se encontraron en el suero de los agricultores.
7	Lamichhane, et al.	2019	Fungicidas: 60,3 %, Herbicidas: 56,3 %, Piretroides: 35,3 % y Organofosforado: 11,6 %
8	Toro, et al.	2017	-Organofosforado: 58,6 % -Piretroide: 13,7 %
9	Varona et al.	2016	Los plaguicidas organoclorados y fueron identificados en todos los participantes.

7. Discusión

Las colinesterasas (ChEs) son un conjunto de enzimas catalíticas, por lo cual se cree que las actividades que realizan los agricultores van a reducir la colinesterasa sérica por diversos factores, incluida la exposición a plaguicidas como los organofosforados y carbamatos. A nivel global los plaguicidas anteriormente mencionados son usados por los agricultores para sus cultivos y, por tal razón, aquellos que se encuentren expuestos diariamente a través de sus labores a estas sustancias, tienen un mayor riesgo de sufrir consecuencias negativas para su salud. Las colinesterasas como biomarcadores para el diagnóstico de exposición y efecto a plaguicidas organofosforados tienen como finalidad ser medibles y valorables como una guía de procedimientos biológicos normales, patogénicos o respuestas a intervenciones farmacológicas terapéuticas (Caro et al., 2020).

Un estudio realizado por Toro et al., (2017), menciona que la exposición a plaguicidas como los organofosforados y carbamatos ocurre mientras se está preparando la mezcla y aplicando del producto. Así mismo, se sabe que estos componentes cuando se encuentran en contacto con el organismo logan ingresar por varias vías: estas son por vía pulmonar, absorción conjuntiva ocular, por ingestión o por la piel. Es por ello que una de las medidas que ayuda a reducir la exposición se encuentra, tener la capacitación adecuada para el uso y manejo de plaguicidas; el uso de los implementos de protección personal adecuados durante la fumigación con dichos plaguicidas, así como tener el descanso adecuado luego de una jornada de aplicación, de la misma manera Mueller et al., (2022), manifiestan que la falta de capacitación, la mala utilización de los equipos de protección personal al momento de realizar fumigaciones en sus cultivos aumenta la probabilidad de que los agricultores tengan una intoxicación aguda. Así mismo Mekonen et al., (2023) en su estudio se observó la asociación significativa entre el uso del equipo de protección personal y el nivel educativo de los participantes del estudio, aquellos que tienen un nivel educativo más alto son más propensos a usar el equipo de protección personal, mientras que la investigación de Mequanint et al., (2019) menciona que los factores de riesgo que se encuentran relacionados es el nivel educativo, la falta de conocimiento, tiempo de exposición y el mal uso del equipo de protección personal, se identificaron como los factores que tienen una fuerte asociación con la práctica de manejo y almacenamiento de plaguicidas entre los agricultores que trabajan en sus cultivos.

Una de las principales causas por intoxicaciones de plaguicidas es por la inhibición de la colinesterasa originada por pesticidas como los carbamatos y organofosforados. Son aquellos agentes que inhiben a la enzima acetilcolinesterasa, tanto la colinesterasa eritrocítica o verdadera (AChE) como la plasmática (colinesterasa sérica, pseudocolinesterasa o butirilcolinesterasa) (PChE), el cual da inicio a la aglomeración de la acetilcolina en la hendidura sináptica y provoca una estimulación excesiva a nivel del Sistema Nervioso Central, por ende, este proceso es el encargado de ocasionar una intoxicación aguda (Ospina et al., 2017).

En las investigaciones científicas estudiadas se corrobora que en algunos artículos se reflejaron valores de colinesterasa disminuidos en comparación a los niveles normales, estos muestran un indicio de que la persona esté cursando una intoxicación por inhibidores de colinesterasa, como lo es el caso del estudio titulado Manejo, Diagnóstico y Significado Pronóstico de la Acetilcolinesterasa como Biomarcador de los Efectos Tóxicos de los Pesticidas en Personas Ocupacionalmente Expuestas. Revista macedonia de ciencias médicas de acceso abierto en 2017 por Caro et al., (2020), con un 72% de la población con valores por debajo del parámetro de normalidad, así mismo la investigación realizada por Toro et al., (2017), en cambio en su estudio obtuvo resultados el 3,83 % de los exámenes analíticos de la colinesterasa se encontraron por debajo de los parámetros normales, el cual se asoció con el hecho de que el 75,6 % de los trabajadores realizan la mezcla del insecticida, mientras que el 22,2 % dispersan el insecticida sobre sus cultivos de dos o más veces por semana y por último el 37,8 % no utilizan de forma adecuada la ropa protectora a lo largo de la fumigación.

La colinesterasa sérica se ve inhibida por plaguicidas organofosforados como lo presenta en el estudio de Toro et al., (2017) el cual presenta mayor inhibición de la enzima, el plaguicida más reportado fue los organofosforados y piretroides, comparando con en el estudio de Lamichhane et al., (2019) los fungicidas fueron los más utilizados en la agricultura y los piretroides. Más de una sexta parte de los agricultores informaron sobre el problema de salud dentro de las 48 horas posteriores a la aplicación de pesticidas.

La colinesterasa sérica como biomarcador desempeña un papel fundamental en la gestión clínica por intoxicación a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa,

facilitando el diagnóstico precoz, la evaluación de la gravedad, el seguimiento del tratamiento y la predicción del pronóstico del paciente.

8. Conclusiones

- Se puede concluir que los factores de riesgo que inciden sobre la inhibición de la colinesterasa sérica es la deficiencia del uso de equipo de protección personal, la falta de higiene para las actividades agrícolas. Así mismo se evidenció en algunos estudios que el escaso conocimiento en el manejo y cuidado de los productos que utilizan para la fumigación.
- En cuatro investigaciones se demostró que la colinesterasa sérica se encontraba por debajo de los parámetros normales indicativos de intoxicación por plaguicidas, demostrando así que existe una mayor exposición a dichos plaguicidas en comunidades agrícolas.
- Finalmente se concluye que la exposición a los plaguicidas organofosforados y carbamatos puede provocar una disminución en los niveles de colinesterasa sérica, provocando una intoxicación.

9. Recomendaciones

- Se recomienda que los niveles de colinesterasa sérica deben ser determinada regularmente en personas expuestas a plaguicidas, especialmente en trabajadores agrícolas, aplicadores de plaguicidas.
- Así mismo realizar capacitaciones a los trabajadores y a los otros grupos de riesgo asociados con la exposición y el manejo adecuado de los plaguicidas en sus actividades.

10. Bibliografía

- Alcivar Stefan. (2022). *Intoxicación por inhibidores de colinesterasa y su efecto en la salud de agricultores*. 7(4), 1487–1515.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i4>
- Álvarez, V. H. (2014). Protocolo De Vigilancia Y Control De Intoxicaciones Por Plaguicidas. *Revista Ciencias de La Salud*, 29(5), 373–380.
- Cardona-Arias, J. A. (2017). Social determinants of intestinal parasitism, malnutrition, and anemia: Systematic review. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 41, 1–9.
<https://doi.org/10.26633/RPSP.2017.143>
- Caro, L., Forero, M., & Dallo, A. (2020a). Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–23.
- Castillo, B., Ruiz, J., Manrique, M., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú) Contamination by agricultural pesticides in crop fields in Cañete. *Revista ESPACIOS*, 41(10), 11.
<https://doi.org/https://repositorio.unah.edu.pe/bitstream/handle/UNAH/27/Contaminaci%C3%B3n%20por%20plaguicidas%20AGRICOLAS%20EN%20LOS%20CAMPOS%20DE%20CULTIVOS%20EN%20CA%C3%91ETE%20PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortes, G., Mascayano, G., Vallebuona, & Winsler, C. (2014). Protocolo de vigilancia epidemiológica de trabajadores expuestos a plaguicidas. *Ministerio de Salud/Departamento de Salud Ocupacional. Gobierno de Chile*, 1–34.
https://www.minsal.cl/sites/default/files/Protocolo_de_Vigilancia_Trabajadores_Expuestos_Plaguicidas.pdf
- González Ulibarry, P. (2019). Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana. *Comisión de Agricultura de Chile*, 6.969-01, 1–8.
- Guevara, A., Troya, C., Gaus, D., Herrera, D., & Obregón, M. (2016). Manejo De Intoxicación Por Inhibidores De La Colinesterasa: Una Experiencia En Un

- Hospital Rural En Ecuador. *Práctica Familiar Rural*, 1(1).
<https://doi.org/10.23936/pfr.v1i1.131>
- Gutiérrez, M., Suárez, V., & Villalba, A. (2021). Producir y comercializar en pandemia : estrategias emergentes de los agricultores familiares en Santiago del Estero durante 2020. *Trabajo*, 22, 13–30.
- Hofmann, J. N., Keifer, M. C., Roos, A. J. De, Fenske, R. A., Furlong, C. E., Belle, G. Van, & Checkoway, H. (2019). *Occupational determinants of serum cholinesterase inhibition among organophosphate-exposed agricultural pesticide handlers in Washington State*. 67(6), 375–386.
<https://doi.org/10.1136/oem.2009.046391.Occupational>
- IPSS. (2014). *Diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas* (pp. 1–58).
- Jayaraj, R., Megha, P., & Sreedev, P. (2016). Review Article. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. *Interdisciplinary Toxicology*, 9(3–4), 90–100. <https://doi.org/10.1515/intox-2016-0012>
- Lamichhane, R., Lama, N., & Subed, S. (2019). *Use of Pesticides and Health Risk among Farmers in Sunsari District, Nepal*. 17(1), 66–70.
<https://doi.org/10.33314/jnhrc.1204>
- Lemos, M. (2022a). *Examen de colinesterasa: qué es, para qué sirve y resultados*.
<https://www.tuasaude.com/es/colinesterasa-en-sangre/>
- López-Durán, R. M., Valencia-Quintana, R., Sánchez-Alarcón, J., Pérez-Aguilar, B., Salinas-Arreortua, N., Serrano, H., García-Suárez, M. D., Muñoz-Nava, H., Hernández-Hernández, Á., Vidal-Moreno, C., & Gómez-Olivares, J. L. (2018). La estructura y función de las colinesterasas: Blanco de los plaguicidas. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 34(1), 69–80.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.ESP02.06>
- Marrero, S., González, S., Guevara, H., & Eblen, A. (2017). Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. *Comunidad y Salud*, 17(1), 30–41.

- Medina, O. M., Sánchez, L. H., & Flórez-Vargas, O. (2015). Artículo científico Actividad enzimática colinesterasa en muestras de sangre humana: efecto de las condiciones de almacenamiento Cholinesterase enzyme activity in human blood samples: effects of the store conditions. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, 47(2), 151–158.
- Mekonen, S., Belete, B., Melak, F., & Ambelu, A. (2023). Determination of pesticide residues in the serum of flower farm workers: A growing occupational hazards in low income countries. *Toxicology Reports*, 10(January), 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.02.012>
- Mequanint, C., Getachew, B., Mindaye, Y., Amare, D. E., Guadu, T., & Dagne, H. (2019). Practice towards pesticide handling, storage and its associated factors among farmers working in irrigations in Gondar town, Ethiopia, 2019. *BMC Research Notes*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4754-6>
- Morales, A., & Moral, D. E. L. (2019). *Determinación de carbamatos en zumo mediante electroforesis capilar empleando líquidos iónico*. 4(2), 185–190.
- Mueller, W., Atuhaire, A., Mubeezi, R., van den Brenk, I., Kromhout, H., Basinas, I., Jones, K., Povey, A., van Tongeren, M., Harding, A. H., Galea, K. S., & Fuhrmann, S. (2022). Evaluation of two-year recall of self-reported pesticide exposure among Ugandan smallholder farmers. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 240, 113911. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113911>
- Murillo Anita. (2022). Intoxicación por inhibidores de colinesterasa y su efecto en la salud de agricultores. *FIPCAEC*, 7(4), 1487–1515. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i4>
- Olga, M., Luz, S., & Oscar, F. (2015). Actividad enzimática colinesterasa en muestras de sangre humana: efecto de las condiciones de almacenamiento. *Rev Univ Ind Santander Salud*, 47(2), 151–158.
- Ospina, M., Prieto, F., Pacheco, O., & Quijada, H. (2017). Sustancias Químicas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

- Peña, T. (2020). *Exposición crónica del uso de organofosforados como factor de riesgo para infarto agudo de miocardio* *Exposición crónica del uso de organofosforados como factor de riesgo para infarto agudo de miocardio*.
- Ramírez, L. (2019). Exposición a agroquímicos en trabajadores de un cultivo de flores en la sabana de Bogotá. *Zaguan.Unizar.Es*, 0–43.
<http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ-TFG-2014-408.pdf>
- Saborío, E., Mora, M., & Durán, M. (2019). Intoxicación Por Organofosforados. *Revista Espanola de Anestesiologia y Reanimacion*, 36(5), 298.
- Silveira-Gramont, M. I., Aldana-Madrid, M. L., Piri-Santana, J., Valenzuela-Quintanar, A. I., Jasa-Silveira, G., & Rodríguez-Olibarria, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: Un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 7–21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.01>
- Silverio, C., Ramón, G., & Guzmán, E. (2015). *EVALUACIÓN CLÍNICA EPIDEMIOLÓGICA DE SALUD EN SUSCEPTIBLES EXPUESTOS A INHIBIDORES DE LA CHE EN SECTORES FRUTÍCOLAS DE PATATE, TUNGURAHUA-ECUA*. file:///C:/Users/Uu/Downloads/16-Texto%20del%20art%C3%ADculo-60-1-10-20160106.pdf
- Toro, B. M., Rojas-Rodríguez, A. E., & Díaz-Zapata, J. A. (2017). Levels of serum cholinesterase in coffee growers from the caldas department, Colombia. *Revista de Salud Publica*, 19(3), 318–324. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.52742>
- Toro-Osorio, B. M., Rojas-Rodríguez, A. E., & Díaz-Zapata, J. A. (2017). Levels of serum cholinesterase in coffee growers from the caldas department, Colombia. *Revista de Salud Publica*, 19(3), 318–324.
<https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.52742>
- Vale, A., & Lotti, M. (2015). Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. In M. Lotti & M. L. B. T.-H. of C. N. Bleecker (Eds.), *Occupational Neurology* (Vol. 131, pp. 149–168). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X>

- Vásquez Mary. (2020). Intoxicación por organofosforados. *Asociación Española de Pediatría. Prohibida*, 5(8), 3–9.
https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/55_intoxicacion_organofosforados.pdf
- Zapata., S. del R. P. (2014). *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*. 68.
- Zaragoza, A., Valladares, B., Ortega, C., Zamora, J., Velázquez, V., & Aparicio, J. (2016). Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública. *Revisión de Literatura. Enero-Abril*, 6(1), 43–55.

11. Anexo

Anexo 1. Matriz de características de los estudios incluidos.

N°	Título	Autor/es	Año	Tipo de Estudio	Población	Objetivos	URL/DOI
1	Evaluation of two-year recall of self-reported pesticide exposure among Ugandan smallholder farmers	Mueller et al	2022	Estudio transversal	Casos de intoxicación por plaguicidas en agricultores en Uganda durante 2017	Determinantes de la exposición durante un periodo de dos años de un país de bajos ingresos.	https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113911
2	Pesticide usage practices as sources of occupational exposure and health impacts on horticultural farmers in Meru County, Kenya	Marete et al	2021	Estudio transversal	Clase de plaguicida que causa intoxicación en Meru, Kenia durante 2016	Establecer los tipos de plaguicidas utilizados en la población agrícola.	https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06118
3	Determination of pesticide residues in the serum of flower farm workers: A growing occupational hazards in low income countries	Mekonen et al.	2023	Estudio longitudinal	Casos de intoxicación para evaluar el nivel de plaguicidas en el suero y Equipos de protección personal	Investigar el nivel de plaguicidas en el suero sanguíneo de los trabajadores de las granjas de flores como predictor de la exposición ocupacional y los Equipos de protección personal.	https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.02.012

4	Occupational and residential exposures to organophosphate and pyrethroid pesticides in a rural setting	Bravo et al.	2022	Estudio transversal	Se investigó sobre el uso de EPP en trabajadores agrícolas y residentes rurales de Sucs (Cataluña).	Investigar como utilizan los agricultores los equipos de protección personal (EPP).	https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114186
5	Association of Pesticide Exposure with Cognitive Function in Farmers	Setyopranto et al.	2023	Estudio transversal	Casos de intoxicación en muestras de sangre. Estudio realizado en el distrito de Ngablak, Regencia de Magelang, Java Central, Indonesia durante el 2017-2018	Identificar cualquier correlación entre la colinesterasa eritrocitaria y el tipo de plaguicidas.	10.1159/000530899
6	A Cross-Sectional Study of Pesticide Use and Knowledge of Smallholder Potato Farmers in Uganda	Okonya et al.	2015	Estudio transversal	Se investigó el tipo de plaguicida causante de intoxicación y cuáles son los EPP que utilizan al momento de fumigar. En seis subcondados (África)	Este estudio buscó promover prácticas adecuadas y seguras de manejo de plaguicidas	10.1155/2015/759049
7	Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla <i>Junca Allium fistulosum</i> En el municipio de pasto	Arévalo C et al	2014	Estudio transversal	Se investigó sobre las condiciones de aplicación: equipo de protección en el Municipio de Pasto (Nariño Colombia) durante 2009 y los plaguicidas más utilizados.	Identificar las condiciones de aplicación y manejo de plaguicidas de este cultivo	http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742014000100008 NS -

8	Exposição a agrotóxicos: estudo de base populacional em zona rural do sul do Brasil	Bortolotto et al.	2020	Estudio transversal	Se investigó sobre la exposición y los factores que perjudican a los agricultores se llevó a cabo en ocho distritos rurales de Pelotas, en el sur de Brasil 2016	Estimar la prevalencia de la exposición a plaguicidas y los factores asociados entre los habitantes de las zonas rurales.	https://doi.org/10.1590/1980-549720200027
9	Use of Pesticides and Health Risk among Farmers in Sunsari District, Nepal.	Lamichhan e et al.	2019	Estudio transversal	Se investigo sobre que plaguicidas eran comúnmente más utilizados por agricultores de Duhabi-Bhaluwa del distrito de Sunsari, Nepal en 2015	Explorar los efectos de los plaguicidas en la salud de los agricultores de Sunsari y que tipo de plaguicida se utiliza en los sembríos.	10.33314/jnhrc.1204
10	Conhecimento dos agricultores sobre riscos de intoxicação pelo uso de agrotóxicos	Menegat et al.	2019	Estudio longitudinal	Se realizó con productores rurales de los 3 Distritos de Consolata, pertenecientes a la zona rural del municipio de Três de Maio, Rio Grande do Sur (RS) .2017	Explorar el conocimiento de los agricultores sobre los riesgos de intoxicación por el mal uso del EPP	10.4025/ciencuidsaude.v18i2.39659
11	Chemical exposure reduction: Factors impacting on South African herbicide sprayers' personal protective equipment compliance and high risk work practices.	Andrade et al.	2015	Estudio longitudinal	Se realizo una investigación sobre los equipos de protección individual que trabajaban en la limpieza de vegetación de trabajadores que aplican herbicidas para Working for Water (WfW).	Comprender el bajo cumplimiento de los equipos de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores como medida de mitigación de riesgos; en particular, los trabajadores que aplican herbicidas	10.1016/j.envres.2015.05.028

12	Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia	Toro et al.	2017	Estudio transversal	se determinó los niveles de colinesterasa sérica en muestra de 1,098 agricultores del Alto Oriente y Centro Sur del Departamento de Caldas, 2012-2013	Determinar niveles de colinesterasa sérica en caficultores del departamento de Caldas y su asociación con factores demográficos y ocupacionales.	10.15446/rsap.v19n3.52742
13	Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia	Varona et al.	2016	Estudio longitudinal	Casos de intoxicación para el análisis de plaguicidas organofosforados, organoclorados. y carbamatos de los participantes en Tolima, Colombia.	Caracterizar la forma en que los agricultores se exponen a los plaguicidas y se presenta la intoxicación.	10.15446/rsap.v18n4.52617
14	Practice towards pesticide handling, storage and its associated factors among farmers working in irrigations in Gondar town, Ethiopia, 2019.	Mequanint et al.	2019	Estudio transversal	Se incluyeron todos los agricultores de riego de la zona seleccionada que estuvieron presentes durante la recolección de datos y fueron voluntarios.	Evaluar la práctica de manipulación y almacenamiento de plaguicidas y sus factores asociados entre los agricultores dedicados al riego en la ciudad de Gondar, Etiopía, 2019	10.1186/s13104-019-4754-6
15	Pesticide exposure and adverse health effects associated with farmwork in Northern Thailand.	Forté et al.	2021	Estudio transversal	Se compararon las concentraciones de los biomarcadores de salud entre los trabajadores agrícolas convencionales y los trabajadores agrícolas antes y después de la fumigación.	Evaluar la exposición a plaguicidas y comprender los efectos resultantes en la salud de los trabajadores agrícolas en el norte de Tailandia.	10.1002/1348-9585.12222

Equipo de protección personal: EPP

Anexo 2. Matriz con los resultados y conclusiones de los estudios incluidos.

N°	Título	Autor/es	Año de publicación	Resultados	Conclusiones
1	Evaluation of two-year recall of self-reported pesticide exposure among Ugandan smallholder farmers	Mueller et al	2022	<p>-Edad: <50 años</p> <p>-Experiencia de trabajo: de 2 a 29 años (43.1%) y ≥ 30 años (56.9%)</p> <p>-Sexo: Masculino</p> <p>-Nivel de estudio: primaria o superior: 66.7%.</p> <p>-EPP: 61.2% ocupan el equipo de protección</p> <p>-Hábitos de higiene: 45%</p> <p>-Tipo de plaguicida: -</p> <p>Organofosforado: 63.1%</p> <p>-Carbamatos: 16.03%</p> <p>-Piretroides: 28.6%</p> <p>-Organoclorados: 3.3%</p> <p>-Bipiridilos: 2.8%</p>	En general, se encontraron que la falta de capacitación, la mala utilización de los EPP al momento de realizar fumigaciones en sus cultivos aumenta la probabilidad de que los agricultores tengan una intoxicación aguda.
2	Pesticide usage practices as sources of occupational exposure and health impacts on horticultural farmers in Meru County, Kenya	Marete et al	2021	Organofosforados y piretroides se experimentaron niveles más altos	Se utilizaban diversas clases de plaguicidas siendo los más utilizados el paratión, el diazinón, el dimetoato, la permetrina, el pirimifos metilo, la endrina, la deltametrina, el dieldrín, el propoxur y el endosulfán.

3	Determination of pesticide residues in the serum of flower farm workers: A growing occupational hazards in low income countries	Mekonen et al.	2023	<p>-Edad: > 30 años.</p> <p>-Sexo: Masculino</p> <p>-Tiempo de exposición: 30 min: 11.3%, 60 min: 24.7%, 120 min: 20.6%, Cuando se seca el spray: 39.7% y en cualquier momento cuando se solicite: 3.6%</p> <p>-Nivel educativo: Sin educación formal: 20.6%.</p> <p>-EPP: 75% de los trabajadores agrícolas utilizaban el equipo de protección personal.</p> <p>-Valor promedio: El 72 % Valores por debajo de 4620-11500 UI/L de los parámetros de normalidad.</p> <p>- Tipo de plaguicida:</p> <p>-Organoclorado: p,p'-DDT y p,p'-DDE a altas concentraciones: 6,7 ng/mL</p> <p>-Piretroides (cipermetrina, permectrina y deltametrina: 7,4 ng/mL en suero.</p>	Se observaron altas concentraciones de plaguicidas tanto en los trabajadores de las granjas de flores como en los controles La presencia de residuos de plaguicidas clorados en los fluidos corporales puede ser un factor de riesgo para diferentes problemas de salud, incluidas las enfermedades crónicas como el cáncer y esto también se debe a la falta de utilización de los EPP
4	Occupational and residential exposures to organophosphate and pyrethroid pesticides in a rural setting	Bravo et al.	2022	<p>-Sexo: hombres.</p> <p>-Edad: >18 años</p> <p>-Tiempo de exposición: 10 días/año: 60% fumigaban.</p> <p>-Sobrepeso: 45% y obeso: 22%.</p> <p>-EPP: 39.3% no utilizaba el equipo de protección.</p>	Se ha demostrado que el equipo de protección personal, como guantes y mascarillas, durante la mezcla o aplicación de plaguicidas disminuye la exposición general.

5	Association of Pesticide Exposure with Cognitive Function in Farmers	Setyopranoto et al.	2023	<p>Tipo de plaguicida: -Organofosforados: puntuaciones significativamente más bajas en comparación con otros tipos de plaguicidas, pero no en carbamato.</p> <p>Valor promedio: El 32.5% se encontraron valores de colinesterasa por debajo de los niveles de normalidad.</p>	La exposición a largo plazo a los organofosforados podría producir una menor función cognitiva y la asociación insignificante entre los niveles de ChE en sangre.
6	A Cross-Sectional Study of Pesticide Use and Knowledge of Smallholder Potato Farmers in Uganda	Okonya et al.	2015	<p>Sexo: Masculino.</p> <p>Numero de aplicación: 18 hasta 12 veces por temporada.</p> <p>Edad: 31 y 64 años.</p> <p>Nivel de educación: Bajo, es decir, <7 años de escuela.</p> <p>EPP: 34.5% no utilizaba</p> <p>Tipo de plaguicida: Se han utilizado plaguicidas piretroides y organofosforados inhibidores de la acetilcolinesterasa causando envenenamiento.</p>	Muchos agricultores no utilizan estrictamente medidas de protección para protegerlos a ellos y al medio ambiente de los peligros de la exposición a plaguicidas
7	Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla <i>Junca Allium fistulosum</i> En el municipio de pasto	Arévalo et al	2014	Entre los plaguicidas carbamatos y organofosforados con 16.6% se encontraron en el suero de los agricultores.	El consumo de plaguicidas en la zona de estudio es alto; se presenta una amplia variedad de agroquímicos, destacándose el grupo de los fungicidas con 42 ingredientes activos diferentes, por la falta de EPP.

8	Exposição a agrotóxicos: estudo de base populacional em zona rural do sul do Brasil	Bortolotto et al.	2020	<p>Edad: 40 y 49 años. Sexo: Masculino. Nivel de estudio: (0-4): 38,6%; (5-8): 36,9% y (9-mas): 24,5% Tiempo de exposición: contacto con plaguicidas: 23,7% e intoxicación por plaguicidas: 5,9%.</p>	Aproximadamente uno de cada cuatro adultos en el área rural de Pelotas estuvo en contacto con pesticidas en el año anterior al estudio.
9	Use of Pesticides and Health Risk among Farmers in Sunsari District, Nepal.	Lamichhane et al.	2019	<p>-Tipo de plaguicida: Fungicidas (60,3%), Herbicidas (56,3%), Piretro (35,3%) Organofatorado (11,6%) -Factores de riesgo: Factores ambientales</p>	Una sexta parte de los agricultores reportaron problemas de salud. Los agricultores que trabajaban con plaguicidas peligrosos necesitaban una atención especial en términos de manejo seguro
10	Conhecimento dos agricultores sobre riscos de intoxicação pelo uso de agrotóxicos	Menegat et al.	2019	<p>Edad: >40 años. Sexo: masculino. Nivel de educación: escuela primaria incompleta: 8,9%; bachillerato incompleto: 7%; educación superior incompleta: 1,4% y educación superior completa: 2,7%. Tiempo de exposición: durante el ciclo de cultivo: 69,7%; mensualmente: 17,2%; semanalmente: 6,1% y ocasionalmente: 6,7%. EPI: 16,68% no utilizan.</p>	Se concluye que los agricultores utilizan equipos de protección personal, pero no de forma adecuada, optando por un accesorio u otro, en función de la conveniencia y disponibilidad. Los EPP más utilizados por los agricultores son botas, guantes, mascarillas y ropa impermeable.
11	Chemical exposure reduction: Factors impacting on South African herbicide sprayers' personal protective equipment compliance and high risk work practices.	Andrade et al.	2015	<p>Edad: >18 años Sexo: masculino EPP: Uso de pantalones protectores de algodón azul, cascos, botas de cuero con puntas de acero y guantes.</p>	Se concluye que estos factores tendrían que abordarse para promover el cumplimiento de los EPP. Además de una baja percepción de riesgo del uso de plaguicidas

12	Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia	Toro et al.	2017	<p>Edad: >18 años Sexo: masculino EPP: 37,8% solo usan ropa de trabajo. Nunca emplean protección para el cuerpo: 22,2%; protección para la cabeza y respiratorio: 11,1%; protección para las manos: 26,7% y protección para los ojos: 37,8%. Hábitos de higiene: 67.3% si realizaba hábitos de higiene. -Valor promedio: Los valores de referencia manejados en este estudio fueron de 4 659 a 14 443 U/L a 37°C el 1,9 % por debajo del 14 443 U/L, teniendo en cuenta que el mayor porcentaje de agricultores fue del sexo masculino. -Tipo de Plaguicida: -Organofosforado. En su orden: Lorsban (Clorpirifos) 35,7 %; Cipermetrina 13,7% (insecticida piretroide de amplio espectro); Thionil (Endosulfán) 3,1%; Malathion (di (etoxycarbo-nil) 2,2 %; Furadan (Carbofurán) 1,7%, Fentopen 1,1%; Lannate (metomil) 0,2%; Abamecal 0,27%</p>	<p>Los niveles bajos de colinesterasa sérica indican la absorción de una cantidad mínima de insecticidas inhibidores de la colinesterasa. Mientras que el uso de elementos de protección personal durante la jornada de fumigación por los agricultores estudiados es una medida que ayuda a disminuir el riesgo de exposición a los plaguicidas, lo que explicaría el porcentaje de los resultados de la colinesterasa dentro del rango normal. el uso y manejo adecuado de plaguicidas permite generar buenas prácticas en los agricultores que ayudan a minimizar el riesgo para la salud que implica la exposición a insecticidas de tipo organofosforados y carbamatos.</p>
13	Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia	Varona et al.	2016	<p>-Tipo de plaguicida: Los plaguicidas α-BHC, β-endosulfán, 2,4-DDT, 4,4-DDE, bromofosetil, bromofosmetil, endosulfán sulfato, HCB, heptacloro, malatión, metamidofos, metilparatión, oxiclordano, pirimifos-metil y profenofos son organoclorados y fueron identificados en todos los participantes.</p>	<p>Se concluye que los agricultores usan muchos plaguicidas en los cultivos de arroz con acción insecticida</p>

14	Practice towards pesticide handling, storage and its associated factors among farmers working in irrigations in Gondar town, Ethiopia, 2019.	Mequanint et al.	2019	<p>Edad: >18 años</p> <p>Sexo: masculino</p> <p>Estudio: No puede leer ni escribir: 1%, Educación informal: 3,05, Elemental: 5.38%; Secundario: 9.51.</p> <p>Conocimiento de los peligros de los plaguicidas: expuesto al pesticida durante la aplicación (78,7%), Mezclar pesticidas dentro de la casa: (25,7%).</p> <p>EPP: 21.9% no utilizaba todos los elementos de protección.</p>	El nivel educativo, el conocimiento y la actitud se identificaron como los factores que tienen una fuerte asociación con la práctica de manejo y almacenamiento de plaguicidas entre los agricultores que trabajan en el riego.
15	Pesticide exposure and adverse health effects associated with farmwork in Northern Thailand.	Forté et al.	2021	<p>Niveles más altos de actividad de BuChE en comparación con los trabajadores agrícolas ($P < .0001$). Solo en los trabajadores agrícolas, se correlacionó la actividad previa y posterior a la fumigación de AChE (0.32, $P = 0,01$) y BuChE (0,31, $P = 0,01$).</p> <p>-EPP: para mezclar, fumigar y almacenar los plaguicidas su utilizaban el uniforme</p> <p>-Nivel Educativo: 4.3% no termino la primaria</p>	Esta población de trabajadores agrícolas tuvo alteraciones significativas, los biomarcadores clínicos como la actividad de la colinesterasa, en relación con los controles emparejados.

Organoclorados (OCP); Equipo de protección personal (EPP); colinesterasa (ChE); butirilcolinesterasa (BuChE); acetilcolinesterasa (AChE);

Anexo 3. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Número	Autor	JBI%	Riesgo de sesgo
1	Mueller et al	100	Bajo
2	Marete et al	75	Bajo
3	Mekonen et al	80	Bajo
4	Bravo et al	80	Bajo
5	Setyopranoto et al	100	Bajo
6	Okonya et al	87.5	Bajo
7	Arévalo et al	87.5	Bajo
8	Bortolotto et al	100	Bajo
9	Lamichhane et al	75	Bajo
10	Menegat et al	87.5	Bajo
11	Andrade et al	80	Bajo
12	Toro et al	87.5	Bajo
13	Varona et al	80	Bajo
14	Mequanint et al	100	Bajo
15	Forté et al	100	Bajo

Anexo 4. Informe de pertinencia Proyecto de Integración Curricular

Memorando Nro.: UNL-FSH-CLC-2024-0004-M

Loja, 05 de enero de 2024

PARA: Sra. Luisa Ivonne Celi Carrion
Personal Academico Ocasional I Tiempo Completo

ASUNTO: DESIGNACIÓN PARA DAR PERTINENCIA A TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN SRTA. MAYRA QUEZADA JIMÉNEZ

Con un cordial saludo me dirijo a usted, con el objetivo de de comunicarle que de acuerdo al Art. 225 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, para la fase de presentación del proyecto de investigación (proyecto del trabajo de integración curricular) " ... el Director/a de carrera o programa, quien designará un docente con conocimiento y/o experiencia sobre el tema, que podrá ser el que asesoró su elaboración, para que emita el informe de estructura, coherencia y pertinencia del proyecto; por lo cual se le ha designado para que dé informe de pertinencia al trabajo de la estudiante MAYRA MIREYA QUEZADA JIMÉNEZ, con el tema: "**Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaguicidas. Revisión sistemática**". Para lo cual de acuerdo a la normativa vigente tiene un plazo de ocho días laborables, contados a partir de la recepción del proyecto.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi más alta consideración y estima.

Cc. Srta. Mayra Mireya Quezada Jiménez.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Sra. Sandra Elizabeth Freire Cuesta
DIRECTORA DE CARRERA

Anexos:

- anteproyecto_final_colinesterasa_serica_mayra_quezada.pdf



Anexo 5. designación de director para el Trabajo de Investigación Curricular.



unl Universidad
Nacional
de Loja

Carrera de
Laboratorio Clínico

Memorando Nro.: UNL-FSH-CLC-2024-0043-M

Loja, 24 de enero de 2024

PARA: Sra. Luisa Ivonne Celi Carrion
Personal Academico Ocasional I Tiempo Completo

ASUNTO: DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR SRTA. MAYRA QUEZADA JIMÉNEZ

Por el presente y dando cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 228 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, aprobado el 7 de julio de 2009⁷ una vez que ha cumplido con todos los requisitos y considerando que el proyecto de tesis fue aprobado; me permito hacerle conocer que esta Dirección le ha designado Directora del trabajo de Investigación curricular, titulado: " Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaquisidas. Revisión Sistemática", de autoría de la Srta. Mayra Mireya Quezada Jiménez, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi más alta consideración y estima.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Sra. Sandra Elizabeth Freire Cuesta
DIRECTORA DE CARRERA



Anexo 6. Evaluación de calidad de la revisión sistemática.

Resultados de la declaración PRISMA			Si	Parcial	No
Título					
Resumen	1	Título	X		
Introducción	2	Resumen estructurado	X		
Metodología	3	Justificación	X		
	4	Objetivos	X		
	5	Protocolos y registros			X
	6	Criterios de elegibilidad	X		
	7	Fuentes de información	X		
	8	Búsqueda	X		
	9	Selección de estudios	X		
	10	Proceso de recopilación de datos	X		
	11	Elementos de datos	X		
	12	Riesgo de sesgo entre estudios de sesgo en estudios individuales	X		
	13	Medidas de resumen			X
	Resultados	14	Síntesis de resultados		X
15		Riesgo de sesgo entre los estudios	X		
16		Análisis adicionales	X		
17		Selección de estudios	X		
18		Características del estudio	X		
19		Riesgo de sesgo dentro de los estudios	X		
20		Resultados de estudios individuales	X		
21		Síntesis de resultados		X	
22		Riesgo de sesgo entre los estudios	X		
23		Análisis adicionales	X		
Discusión	24	Resumen de evidencia	X		
	25	Limitaciones		X	
	26	Conclusiones	X		
Fondo	27	Fondos	X		
		Total	22	3	2
		Porcentaje	81.5%	11.1%	3.7%

Anexo 7. Certificado de traducción.



Juan Pablo Ordóñez Salazar
CELTA-Certified English Teacher,
traductor e intérprete.

Certificación de traducción al idioma inglés.

JUAN PABLO ORDÓÑEZ SALAZAR.
CELTA-certified English teacher, traductor e intérprete.

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés, del resumen de tesis titulado: "Colinesterasa Sérica: Biomarcador de Exposición a Plaguicidas. Revisión sistemática.", de autoría de la estudiante Mayra Mireya Quezada Jiménez, con número de cédula 1104835465, egresada de la materia Trabajo de Integración Curricular de la Facultad de la Salud Humana de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad, y autorizo a la interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 29 de febrero del 2024

1103601090 JUAN PABLO ORDÓÑEZ SALAZAR
Firmado digitalmente por JUAN PABLO ORDÓÑEZ SALAZAR
Fecha: 2024.02.29 09:41:50 -0500

Juan Pablo Ordóñez Salazar

DNI: 110360109-0

Código de Perito de la Judicatura: 12298374

Celular: +593 994290147

CELTA – CERTIFIED ENGLISH TEACHER, TRADUCTOR E INTÉRPRETE