



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

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



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



AT 2026-FFBB-061

CONSTANCIA

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

Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025

Presentado por:

CHILQUILLO LLANCARI MIRIAM HEYDI

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 1% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20173489

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 25 de mayo de 2026


.....
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



PGJJ/hadp

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros
hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito
de Los Molinos, Ica-Perú, 2025

Línea de investigación
Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Autor:

Bach. MIRIAM HEYDI CHILQUILLO LLANCARI

Ica, Perú
2026

Dedicatoria

A Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia a lo largo de este proceso académico.

A mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante, quienes han sido el pilar fundamental para alcanzar esta meta profesional.

A todas las personas que confiaron en mí y me alentaron a seguir adelante, dedicando esfuerzo y compromiso en cada etapa de este camino.

Agradecimientos

Expreso mi profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, por su orientación académica, paciencia y valiosos aportes metodológicos que hicieron posible la culminación del presente estudio.

A las autoridades y trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, por su disposición y colaboración durante el proceso de recolección de datos, permitiendo el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a los docentes y profesionales que contribuyeron con sus conocimientos y experiencia, así como a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, brindaron su apoyo para la realización de este trabajo.

Índice

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	ii
Índice	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	24
III. RESULTADOS.....	33
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
VIII. ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.	33
Tabla 2. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados.	35
Tabla 3. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio	36
Tabla 4. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas	37
Tabla 5. Asociación entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en la muestra seleccionada.	38

Índice de figuras

Figura 1. Relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.	33
Figura 2. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados.	35
Figura 3. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio.	36
Figura 4. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas.	37

Resumen

Objetivo: Determinar la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Material y métodos: Estudio cuantitativo, correlacional, no experimental y transversal. La muestra estuvo conformada por 297 trabajadores agrícolas seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La exposición a pesticidas se evaluó mediante un cuestionario estructurado validado por juicio de expertos y confiabilidad aceptable ($\alpha \geq 0,80$). Los parámetros hematológicos fueron obtenidos mediante hemograma automatizado. Se aplicó estadística descriptiva e inferencial utilizando la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Resultados: Se evidenció asociación significativa entre la exposición a pesticidas y la alteración global de los parámetros hematológicos ($p < 0,001$). Asimismo, se encontró relación significativa con el recuento eritrocitario ($p < 0,001$), leucocitario ($p = 0,003$), plaquetario ($p < 0,001$) y con los índices eritrocitarios como hemoglobina, hematocrito, VCM, HCM y CHCM ($p < 0,001$). Los trabajadores con alta exposición presentaron mayor proporción de alteraciones hematológicas en comparación con aquellos con baja exposición.

Conclusiones: La exposición a pesticidas se asocia significativamente con alteraciones hematológicas en trabajadores agrícolas, evidenciando un posible impacto ocupacional en la salud sanguínea de esta población.

Palabras clave: Plaguicidas; Exposición ocupacional; Parámetros hematológicos; Agricultores; Salud ocupacional.

Abstract

Objective: Determine the relationship between pesticide exposure and hematological parameters in agricultural workers from the district of Los Molinos, Ica – Peru, 2025.

Materials and Methods: A quantitative, correlational, non-experimental, and cross-sectional study was conducted. The sample consisted of 297 agricultural workers selected through non-probability convenience sampling. Pesticide exposure was assessed using a structured questionnaire validated by expert judgment and showing acceptable reliability ($\alpha \geq 0.80$). Hematological parameters were obtained through automated complete blood count analysis. Descriptive and inferential statistics were applied using Pearson's Chi-square test, with a significance level of $\alpha = 0.05$.

Results: A significant association was found between pesticide exposure and overall hematological alterations ($p < 0.001$). Significant relationships were also identified with erythrocyte count ($p < 0.001$), leukocyte count ($p = 0.003$), platelet count ($p < 0.001$), and erythrocyte indices including hemoglobin, hematocrit, MCV, MCH, and MCHC ($p < 0.001$). Workers with high pesticide exposure showed a greater proportion of hematological alterations compared to those with low exposure levels.

Conclusions: Pesticide exposure is significantly associated with hematological alterations in agricultural workers, suggesting a potential occupational impact on blood health in this population.

Keywords: Pesticides; Occupational Exposure; Hematologic Tests; Farmers; Occupational Health.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna ha incrementado considerablemente el uso de pesticidas con el fin de maximizar la producción agrícola y reducir las pérdidas por plagas. Sin embargo, esta práctica ha generado preocupaciones relevantes sobre los efectos adversos en la salud humana, especialmente en contextos laborales expuestos constantemente a estos químicos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que cada año ocurren aproximadamente 3 millones de casos de intoxicación por pesticidas, con una elevada tasa de morbilidad en países en desarrollo (1).

En América Latina, el uso intensivo de plaguicidas es una práctica común, muchas veces sin regulaciones estrictas ni equipos de protección adecuados. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha advertido que la exposición prolongada a plaguicidas puede provocar alteraciones neurológicas, respiratorias, reproductivas y hematológicas en trabajadores agrícolas, quienes están entre los grupos más vulnerables (2). A pesar de estas advertencias, muchos trabajadores continúan expuestos sin supervisión médica ni control biomédico regular.

En el Perú, el Ministerio de Salud (MINSA) ha reportado múltiples casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas, especialmente en regiones agroindustriales como Ica. En su más reciente boletín epidemiológico, se indicó que durante las primeras semanas del año 2025 se reportaron más de 1,200 notificaciones de exposición a plaguicidas en todo el país, la mayoría de ellas en zonas rurales (3). A pesar de estas cifras, existe una notoria escasez de investigaciones que profundicen en los efectos hematológicos de dicha exposición, lo que deja un vacío importante en la vigilancia epidemiológica ocupacional.

Diversos estudios han evidenciado que la exposición crónica a pesticidas se asocia con alteraciones en parámetros hematológicos como leucocitos, hemoglobina y plaquetas, lo cual podría reflejar procesos inflamatorios o tóxicos subyacentes (4). Tales alteraciones no siempre se manifiestan clínicamente al inicio, pero podrían ser precursoras de afecciones graves como anemia, leucopenia o trastornos inmunitarios si no son detectadas oportunamente mediante tamizaje hematológico periódico.

En el distrito de Los Molinos, Ica, la agricultura constituye una de las principales actividades económicas, sustentada por cultivos de alta demanda como la uva, el espárrago y la palta. Los trabajadores agrícolas de esta zona están frecuentemente expuestos a pesticidas, especialmente durante las campañas de fumigación, sin que existan mecanismos de control médico ocupacional estandarizados. No se han identificado estudios previos que evalúen la relación entre esta exposición y el estado hematológico de la población trabajadora local, lo cual representa una

limitación importante para la formulación de estrategias preventivas y políticas públicas de salud ocupacional en la región.

Frente a esta realidad, surge la necesidad de investigar de manera específica y científica la posible relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos. Esta investigación busca no solo identificar posibles alteraciones biológicas, sino también contribuir a generar evidencia útil para la formulación de intervenciones en salud ocupacional, fortaleciendo el enfoque preventivo y la vigilancia médica en zonas agrícolas vulnerables.

El Capítulo I desarrolla la introducción de la investigación, en la cual se expone de manera sistemática el planteamiento del problema relacionado con la exposición ocupacional a pesticidas y su posible impacto sobre los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos – Ica. Asimismo, se presentan los antecedentes internacionales, nacionales y locales que sustentan la relevancia del estudio, destacando la evidencia científica que vincula la exposición crónica a plaguicidas con alteraciones hematológicas como anemia, leucopenia, trombocitopenia y modificaciones en los índices eritrocitarios.

De igual manera, se desarrollan las bases teóricas relacionadas con la clasificación y mecanismos de acción de los pesticidas, las vías de exposición ocupacional, los procesos de toxicidad hematológica, el estrés oxidativo y los efectos sobre la médula ósea y el sistema inmunológico. Finalmente, se formulan la justificación e importancia de la investigación, el problema general y los problemas específicos, los objetivos planteados y las hipótesis que orientan el desarrollo del trabajo científico.

El Capítulo II aborda la estrategia metodológica empleada en la investigación, detallando el enfoque cuantitativo, el tipo correlacional y el diseño no experimental de corte transversal. Se describe la población conformada por aproximadamente 1,300 trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos durante el año 2025, así como la muestra de 297 participantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

En este capítulo se precisan los criterios de inclusión y exclusión, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de la información, incluyendo el cuestionario estructurado para evaluar el nivel de exposición a pesticidas (frecuencia, años de contacto, tipo de compuesto, vías de exposición, uso de equipo de protección personal y prácticas de riesgo) y el hemograma automatizado para la medición objetiva de los parámetros hematológicos (hemoglobina, hematocrito, eritrocitos, leucocitos, plaquetas e índices eritrocitarios como VCM, HCM y CHCM).

Asimismo, se describen los procedimientos aplicados para el análisis e interpretación de los datos mediante estadística descriptiva e inferencial, empleando la prueba de correlación de Spearman para determinar la asociación entre el nivel de exposición y las alteraciones hematológicas, garantizando el rigor metodológico, la validez mediante juicio de expertos y la confiabilidad a través del coeficiente Alfa de Cronbach.

El Capítulo III presenta los resultados del estudio, los cuales se exponen mediante tablas y representaciones gráficas organizadas según los objetivos específicos planteados. En este capítulo se incluye el análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y laborales de los participantes, la clasificación del nivel de exposición a pesticidas (baja, moderada y alta) y la determinación de la frecuencia de alteraciones en los parámetros hematológicos.

Asimismo, se desarrolla el análisis inferencial que permite identificar la relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario, leucocitario y plaquetario, así como la asociación con los índices eritrocitarios. Se presentan los valores de correlación y significancia estadística que sustentan la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas.

El Capítulo IV comprende la discusión de los hallazgos, en la cual se realiza un análisis crítico de los resultados obtenidos, contrastándolos con los antecedentes nacionales e internacionales revisados. Se interpretan las concordancias y discrepancias encontradas respecto a la magnitud de la exposición ocupacional y su impacto hematológico, contextualizando los resultados dentro del marco teórico de la toxicología ocupacional, la salud pública y la vigilancia epidemiológica en poblaciones agrícolas.

Asimismo, se analizan las implicancias del uso inadecuado de equipo de protección personal, la capacitación insuficiente en manejo seguro de pesticidas y las condiciones laborales del sector agrícola, considerando las fortalezas y limitaciones del estudio.

El Capítulo V expone las conclusiones derivadas de la investigación, formuladas en función de los objetivos planteados y los resultados obtenidos, brindando respuestas claras y precisas a las preguntas relacionadas con la relación entre la exposición a pesticidas y las alteraciones en los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos – Ica.

El Capítulo VI presenta las recomendaciones, orientadas a fortalecer la vigilancia sanitaria ocupacional, implementar programas periódicos de tamizaje hematológico, promover el uso adecuado de equipo de protección personal, reforzar la capacitación sobre manejo seguro de pesticidas y establecer estrategias preventivas coordinadas entre autoridades sanitarias y el sector agrícola. Asimismo, se proponen líneas de investigación futuras que profundicen en biomarcadores específicos de exposición y estudios longitudinales que permitan evaluar efectos a largo plazo.

El Capítulo VII reúne las referencias bibliográficas que sustentan teórica y metodológicamente la investigación, organizadas conforme a las normas de citación Vancouver, adecuadas para estudios en el ámbito de las ciencias de la salud.

Finalmente, el Capítulo VIII incluye los anexos correspondientes, tales como el instrumento de recolección de datos utilizado, la matriz de consistencia, la documentación relacionada con la validez y confiabilidad del cuestionario (juicio de expertos y ficha de validación), el consentimiento informado y demás documentos que respaldan el desarrollo del trabajo de investigación.

Para los fines de la investigación, se presentan los siguientes antecedentes:

Antecedentes de investigación

Antecedentes internacionales

En Tailandia, Bunsri et al. (5), en el 2023, llevaron a cabo un estudio transversal para evaluar los efectos de la exposición a pesticidas en la función hematológica, hepática y renal de agricultores de vegetales. El estudio incluyó a 124 agricultores, de los cuales el 46% reportaron uso de pesticidas. Los resultados mostraron que, en los hombres, las actividades de aspartato aminotransferasa (AST), hemoglobina corpuscular media (MCH) y concentración media de hemoglobina corpuscular (MCHC) fueron significativamente más altas en los usuarios de pesticidas en comparación con los no usuarios, mientras que la tasa de filtración glomerular estimada (eGFR), hematocrito (HCT) y recuento de glóbulos rojos (RBC) fueron significativamente más bajos ($p < 0.05$). En las mujeres, los usuarios de pesticidas presentaron niveles significativamente más altos de alanina aminotransferasa (ALT), fosfatasa alcalina (ALP) y MCHC que los no usuarios ($p < 0.05$). Estos hallazgos sugieren que el uso de pesticidas entre los agricultores tailandeses puede causar alteraciones hematológicas y aumentar el riesgo de disfunción hepática y renal.

En Pakistán, Wadood et al. (6), en el año 2023, realizaron un estudio transversal para evaluar los parámetros hematológicos y bioquímicos en trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas organofosforados. El estudio incluyó a 193 aplicadores de pesticidas y un grupo control de igual tamaño. Los resultados mostraron que el 49.7% de los individuos en el grupo expuesto tenían niveles de colinesterasa sérica por debajo del valor de referencia. Además, se observaron alteraciones significativas en los parámetros hematológicos, incluyendo reducciones en la hemoglobina, RBC, MCV, MCH, MCHC y recuento de plaquetas ($p < 0.001$). Los niveles de fosfatasa alcalina (ALP) y aspartato aminotransferasa (AST) también fueron significativamente más altos en el grupo expuesto ($p < 0.001$). Los autores concluyeron que la exposición prolongada a pesticidas inhibidores de la colinesterasa está asociada con alteraciones hematológicas y disfunción hepática.

En Marruecos, Boubsil et al. (7) en el año 2024, llevaron a cabo un estudio transversal para evaluar la función hepática en agricultores expuestos a pesticidas. El estudio incluyó a 15 agricultores expuestos y 15 controles. Los resultados mostraron que las tasas de ASAT y ALP en el grupo agrícola fueron significativamente más altas (25.6 ± 13.9 U/L y 143.9 ± 51.1 U/L, respectivamente) en comparación con los controles (16.92 ± 2.06 U/L y 98.80 ± 6.51 U/L, respectivamente). Sin embargo, la concentración de ALAT no mostró diferencias significativas entre los grupos. Estos hallazgos sugieren que la exposición regular a pesticidas causa cambios menores en ciertas características hepáticas.

En Tailandia, Suwannarin et al. (8), durante el 2021, llevaron a cabo un estudio transversal para evaluar la asociación entre la exposición a una mezcla de insecticidas organofosforados y neonicotinoides y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas masculinos. El estudio incluyó a 143 participantes y utilizó modelos de regresión para analizar los datos. Los resultados indicaron que la exposición a esta mezcla de insecticidas se asoció significativamente con una disminución en la concentración media de hemoglobina corpuscular (MCHC) cuando las concentraciones de todos los compuestos y sus metabolitos estaban en el percentil 60 o superior, en comparación con el percentil 50. En particular, la exposición al clothianidin mostró una asociación decreciente con el MCHC. Estos hallazgos sugieren que la exposición a insecticidas neonicotinoides, especialmente al clothianidin, afecta el estado hematológico relacionado con los parámetros de hemoglobina.

En Egipto, El-Nahhal et al. (9), en el 2022, realizaron un estudio transversal para evaluar los índices hematológicos en trabajadores de una fábrica de insecticidas. El estudio incluyó a 99 trabajadores expuestos y 107 no expuestos. Los resultados mostraron que los trabajadores expuestos presentaban una mayor prevalencia de trombocitosis en comparación con los no expuestos ($p < 0.05$). Además, se observaron aumentos significativos en el recuento de glóbulos blancos y plaquetas, anisocitosis de glóbulos rojos y en la relación neutrófilos/linfocitos (NLR) en el grupo expuesto ($p < 0.05$). Estos hallazgos sugieren que la exposición crónica a insecticidas puede alterar los parámetros hematológicos dentro de los rangos normales.

En Pakistán, Saleem et al. (10), en el 2025, llevaron a cabo un estudio experimental en ratas albinas para investigar los efectos del pesticida dimetoato en los parámetros hematológicos. El estudio incluyó ocho grupos de ratas, con diferentes dosis de exposición al pesticida durante 30, 60 y 90 días. Los resultados mostraron que la exposición al dimetoato provocó un aumento significativo en el recuento de glóbulos blancos, plaquetas, granulocitos y linfocitos, mientras que se observó una disminución considerable en el número de glóbulos rojos, niveles de hemoglobina, conteo de hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media. Estos hallazgos sugieren que el dimetoato afecta los parámetros hematológicos, lo que resalta la

importancia de políticas regulatorias estrictas y técnicas de evaluación de riesgos para reducir los impactos nocivos de los pesticidas en la salud humana y el medio ambiente.

En China, Zhang et al. (11), durante el 2022, realizaron un estudio de cohorte que evaluó los parámetros hematológicos y neurológicos en 246 trabajadores agrícolas provenientes de tres provincias chinas, durante un período de seguimiento de 30 años. El objetivo fue analizar los efectos de la exposición prolongada a pesticidas en la salud de los trabajadores. Los resultados indicaron que una mayor duración de la exposición se asoció con alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso periférico, reflejado en síntomas neurológicos como parestesias y debilidad muscular. Los análisis de laboratorio proporcionaron evidencia de daño muscular, además de alteraciones en la función hepática y renal detectadas en los primeros tres días posteriores a la exposición. Un hallazgo relevante fue que solo el 14% de los participantes utilizaban equipo de protección personal (EPP) durante la aplicación de pesticidas. El estudio concluyó que tanto la exposición aguda como crónica a pesticidas está relacionada con modificaciones en los parámetros hematológicos, hepáticos y neuromusculares de los trabajadores agrícolas.

En Irán, Haghighizadeh et al. (12), en el 2023, llevaron a cabo un estudio transversal para evaluar los efectos bioquímicos y hematológicos de pesticidas comúnmente utilizados entre trabajadores agrícolas de origen árabe en la región suroeste del país. El estudio incluyó a 180 trabajadores expuestos y 120 trabajadores no expuestos a pesticidas. Los resultados revelaron alteraciones relevantes en parámetros hematológicos (como hemoglobina, hematocrito y leucocitos totales) y bioquímicos (enzimas hepáticas y renales), lo cual sugiere una asociación directa entre la exposición laboral a estos compuestos y deterioros en la salud general de los trabajadores. Aunque los detalles estadísticos específicos no fueron reportados en el resumen, los autores enfatizaron la importancia de implementar sistemas de vigilancia epidemiológica y estrategias preventivas para proteger la salud ocupacional de esta población vulnerable.

Antecedentes nacionales

En comunidades rurales de Cusco y Apurímac, Cartier, Vega y Mamani (13), en el 2022, realizaron un estudio observacional que analizó la contaminación crónica por pesticidas en poblaciones altoandinas. Se recolectaron muestras de cabello en 50 adultos, en las cuales se detectó una media de 11.8 residuos de pesticidas por muestra. El 50.7% correspondía a insecticidas organofosforados. Los autores señalaron una alta carga tóxica acumulativa en estas comunidades, lo cual representa un riesgo grave para la salud humana y requiere acciones de intervención sanitaria urgente.

En La Libertad, Guerrero, Tello y Rojas (14), en el año 2019, llevaron a cabo un estudio retrospectivo para caracterizar la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas del cultivo de espárrago. La muestra estuvo conformada principalmente por varones solteros con secundaria completa. Se reportó una prevalencia de síntomas como cefalea (82%), náuseas (60%) y visión borrosa (38%). Los investigadores recomendaron la implementación de programas de capacitación y vigilancia sanitaria continua.

En el valle de Majes, región Arequipa, Mamani, León y Calderón (15), durante el 2021, desarrollaron un estudio descriptivo para evaluar los riesgos a la salud por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Los resultados evidenciaron que los aplicadores directos estaban más expuestos, y el 78% de los participantes no usaba equipo de protección personal. La falta de conocimiento técnico fue una variable determinante del riesgo. Los autores concluyeron que la informalidad laboral en el sector agrícola incrementa las condiciones de vulnerabilidad frente a agentes tóxicos.

En zonas rurales de Piura, Sandoval, Reyes y Castillo (16), en el 2023, realizaron un estudio comparativo entre 60 trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas y un grupo control. Se encontraron alteraciones significativas en hemoglobina ($\downarrow$), creatinina ($\uparrow$) y enzimas hepáticas ($\uparrow$) en el grupo expuesto. Los autores sugirieron que la exposición crónica a pesticidas compromete la función hematológica y hepática, y recomendaron monitoreo clínico periódico para prevenir efectos adversos a largo plazo.

En el distrito de Chancay, Lima provincias, Cárdenas, Ticona y Campos (17) en el 2020, realizaron un estudio retrospectivo sobre residuos de pesticidas en frutas y hortalizas comercializadas en mercados locales. Se analizaron 80 muestras vegetales, de las cuales el 38% superó los límites máximos permitidos. Los autores concluyeron que existe riesgo de exposición indirecta tanto para consumidores como para trabajadores del agro, y recomendaron reforzar los sistemas de control de residuos químicos en la cadena alimentaria.

En la región de Junín, específicamente en la provincia de Chanchamayo, un estudio realizado por Pérez et al. (18), durante el 2024, evaluó los efectos de la exposición crónica a pesticidas en trabajadores agrícolas dedicados al cultivo de café y cítricos. La investigación incluyó a 120 trabajadores expuestos y 60 no expuestos, utilizando un diseño transversal. Los resultados mostraron que el 42% de los trabajadores expuestos presentaron anemia leve, en comparación con el 15% en el grupo no expuesto. Además, se observaron elevaciones significativas en las enzimas hepáticas ALT y AST en el grupo expuesto ($p < 0.01$). Los autores concluyeron que la exposición prolongada a pesticidas en esta región está asociada con alteraciones hematológicas y hepáticas, resaltando la necesidad de implementar programas de monitoreo y prevención en estas comunidades agrícolas.

Antecedentes locales

En la región de Ica, Ortiz-Delgado et al. (19) en el 2025, llevaron a cabo un estudio transversal que tuvo como objetivo determinar la relación entre la actividad de la butirilcolinesterasa (BChE) y las transaminasas hepáticas en trabajadores de una empresa agroexportadora. La muestra estuvo compuesta por 459 registros médicos ocupacionales. Se reportó que el 15.3% de los trabajadores presentó inhibición de BChE, y el 21.6% niveles elevados de AST y ALT. La asociación fue estadísticamente significativa (AST: PR = 0.798; IC 95%: 0.716–0.889 / ALT: PR = 0.419; IC 95%: 0.239–0.736). Los autores concluyeron que los niveles de transaminasas podrían funcionar como biomarcadores de exposición a pesticidas en contextos laborales agrícolas.

Bases teóricas

Pesticidas: Concepto, clasificación y mecanismos de acción

Los pesticidas son sustancias químicas diseñadas para prevenir, eliminar o controlar organismos considerados plagas, incluyendo insectos, malezas, hongos y otros agentes biológicos que afectan negativamente la producción agrícola. Su uso intensivo en la agricultura moderna ha sido clave para aumentar el rendimiento de cultivos, pero también ha generado preocupaciones por su impacto en la salud humana y ambiental (20).

En cuanto a su clasificación, los pesticidas pueden organizarse en función de su objetivo biológico: los insecticidas se emplean contra insectos, los herbicidas contra malezas, los fungicidas contra hongos, y los nematicidas contra nematodos. Desde el punto de vista químico, se agrupan en diversas familias, entre las que destacan los organofosforados, carbamatos, piretroides y organoclorados. Cada grupo tiene diferentes características toxicológicas y mecanismos de acción (21).

Uno de los grupos más utilizados en países agrícolas como Perú es el de los organofosforados, los cuales actúan inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa, provocando la acumulación de acetilcolina en las sinapsis nerviosas. Este efecto neurotóxico puede ocasionar síntomas agudos como cefalea, mareos y vómitos, y en exposiciones crónicas, efectos hematológicos y neurológicos (22).

En regiones agroexportadoras como Ica, el uso de pesticidas se concentra en cultivos como uva, espárrago y palta, donde se reporta una alta rotación de plaguicidas para el control de diversas plagas y enfermedades, lo que incrementa la posibilidad de exposición ocupacional en los trabajadores agrícolas (23).

Vías de exposición a pesticidas en trabajadores agrícolas

Los trabajadores agrícolas se encuentran entre los grupos más vulnerables a los efectos tóxicos de los pesticidas debido a su contacto directo y frecuente con estas sustancias durante actividades como la preparación, mezcla, aplicación y reentrada a campos tratados. La exposición ocupacional puede ocurrir a través de diferentes vías: dérmica, inhalatoria y oral, siendo la vía dérmica la más común en labores agrícolas (24).

Durante la manipulación de pesticidas, la piel de manos, antebrazos, cuello y cara suele estar expuesta, especialmente cuando no se utilizan adecuadamente equipos de protección personal (EPP). La absorción percutánea depende de factores como el tipo de pesticida, formulación, temperatura ambiental y sudoración. En ambientes cálidos como los del sur de Ica, estas condiciones pueden potenciar la absorción cutánea (25).

La vía inhalatoria también representa un riesgo considerable, sobre todo durante la aplicación por aspersión en campos abiertos o en espacios confinados como invernaderos. Las partículas finas en forma de aerosoles pueden penetrar fácilmente por las vías respiratorias, alcanzar los alvéolos pulmonares e incorporarse al torrente sanguíneo. Esta vía es más riesgosa en el caso de pesticidas volátiles, como los organofosforados (26).

La exposición oral, aunque menos frecuente, puede producirse por hábitos como comer o fumar durante la jornada laboral sin haberse lavado previamente las manos, o por la contaminación del agua de consumo en zonas cercanas a campos fumigados (27). Esta vía es particularmente peligrosa, ya que permite una absorción rápida del tóxico a través del tracto gastrointestinal.

El riesgo se incrementa en escenarios donde hay limitado acceso a capacitación, escasa rotación de personal, y se trabaja bajo informalidad laboral, como ocurre en muchas parcelas agrícolas de Ica. Además, las jornadas laborales prolongadas y la baja disponibilidad de atención médica preventiva contribuyen a una mayor carga de exposición acumulativa en el tiempo (28).

Parámetros hematológicos: definición, función y valores normales

Los parámetros hematológicos son indicadores cuantitativos y cualitativos que reflejan el estado funcional de las células sanguíneas y su producción en la médula ósea. Estos valores se obtienen a través de un hemograma completo, herramienta esencial para el diagnóstico, monitoreo y evaluación del estado de salud general, especialmente en poblaciones expuestas a agentes tóxicos como los pesticidas (29).

Las principales células evaluadas son los eritrocitos o glóbulos rojos (RBC), que transportan oxígeno gracias a la hemoglobina (Hb) contenida en su interior. La cantidad de eritrocitos y su

capacidad para transportar oxígeno se expresa también en el hematocrito (Hto), que representa el porcentaje del volumen sanguíneo ocupado por estas células (30).

En paralelo, el recuento de leucocitos o glóbulos blancos (WBC) proporciona información sobre la función inmune. Los valores pueden aumentar (leucocitosis) o disminuir (leucopenia) ante procesos inflamatorios, infecciosos o tóxicos. En el caso de los pesticidas, estos pueden inducir alteraciones en los leucocitos por mecanismos inmunosupresores o proinflamatorios (31).

Las plaquetas (PLT) son otro parámetro clave, ya que participan en los procesos de coagulación y reparación vascular. La exposición crónica a pesticidas ha sido asociada con variaciones en su recuento, pudiendo generar trombocitopenia o trombocitosis, dependiendo del tipo y duración de la exposición (32).

Además de los recuentos absolutos, existen índices eritrocitarios como:

- VCM (volumen corpuscular medio): tamaño promedio de los eritrocitos.
- HCM (hemoglobina corpuscular media): cantidad promedio de Hb por eritrocito.
- CHCM (concentración de hemoglobina corpuscular media): concentración relativa de Hb en cada célula.

Estos indicadores permiten clasificar los tipos de anemia y son particularmente útiles en estudios de toxicología ocupacional para determinar si existen alteraciones relacionadas con exposición a químicos como pesticidas (33).

Los valores normales de estos parámetros pueden variar ligeramente según el laboratorio, sexo, edad y condiciones geográficas, pero en general se consideran los siguientes rangos de referencia para adultos:

- Hemoglobina: 13–17 g/dL (hombres), 12–15 g/dL (mujeres)
- Hematocrito: 40–54% (hombres), 36–48% (mujeres)
- Leucocitos: 4,000–10,000/ μ L
- Plaquetas: 150,000–450,000/ μ L

La alteración sostenida de estos valores en trabajadores agrícolas debe ser considerada una alerta temprana de posibles efectos tóxicos crónicos inducidos por sustancias químicas ambientales (22).

Efectos hematológicos de la exposición a pesticidas

La exposición crónica a pesticidas ha sido asociada en múltiples estudios con alteraciones en el sistema hematopoyético, tanto en humanos como en modelos animales. Estos efectos pueden manifestarse como variaciones significativas en los parámetros hematológicos, siendo

consecuencia de mecanismos tóxicos directos o indirectos que afectan la médula ósea, el sistema inmunológico o los eritrocitos en circulación (34).

Uno de los mecanismos principales es la inhibición de enzimas esenciales como la acetilcolinesterasa, especialmente en el caso de los organofosforados, que puede interferir con funciones celulares básicas y promover citotoxicidad en células hematopoyéticas. Además, muchos pesticidas generan estrés oxidativo, lo que lleva a daño en las membranas celulares, disfunción mitocondrial y apoptosis de células sanguíneas (35).

Entre las alteraciones más comunes se encuentra la anemia, caracterizada por niveles bajos de hemoglobina, hematocrito y conteo de eritrocitos. Esta puede ser normocítica, microcítica o hipocrómica, dependiendo del tipo de agente tóxico y su duración de exposición. También se ha observado leucopenia (disminución de glóbulos blancos) o, en algunos casos, leucocitosis reactiva, especialmente si hay inflamación secundaria (22).

Las plaquetas también pueden verse afectadas, generando trombocitopenia, lo cual incrementa el riesgo de hemorragias, o trombocitosis reactiva, como respuesta a procesos inflamatorios inducidos por pesticidas. Estos efectos han sido reportados tanto en trabajadores agrícolas expuestos de manera ocupacional como en población general que habita cerca de campos fumigados (36).

El grado de alteración hematológica suele estar relacionado con la intensidad, duración y frecuencia de la exposición, así como con la falta de uso de equipo de protección personal (EPP). Estudios realizados en regiones agrícolas como Ica – Perú han reportado que una proporción considerable de trabajadores expuestos presentan niveles alterados de hemoglobina y leucocitos, lo que refuerza la importancia del control biomédico periódico en estas poblaciones (19).

Se formuló el siguiente problema de investigación:

Formulación del problema general

¿Cuál es la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025?

Problemas específicos

- PE1: ¿Qué relación existe entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en trabajadores agrícolas?
- PE2: ¿Qué relación se observa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los trabajadores evaluados?
- PE3: ¿Existe asociación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los participantes del estudio?

- PE4: ¿Cómo se relaciona la exposición a pesticidas con los índices eritrocitarios en los trabajadores agrícolas?

Justificación e importancia de la investigación.

Justificación teórica

La exposición ocupacional a pesticidas ha sido ampliamente documentada como un factor de riesgo para alteraciones hematológicas, inmunológicas y neurológicas en trabajadores agrícolas, debido a la toxicidad acumulativa de compuestos como los organofosforados, carbamatos y piretroides (37). La evidencia científica reciente demuestra que el contacto crónico con estos agentes químicos puede inducir modificaciones en parámetros hematológicos tales como hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario, leucocitario y plaquetario, así como alteraciones en los índices eritrocitarios como el volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) (5).

En el contexto latinoamericano, diversos estudios han evidenciado que la limitada fiscalización del uso de plaguicidas, el incumplimiento de normas de bioseguridad y el escaso uso de equipo de protección personal incrementan el riesgo de efectos adversos sobre la salud hematológica de los trabajadores del agro (13). No obstante, en el Perú persiste un vacío importante de investigaciones que evalúen de manera específica la relación entre el nivel de exposición ocupacional y los parámetros hematológicos en regiones agroexportadoras como Ica, donde la manipulación de pesticidas es constante y el monitoreo clínico preventivo es insuficiente.

En este sentido, el presente estudio aporta evidencia científica actualizada sobre los posibles efectos hematotóxicos asociados a la exposición crónica a pesticidas en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento en toxicología ocupacional y salud pública en poblaciones vulnerables.

Justificación práctica

En el distrito de Los Molinos, la actividad agrícola constituye uno de los principales motores económicos, implicando el uso frecuente de pesticidas en cultivos como vid, espárrago y otros productos de exportación. Sin embargo, una proporción considerable de trabajadores realiza labores de aplicación, mezcla o contacto con cultivos tratados sin el uso permanente de equipo de protección personal o sin capacitación formal sobre manejo seguro de plaguicidas (38). Esta situación incrementa la probabilidad de exposición dérmica, inhalatoria u oral, favoreciendo la absorción sistémica de compuestos potencialmente hematotóxicos.

Las alteraciones en los parámetros hematológicos pueden permanecer subclínicas durante largos periodos, lo que dificulta su detección temprana y aumenta el riesgo de complicaciones progresivas. Los hallazgos de esta investigación permiten identificar patrones de alteración asociados al nivel de exposición, proporcionando información relevante para el diseño de estrategias de vigilancia sanitaria ocupacional.

Asimismo, los resultados constituyen un insumo técnico para autoridades sanitarias locales, establecimientos de salud y empresas agrícolas, facilitando la implementación de programas periódicos de tamizaje hematológico, capacitación en bioseguridad y fortalecimiento del uso adecuado de equipos de protección personal en trabajadores del sector agrícola (39).

Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y correlacional, lo que permitió analizar estadísticamente la relación entre el nivel de exposición a pesticidas y las variaciones en los parámetros hematológicos sin manipular las variables de estudio.

La medición de la exposición ocupacional se realizó mediante un cuestionario estructurado validado por juicio de expertos, que permitió clasificar el nivel de riesgo en categorías de baja, moderada y alta exposición. Paralelamente, los parámetros hematológicos fueron determinados a través de hemograma automatizado, garantizando precisión, objetividad y confiabilidad en la obtención de datos clínicos.

El empleo de estadística descriptiva e inferencial, particularmente la prueba de correlación de Spearman, permitió establecer el grado de asociación entre las variables, aportando solidez analítica y rigor científico. Este enfoque metodológico asegura la validez interna del estudio y posibilita su replicabilidad en otros contextos agrícolas con características similares (5, 37).

Importancia

El presente estudio adquiere relevancia al abordar una problemática poco visibilizada a nivel local: los efectos hematológicos subclínicos derivados de la exposición crónica a pesticidas en trabajadores agrícolas. Considerando que la región de Ica es una de las principales zonas agroexportadoras del país, la exposición ocupacional a plaguicidas representa un riesgo permanente para la salud de quienes laboran en el campo.

La generación de evidencia científica local permite fundamentar políticas de prevención, fortalecer los programas de salud ocupacional y promover una cultura de vigilancia sanitaria basada en datos objetivos. Además, este trabajo contribuye a reducir la brecha de conocimiento

existente en el ámbito nacional respecto al impacto hematológico de los pesticidas en población trabajadora peruana.

De esta manera, la investigación no solo amplía el sustento teórico en toxicología ocupacional, sino que también impulsa el desarrollo de intervenciones preventivas orientadas a proteger la salud de los trabajadores agrícolas y mejorar las condiciones de seguridad laboral en el distrito de Los Molinos.

De acuerdo a ello, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Objetivos Específicos

- OE1: Establecer la relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados.
- OE2: Analizar la asociación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio.
- OE3: Evaluar la relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas.
- OE4: Determinar la asociación entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en la muestra seleccionada.

Acto seguido, se presentan las siguientes hipótesis:

Hipótesis general

Existe una relación significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Hipótesis específicas

- HE1: Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario.
- HE2: Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario
- HE3: Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario.

- HE4: Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios.

Las variables de investigación fueron las siguientes:

Variables de investigación

Variable 1: Exposición a pesticidas

Variable 2: Parámetros hematológicos

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que tuvo como propósito recolectar, analizar e interpretar datos numéricos obtenidos mediante instrumentos estandarizados y pruebas de laboratorio, con el fin de medir objetivamente el nivel de exposición a pesticidas y su relación con los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica. El enfoque cuantitativo permitió establecer patrones de comportamiento, identificar asociaciones estadísticas y contrastar hipótesis mediante procedimientos analíticos con alto grado de precisión (40).

Asimismo, el estudio fue de tipo correlacional, dado que se orientó a determinar el grado de asociación entre dos variables principales: la exposición ocupacional a pesticidas (variable independiente) y los parámetros hematológicos (variable dependiente). Este tipo de investigación no tuvo como finalidad establecer una relación causal directa, sino identificar la existencia y magnitud de la asociación entre ambas variables, lo cual resulta pertinente en el campo de la salud ocupacional, donde múltiples factores pueden influir en el estado fisiológico de los trabajadores expuestos (40, 41).

Diseño de investigación

En cuanto al diseño metodológico, el estudio fue no experimental, transversal y observacional.

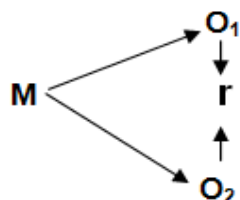
Se consideró no experimental porque las variables no fueron manipuladas intencionalmente por el investigador; por el contrario, se observaron tal como se presentan en la realidad laboral de los trabajadores agrícolas, respetando su contexto natural de exposición.

Fue de corte transversal, ya que la recolección de datos se realizó en un único momento durante el año 2025, permitiendo describir y analizar la relación entre el nivel de exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en un periodo determinado, sin seguimiento longitudinal.

Finalmente, el estudio fue observacional, puesto que el investigador no intervino en las condiciones de trabajo ni modificó la exposición de los participantes, limitándose a recopilar información mediante cuestionarios estructurados y análisis hematológicos automatizados, garantizando objetividad y sistematicidad en la medición de las variables (40).

Este diseño metodológico resultó adecuado para evaluar el estado actual de salud hematológica en trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas, permitiendo identificar asociaciones relevantes que sustentan la necesidad de fortalecer la vigilancia sanitaria ocupacional y las estrategias preventivas en el sector agrícola.

Esquema de investigación:



En donde:

M = Muestra

O1 = Observación de la variable Exposición a pesticidas

O2= Observación de la variable Parámetros hematológicos

r = Correlación entre ambas variables

2.2. Población de estudio

Población

La población objetivo estuvo conformada por todos los trabajadores agrícolas mayores de 18 años domiciliados en el distrito de Los Molinos, provincia de Ica, Perú, durante el año 2025. De acuerdo con registros del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y estimaciones locales del sector agrario, la población económicamente activa vinculada a actividades agrícolas en dicho distrito asciende aproximadamente a 1,300 trabajadores, distribuidos principalmente en zonas rurales y áreas de cultivo intensivo de productos frutales y hortalizas.

Esta población se caracteriza por desempeñar labores relacionadas con siembra, fumigación, cosecha y manipulación de pesticidas, constituyendo un grupo potencialmente vulnerable a la exposición ocupacional a plaguicidas.

Muestra

Para determinar el tamaño muestral se empleó la fórmula estadística para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), un margen de error del 5%

($e = 0.05$) y una proporción esperada (p) de 0.5, debido a la ausencia de estudios previos específicos en esta población que permitieran estimar una prevalencia aproximada.

La fórmula utilizada fue:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

- N: Población
- z: Nivel de confianza = 95% (1,96)
- E: Margen de error = 5% (0,05)
- P: Proporción esperada = 50% (0,5)

Entonces, se calculó:

$$n = \frac{1300 \cdot (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (1 - 0,5)}{(0,05)^2 \cdot (1300 - 1) + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (1 - 0,5)}$$

$$n = 297$$

El cálculo determinó un tamaño muestral mínimo de 297 trabajadores agrícolas, número que fue considerado para el desarrollo del estudio.

Muestreo

A pesar de haberse estimado el tamaño muestral mediante fórmula estadística para poblaciones finitas, la selección de los participantes se realizó mediante muestreo no probabilístico de tipo por conveniencia. Esta estrategia consistió en incluir a los trabajadores agrícolas que cumplieran con los criterios de inclusión, se encontraban disponibles durante el periodo de recolección de datos y aceptaron participar voluntariamente mediante consentimiento informado.

El uso de este tipo de muestreo se justificó debido a la inexistencia de un marco muestral formal actualizado, la dispersión geográfica de los trabajadores y las limitaciones operativas propias del trabajo de campo en zonas rurales. Este procedimiento es frecuente en estudios observacionales en salud pública, especialmente cuando se busca explorar asociaciones entre variables en contextos laborales reales (40).

Si bien el muestreo por conveniencia limita la generalización absoluta de los resultados, permitió obtener una muestra representativa en términos operativos y adecuada para el análisis correlacional planteado en la investigación.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

Se incluyeron en la investigación aquellos participantes que cumplieron con las siguientes condiciones:

- Ser trabajador agrícola activo durante el periodo de recolección de datos correspondiente al primer semestre del año 2025.
- Tener residencia permanente en el distrito de Los Molinos, provincia de Ica, con una antigüedad mínima de un año, con el fin de asegurar exposición laboral sostenida en el contexto local.
- Contar con 18 años de edad o más al momento de la evaluación, garantizando capacidad legal para otorgar consentimiento informado.
- Haber estado expuesto a pesticidas en el ámbito laboral, ya sea de manera directa (aplicación, mezcla o manipulación de plaguicidas) o indirecta (contacto con cultivos tratados o permanencia en zonas fumigadas).
- Aceptar voluntariamente participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado, previa explicación de los objetivos y procedimientos de la investigación.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos del estudio aquellos trabajadores que presentaron alguna de las siguientes condiciones:

- Diagnóstico previo de enfermedades hematológicas crónicas o graves, tales como leucemias, anemias severas, síndromes mielodisplásicos o trombocitopatías, que pudieran alterar los parámetros hematológicos independientemente de la exposición a pesticidas.
- Uso actual de tratamientos farmacológicos con potencial efecto sobre la serie hematológica, como quimioterapia, inmunosupresores, corticosteroides en altas dosis o anticoagulantes de uso prolongado.
- Haber recibido transfusión sanguínea en los tres meses previos a la toma de muestra, debido a la posible alteración temporal de los valores hematológicos.
- Presentar limitaciones cognitivas, neurológicas o barreras lingüísticas que impidieran responder adecuadamente el cuestionario estructurado.
- Ser trabajador agrícola ocasional o estacional sin actividad continua en el distrito, con el fin de evitar sesgos derivados de exposiciones esporádicas o no representativas.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

a) Técnica de recolección de datos

Para la recolección de la información se empleó la técnica de la encuesta estructurada, adecuada para investigaciones de enfoque cuantitativo, ya que permite obtener datos estandarizados, comparables y susceptibles de análisis estadístico. Esta técnica facilitó la sistematización de información relacionada con las características sociodemográficas, laborales y el nivel de exposición ocupacional a pesticidas de los trabajadores agrícolas.

Asimismo, se utilizó la técnica de análisis de laboratorio clínico, mediante la determinación de parámetros hematológicos a través de hemograma automatizado, lo que permitió obtener mediciones objetivas y precisas de la variable dependiente.

La combinación de ambas técnicas aseguró la obtención de información tanto subjetiva (autorreporte de exposición y síntomas) como objetiva (valores hematológicos cuantificables), fortaleciendo la validez interna del estudio.

b) Instrumento de recolección de datos

El instrumento principal fue un cuestionario estructurado, diseñado específicamente para la investigación y organizado en cuatro secciones:

Datos sociodemográficos y laborales:

Incluyó variables como edad, sexo, estado civil, nivel educativo, tiempo de residencia en el distrito, años de experiencia agrícola, tipo de cultivo y uso de equipo de protección personal. Esta sección permitió caracterizar a la población y contextualizar los factores de riesgo ocupacional.

Exposición a pesticidas:

Compuesta por siete ítems orientados a determinar el nivel de contacto del trabajador con pesticidas, considerando frecuencia de exposición, años de trabajo, tipo de compuesto utilizado, vías de exposición, uso de equipo de protección, capacitación recibida y prácticas de riesgo.

Cada ítem fue valorado con puntuaciones de 1 a 4 según nivel de riesgo. La suma total permitió clasificar el nivel de exposición en:

- Baja exposición (9–14 puntos)
- Exposición moderada (15–20 puntos)

- Alta exposición (21–27 puntos)

Síntomas relacionados con alteraciones hematológicas:

Incluyó ocho afirmaciones asociadas a signos clínicos sugestivos de compromiso hematológico, tales como fatiga, mareos, palidez, infecciones frecuentes y sangrados espontáneos. Se utilizó una escala tipo Likert de cinco categorías (0 = nunca a 4 = siempre), permitiendo estimar la frecuencia de síntomas en el último mes.

Registro de parámetros hematológicos:

Se realizó mediante la obtención de muestra de sangre venosa en ayunas, recolectada por punción del pliegue antecubital utilizando material estéril y tubos con anticoagulante EDTA K₂. Las muestras fueron procesadas en un analizador hematológico automatizado de tres partes (modelo CELL-DYN 1700 de Abbott o equivalente), que permitió determinar:

- Recuento de eritrocitos
- Recuento de leucocitos totales y diferenciales
- Recuento plaquetario
- Hemoglobina
- Hematocrito
- Índices eritrocitarios (VCM, HCM y CHCM)

Los resultados fueron interpretados conforme a los rangos de referencia clínicos establecidos para población adulta.

El cuestionario fue sometido a validación por juicio de expertos en toxicología, salud pública y metodología, evaluando claridad, coherencia y pertinencia. Asimismo, se determinó su confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.

Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó durante el primer semestre del año 2025 en el distrito de Los Molinos, previa coordinación con trabajadores agrícolas y responsables de campo.

Inicialmente, se explicó a cada participante el objetivo del estudio, los procedimientos a realizar y el carácter voluntario de su participación, procediéndose posteriormente a la firma del consentimiento informado.

El cuestionario fue aplicado de manera presencial, individual y confidencial por encuestadores previamente capacitados. El tiempo promedio de aplicación fue de aproximadamente 20 minutos por participante.

Posteriormente, se procedió a la toma de muestra sanguínea en condiciones de bioseguridad, cumpliendo protocolos de asepsia y normas técnicas de laboratorio clínico. Las muestras fueron transportadas y procesadas el mismo día para evitar alteraciones en los valores hematológicos.

Finalmente, los datos obtenidos fueron codificados en una base de datos en Microsoft Excel y posteriormente exportados al software estadístico SPSS versión 26.0 para su análisis descriptivo e inferencial.

2.4. Técnicas de análisis e interpretación

El análisis de los datos se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con el propósito de identificar patrones, niveles de exposición ocupacional y asociaciones estadísticas entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en los trabajadores agrícolas evaluados.

El procesamiento inicial de la información se realizó mediante Microsoft Excel 2017, donde se efectuó la codificación, depuración y validación preliminar de los datos. Posteriormente, la base fue exportada al software SPSS versión 26.0, utilizado para el análisis estadístico descriptivo e inferencial, herramientas ampliamente reconocidas en investigaciones del ámbito de la salud pública (40).

Análisis descriptivo

En una primera fase, se aplicó estadística descriptiva para caracterizar la muestra:

- Se calcularon frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas como sexo, nivel educativo, tipo de cultivo, uso de equipo de protección personal y nivel de exposición.
- Para las variables cuantitativas (edad, años de trabajo agrícola, valores de hemoglobina, hematocrito, recuento eritrocitario, leucocitario y plaquetario), se estimaron medidas de tendencia central y dispersión, tales como media, mediana y desviación estándar.

La variable exposición a pesticidas fue analizada a partir de la puntuación total obtenida en el cuestionario estructurado, clasificándose en:

- 9–14 puntos: baja exposición
- 15–20 puntos: exposición moderada
- 21–27 puntos: alta exposición

Esta categorización permitió identificar el nivel de riesgo ocupacional considerando frecuencia de contacto, tipo de compuesto, vías de exposición, uso de equipo de protección personal y capacitación recibida (37).

Respecto a los parámetros hematológicos, los valores obtenidos mediante hemograma automatizado fueron interpretados según rangos de referencia clínicos establecidos para población adulta. Se identificaron alteraciones como anemia (disminución de hemoglobina y hematocrito), leucopenia o leucocitosis (alteración del recuento leucocitario), trombocitopenia o trombocitosis (alteración plaquetaria), así como modificaciones en los índices eritrocitarios (VCM, HCM y CHCM).

Análisis inferencial

En una segunda fase, se aplicó estadística inferencial para contrastar las hipótesis planteadas. Previamente, se evaluó la distribución de normalidad de las variables cuantitativas. Al no cumplirse estrictamente los supuestos de normalidad en todas las variables y considerando la naturaleza ordinal de la variable exposición, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar el grado de asociación entre el nivel de exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos.

Se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Los resultados fueron interpretados a la luz de la literatura científica nacional e internacional, permitiendo identificar riesgos ocupacionales específicos y fundamentar la necesidad de intervenciones preventivas en salud laboral.

2.5. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló en estricto cumplimiento de los principios bioéticos que rigen los estudios con participación humana, en concordancia con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (42). Se respetaron los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia, justicia y respeto por las personas (43).

Previo a la recolección de datos, a cada participante se le brindó información clara y detallada sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a realizar, los posibles

beneficios y los riesgos mínimos asociados a la toma de muestra sanguínea. Se enfatizó el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento sin repercusiones. Posteriormente, se obtuvo la firma del consentimiento informado, garantizando una participación libre y consciente (44, 45).

Se aseguró el anonimato y confidencialidad de la información, ya que los cuestionarios no incluyeron datos que permitieran la identificación directa de los participantes. Los registros fueron codificados digitalmente y almacenados en dispositivos protegidos con contraseña, con acceso restringido exclusivamente al equipo investigador (46).

Dado que el estudio fue de tipo observacional, no experimental y de riesgo mínimo, no se realizaron intervenciones que modificaran las condiciones laborales ni se expuso a los participantes a riesgos adicionales distintos a la toma de muestra sanguínea realizada bajo protocolos de bioseguridad. Durante todo el proceso se promovió un trato digno, equitativo y respetuoso hacia cada trabajador agrícola participante (47).

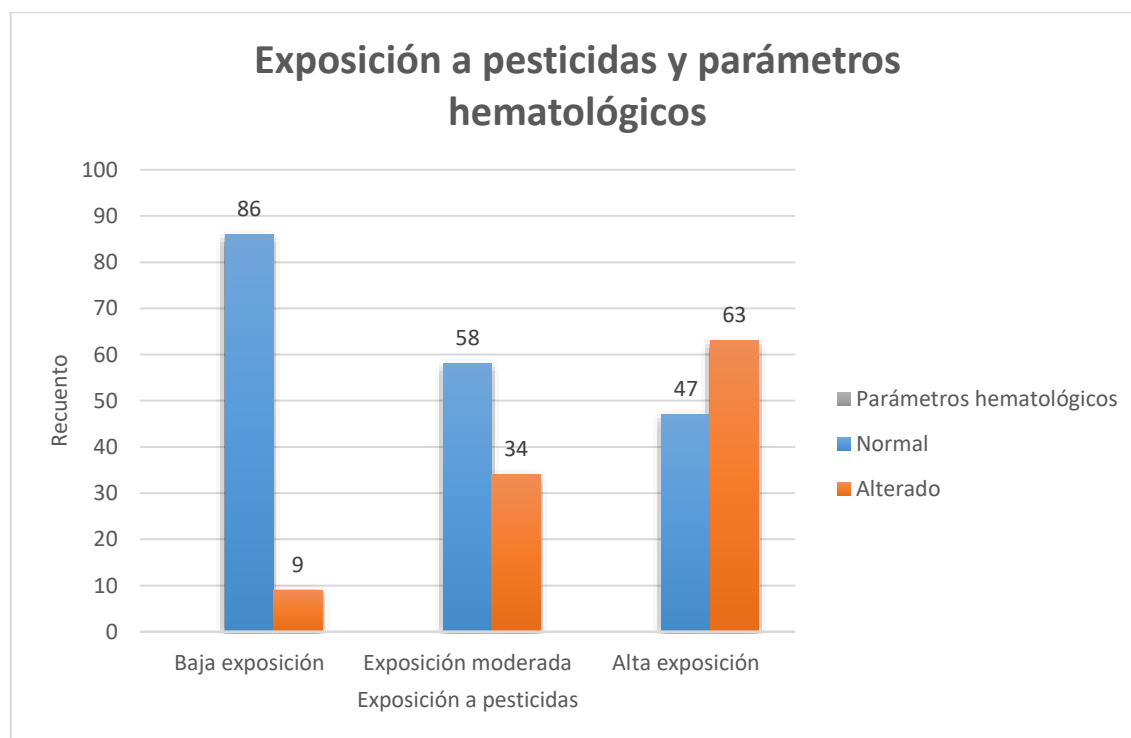
III. RESULTADOS

Tabla 1. Relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Exposición a pesticidas	Parámetros hematológicos					
	Normal		Alterado		Total	
	N	%	N	%	N	%
Baja exposición	86	45.0	9	8.5	95	32.0
Exposición moderada	58	30.4	34	32.1	92	31.0
Alta exposición	47	24.6	63	59.4	110	37.0
Total	191	64.3	106	35.7	297	100

Fuente: Elaboración propia (SPSS V.26)

Figura 1. Relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.



En la Tabla 1 y Figura 1 se observa que, del total de trabajadores evaluados ($n = 297$), el 35,7 % presentó parámetros hematológicos alterados, mientras que el 64,3 % mantuvo valores dentro de los rangos normales.

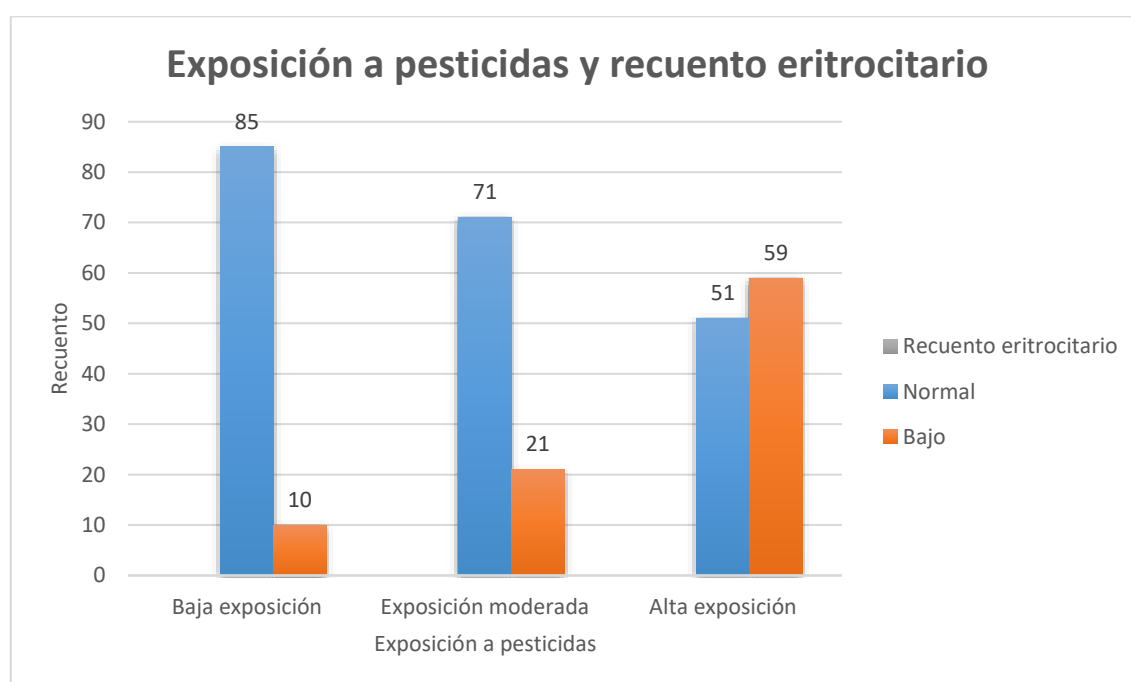
Al analizar según nivel de exposición, se evidencia que, en el grupo con alta exposición, el 59,4 % presentó alteraciones hematológicas, constituyendo la mayor proporción de compromiso sanguíneo. En comparación, en el grupo con exposición moderada, el 32,1 % presentó alteraciones, mientras que en el grupo de baja exposición solo el 8,5 % mostró parámetros alterados.

Tabla 2. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados.

Exposición a pesticidas	Recuento eritrocitario					
	Normal		Bajo		Total	
	N	%	N	%	N	%
Baja exposición	85	41.1	10	11.1	95	32.0
Exposición moderada	71	34.3	21	23.3	92	31.0
Alta exposición	51	24.6	59	65.6	110	37.0
Total	207	69.7	90	30.3	297	100

Fuente: Elaboración propia (SPSS V.26)

Figura 2. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados.



En la Tabla 2 y Figura 2 se evidencia que el 30,3 % de los trabajadores presentó recuento eritrocitario bajo, mientras que el 69,7 % mantuvo valores dentro del rango normal.

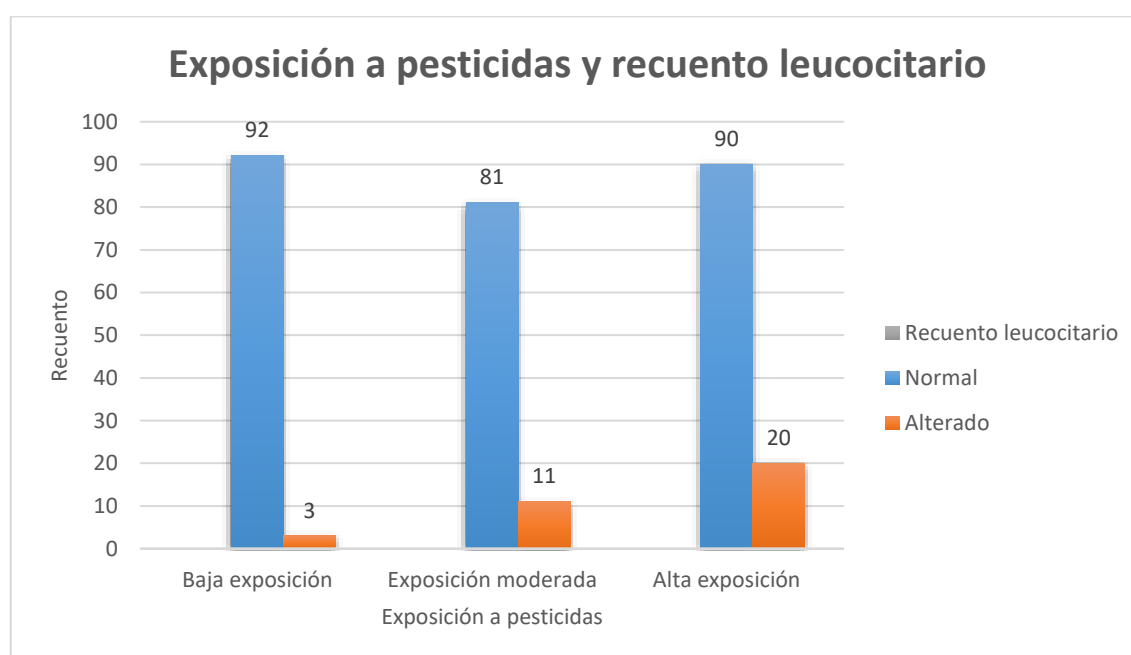
Al analizar según nivel de exposición, se observa que, en el grupo con alta exposición, el 65,6 % presentó disminución del recuento eritrocitario, siendo la mayor proporción de alteración entre los tres niveles. En el grupo de exposición moderada, el 23,3 % presentó valores bajos, mientras que en el grupo de baja exposición solo el 11,1 % mostró disminución eritrocitaria.

Tabla 3. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio

Exposición a pesticidas	Recuento leucocitario					
	Normal		Bajo		Total	
	N	%	N	%	N	%
Baja exposición	92	35.0	3	8.8	95	32.0
Exposición moderada	81	30.8	11	32.4	92	31.0
Alta exposición	90	34.2	20	58.8	110	37.0
Total	263	88.6	34	11.4	297	100

Fuente: Elaboración propia (SPSS V.26)

Figura 3. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio.



En la Tabla 3 y Figura 3 se observa que el 11,4 % de los trabajadores presentó recuento leucocitario bajo, mientras que el 88,6 % mantuvo valores dentro del rango normal.

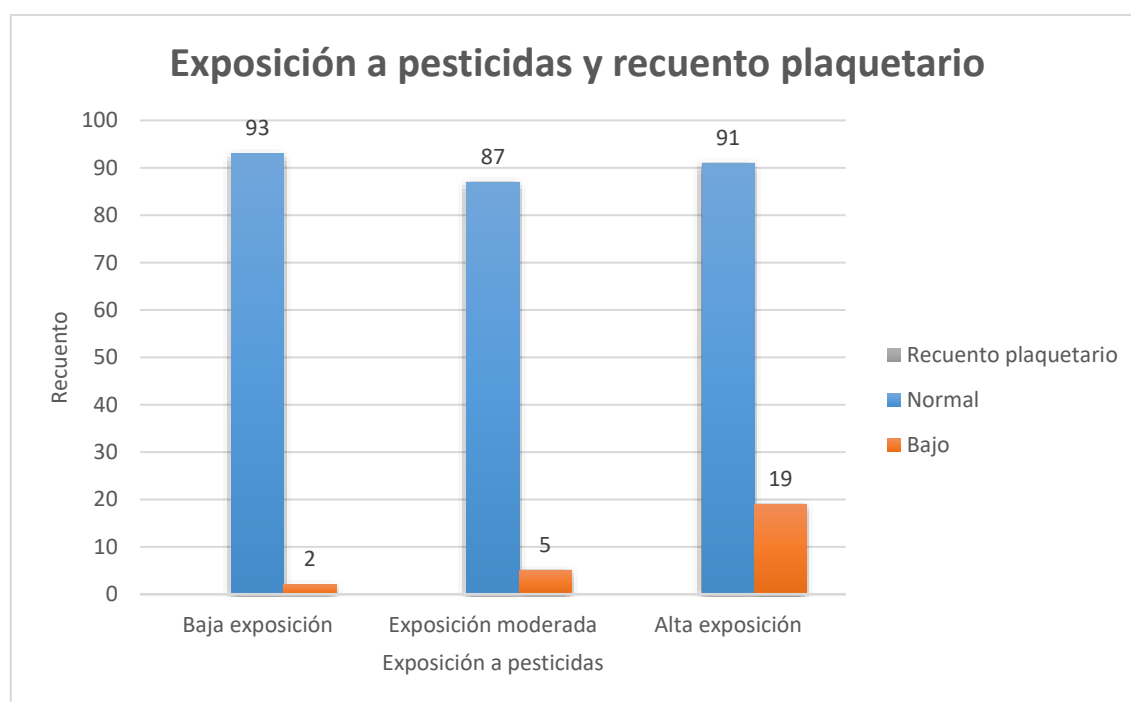
Al analizar por nivel de exposición, se evidencia que, en el grupo con alta exposición, el 58,8 % de los casos con leucocitos bajos se concentró en este nivel, representando la mayor proporción de alteración. En el grupo de exposición moderada, el 32,4 % de los casos con recuento bajo correspondió a este nivel, mientras que en el grupo de baja exposición solo el 8,8 % presentó disminución leucocitaria.

Tabla 4. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas

Exposición a pesticidas	Recuento plaquetario					
	Normal		Bajo		Total	
	N	%	N	%	N	%
Baja exposición	93	34.3	2	7.7	95	32.0
Exposición moderada	87	32.1	5	19.2	92	31.0
Alta exposición	91	33.6	19	73.1	110	37.0
Total	271	91.2	26	8.8	297	100

Fuente: Elaboración propia (SPSS V.26)

Figura 4. Relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas.



En la Tabla 4 se evidencia que el 8,8 % de los trabajadores presentó recuento plaquetario bajo, mientras que el 91,2 % mantuvo valores dentro de los rangos normales.

Al analizar por nivel de exposición, se observa que el 73,1 % de los casos con plaquetas bajas se concentró en el grupo con alta exposición, constituyendo la mayor proporción de alteración. En el grupo de exposición moderada, el 19,2 % de los casos con valores bajos correspondió a este nivel, mientras que en el grupo de baja exposición solo el 7,7 % presentó disminución plaquetaria.

Tabla 5. Asociación entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en la muestra seleccionada.

Índices eritrocitarios		Exposición a pesticidas							
		Baja exposición		Exposición moderada		Alta exposición		Total	
		N	%	N	%	N	%	%	%
Hemoglobina	Normal	79	83.2	62	67.4	55	50.0	196	66.0
	Baja	16	16.8	30	32.6	55	50.0	101	34.0
Hematocrito	Normal	91	95.8	77	83.7	64	58.2	232	78.1
	Bajo	4	4.2	15	16.3	46	41.8	65	21.9
Volumen corpuscular	Normal	85	89.5	75	81.5	64	58.2	224	75.4
	Alterado	10	10.5	17	18.5	46	41.8	73	24.6
Hemoglobina corpuscular media	Normal	89	93.7	70	76.1	66	60.0	225	75.8
	Alterado	6	6.3	22	23.9	44	40.0	72	24.2
Concentración de hemoglobina corpuscular media	Normal	84	88.4	74	80.4	59	53.6	217	73.1
	Alterado	11	11.6	18	19.6	51	46.4	80	26.9

Fuente: Elaboración propia (SPSS V.26)

En la Tabla 5 se observa que las alteraciones en los índices eritrocitarios presentan una tendencia creciente conforme aumenta el nivel de exposición a pesticidas.

En relación con la hemoglobina, el 50,0 % de los trabajadores con alta exposición presentó valores bajos, en comparación con el 32,6 % en exposición moderada y el 16,8 % en baja exposición. Globalmente, el 34,0 % de la muestra presentó hemoglobina disminuida.

Respecto al hematocrito, el 41,8 % de los trabajadores con alta exposición mostró valores bajos, mientras que en el grupo moderado fue 16,3 % y en baja exposición solo 4,2 %, evidenciando una diferencia marcada entre niveles.

El volumen corpuscular medio (VCM) también mostró mayor proporción de alteración en el grupo de alta exposición (41,8 %), en comparación con exposición moderada (18,5 %) y baja (10,5 %).

De manera similar, la hemoglobina corpuscular media (HCM) presentó alteración en el 40,0 % de los trabajadores con alta exposición, frente al 23,9 % en moderada y 6,3 % en baja exposición.

Finalmente, la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) evidenció alteración en el 46,4 % del grupo con alta exposición, superando ampliamente al grupo moderado (19,6 %) y al grupo de baja exposición (11,6 %).

PRUEBA DE NORMALIDAD

Antes de proceder con la contrastación de las hipótesis planteadas en el estudio, fue necesario evaluar la distribución de los datos, considerando que la selección de la prueba estadística inferencial depende del cumplimiento del supuesto de normalidad. Las pruebas paramétricas requieren que las variables analizadas presenten una distribución normal; en caso contrario, corresponde emplear pruebas no paramétricas para garantizar la validez de los resultados.

En el presente estudio se contó con 297 observaciones válidas, correspondientes a trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos – Ica, 2025. Debido a que el tamaño muestral fue mayor a 50 casos, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov con corrección de significación de Lilliefors, recomendada para muestras grandes y adecuada cuando se desea evaluar la distribución de variables cuantitativas u ordinales.

La prueba permitió evaluar si las variables exposición a pesticidas y parámetros hematológicos seguían una distribución normal.

Hipótesis estadísticas

- H_0 : Las variables exposición a pesticidas y parámetros hematológicos siguen una distribución normal, por lo que se consideran variables paramétricas.
- H_1 : Las variables exposición a pesticidas y parámetros hematológicos no siguen una distribución normal, por lo que se consideran variables no paramétricas.

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov

Variable	Estadístico (D)	gl	p
Exposición a pesticidas	0,244	297	0,000
Parámetros hematológicos	0,415	297	0,000

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26)

Decisión estadística

En la tabla de pruebas de normalidad se observa que los valores de significancia obtenidos mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov para ambas variables fueron $p = 0,000$, valores inferiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$).

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que las variables no siguen una distribución normal.

No obstante, es importante precisar que la variable exposición a pesticidas fue operacionalizada en categorías ordinales, y los parámetros hematológicos fueron analizados principalmente en forma categorizada (normal/alterado). Por tanto, el análisis inferencial no requiere el supuesto de normalidad.

En este contexto, se empleó la prueba de Chi-cuadrado de independencia (χ^2), estadístico no paramétrico adecuado para determinar la asociación entre variables cualitativas o categóricas.

Por lo tanto, el incumplimiento del supuesto de normalidad no afecta la validez del análisis, ya que la prueba de Chi-cuadrado permite evaluar la existencia de relación significativa entre la exposición a pesticidas y las alteraciones hematológicas en los trabajadores agrícolas estudiados.

Contrastación de hipótesis

Hipótesis general:

Planteamiento estadístico

- H_1 : Existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.
- H_0 : No existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Resultados de asociación

Relación evaluada	χ^2 de Pearson	gl	p-valor	Conclusión
Exposición a pesticidas ↔ Parámetros hematológicos	50,836	2	0,000	Asociación significativa

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26).

Decisión estadística

El valor de significancia obtenido fue $p = 0,000$, menor que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

En consecuencia, se concluye que existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en los trabajadores agrícolas evaluados.

Cabe señalar que el supuesto del Chi-cuadrado se cumplió adecuadamente, ya que no se registraron celdas con frecuencia esperada menor a 5 (recuento mínimo esperado = 32,84), lo que garantiza la validez del estadístico aplicado.

Interpretación

Los resultados del Chi-cuadrado de Pearson evidencian que la exposición a pesticidas se asocia significativamente con la presencia de alteraciones hematológicas en los trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos ($\chi^2 = 50,836$; $gl = 2$; $p < 0,001$; $n = 297$).

Esto indica que la distribución de parámetros hematológicos normales y alterados no es independiente del nivel de exposición, es decir, el patrón observado no se explica por azar dentro de la muestra estudiada.

En coherencia con los resultados descriptivos, se observó que la proporción de alteraciones hematológicas aumenta progresivamente desde el grupo de baja exposición hacia el grupo de alta exposición, evidenciando un gradiente consistente entre mayor intensidad de contacto con pesticidas y mayor compromiso hematológico.

Este hallazgo respalda la hipótesis de que la exposición ocupacional a pesticidas constituye un factor asociado a alteraciones en la salud hematológica de los trabajadores agrícolas.

Prueba de la Hipótesis Específica 1

Hipótesis específica 1

- H_1 : Existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.
- H_0 : No existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Resultados de asociación

Relación evaluada	χ^2 de Pearson	gl	p-valor	Conclusión
Exposición a pesticidas ↔ Recuento eritrocitario	48,384	2	0,000	Asociación significativa

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26)

Decisión estadística

El valor de significancia obtenido fue $p = 0,000$, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Asimismo, el supuesto del Chi-cuadrado se cumple adecuadamente, ya que no se registraron celdas con frecuencia esperada menor a 5 (recuento mínimo esperado = 27,88), lo que garantiza la validez del análisis estadístico.

Interpretación

Los resultados del Chi-cuadrado de Pearson evidencian que existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario ($\chi^2 = 48,384$; $gl = 2$; $p < 0,001$; $n = 297$).

Esto indica que la distribución de recuentos eritrocitarios normales y bajos no es independiente del nivel de exposición ocupacional, es decir, el comportamiento observado no se explica por azar.

En coherencia con los resultados descriptivos, la proporción de recuento eritrocitario bajo aumenta progresivamente conforme se incrementa el nivel de exposición, siendo mayor en el grupo con alta exposición. Este hallazgo sugiere un posible efecto hematotóxico asociado a la intensidad de contacto con pesticidas, particularmente sobre la serie roja.

Prueba de la Hipótesis Específica 2

Hipótesis específica 2

- H_1 : Existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.
- H_0 : No existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Resultados de asociación

Relación evaluada	χ^2 de Pearson	gl	P-valor	Conclusión
Exposición a pesticidas ↔ Recuento leucocitario	11,384	2	0,003	Asociación significativa

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26)

Decisión estadística

El valor de significancia obtenido fue $p = 0,003$, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Asimismo, el supuesto del Chi-cuadrado se cumple adecuadamente, ya que no se registraron celdas con frecuencia esperada menor a 5 (recuento mínimo esperado = 10,53), garantizando la validez del análisis.

Interpretación

Los resultados del Chi-cuadrado de Pearson evidencian que existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de exposición a pesticidas y el recuento leucocitario ($\chi^2 = 11,384$; $gl = 2$; $p = 0,003$; $n = 297$).

Esto indica que la distribución de recuentos leucocitarios normales y bajos no es independiente del nivel de exposición ocupacional. Aunque la magnitud del estadístico es menor en comparación con la serie roja, la asociación sigue siendo significativa, lo que sugiere que la exposición a pesticidas también podría estar relacionada con alteraciones en la serie blanca.

En coherencia con los resultados descriptivos, la frecuencia de leucocitos bajos tiende a incrementarse en los niveles de mayor exposición, lo que podría reflejar un posible efecto tóxico sobre el sistema hematopoyético.

Prueba de la Hipótesis Específica 3

Hipótesis específica 3

- H_1 : Existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.
- H_0 : No existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Resultados de la asociación

Relación evaluada	χ^2 de Pearson	gl	p-valor	Conclusión
Exposición a pesticidas ↔ Recuento plaquetario	16,520	2	0,000	Asociación significativa

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26)

Decisión estadística

El valor de significancia obtenido fue $p = 0,000$, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Asimismo, el supuesto del Chi-cuadrado se cumple adecuadamente, ya que no se registraron celdas con frecuencia esperada menor a 5 (recuento mínimo esperado = 8,05), lo que garantiza la validez del análisis estadístico.

Interpretación

Los resultados del Chi-cuadrado de Pearson evidencian que existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de exposición a pesticidas y el recuento plaquetario ($\chi^2 = 16,520$; $gl = 2$; $p < 0,001$; $n = 297$).

Esto indica que la distribución de recuentos plaquetarios normales y bajos no es independiente del nivel de exposición ocupacional. En coherencia con los resultados descriptivos, la frecuencia de plaquetopenia tiende a incrementarse en los niveles de mayor exposición, lo que sugiere un posible efecto hematotóxico asociado a la intensidad del contacto con pesticidas.

Aunque la proporción global de alteración plaquetaria es menor en comparación con la serie roja, la asociación encontrada respalda la hipótesis de que la exposición crónica podría influir también sobre la serie plaquetaria.

Prueba de la Hipótesis Específica 4

Hipótesis específica 4

- H_1 : Existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.
- H_0 : No existe relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025.

Resultados de asociación

Índice eritrocitario	χ^2 de Pearson	gl	p-valor	Conclusión
Hemoglobina	25,089	2	0,000	Asociación significativa
Hematocrito	44,601	2	0,000	Asociación significativa
Volumen corpuscular medio (VCM)	29,602	2	0,000	Asociación significativa
Hemoglobina corpuscular media (HCM)	31,501	2	0,000	Asociación significativa
Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)	35,020	2	0,000	Asociación significativa

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26)

Decisión estadística

En los cinco contrastes realizados, el valor de significancia fue $p = 0,000$, menor al nivel establecido ($\alpha = 0,05$).

Por tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), concluyéndose que existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios.

Interpretación

Los resultados evidencian que la exposición a pesticidas se asocia significativamente con alteraciones en los principales índices eritrocitarios ($p < 0,001$ en todos los casos; $n = 297$).

El índice con mayor magnitud de asociación fue el hematocrito ($\chi^2 = 44,601$), seguido de la CHCM ($\chi^2 = 35,020$) y la HCM ($\chi^2 = 31,501$), lo que sugiere que la exposición ocupacional podría influir tanto en la concentración como en la distribución de hemoglobina en los eritrocitos.

Asimismo, la hemoglobina total ($\chi^2 = 25,089$) y el volumen corpuscular medio ($\chi^2 = 29,602$) también mostraron asociación significativa, indicando que los cambios no se limitan a un solo parámetro, sino que comprometen de manera integral la serie roja.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la exposición crónica a pesticidas podría estar relacionada con alteraciones hematológicas compatibles con procesos anémicos o diseritropoyéticos, lo cual refuerza la relevancia del monitoreo hematológico periódico en trabajadores agrícolas expuestos.

IV. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo general determinar la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025. Los resultados evidenciaron una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables ($\chi^2 = 50,836$; gl = 2; $p < 0,001$; $n = 297$), lo que indica que las alteraciones hematológicas no se distribuyen de manera independiente del nivel de exposición ocupacional.

En términos descriptivos, el 35,7% de los trabajadores presentó alteración hematológica global, concentrándose principalmente en el grupo de alta exposición (59,4% de los casos alterados). Este patrón sugiere un gradiente dosis–respuesta, donde el incremento en la intensidad de contacto con pesticidas se relaciona con mayor probabilidad de alteración sanguínea.

Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Wadood et al. (6), quienes encontraron reducciones significativas en hemoglobina, RBC y plaquetas en trabajadores expuestos a organofosforados ($p < 0,001$). De manera similar, Haghighizadeh et al. (12) documentaron alteraciones relevantes en hemoglobina, hematocrito y leucocitos en trabajadores agrícolas expuestos. Asimismo, el estudio longitudinal de Zhang et al. (11) demostró que la exposición prolongada a pesticidas se asocia con modificaciones hematológicas persistentes en el tiempo.

A nivel nacional, Sandoval et al. (16) identificaron disminución significativa de hemoglobina en trabajadores expuestos en Piura, mientras que Pérez et al. (18) reportaron que el 42% de los trabajadores expuestos presentó anemia leve, en comparación con el 15% en no expuestos. En conjunto, la evidencia internacional y nacional respalda la asociación encontrada en el presente estudio, confirmando que la exposición ocupacional a pesticidas constituye un factor de riesgo hematológico relevante.

En relación con el primer objetivo específico, se encontró asociación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario ($\chi^2 = 48,384$; gl = 2; $p < 0,001$). El 30,3% de la muestra presentó recuento eritrocitario bajo, concentrándose el 65,6% de estos casos en el grupo de alta exposición.

Este resultado sugiere que la exposición crónica podría afectar la eritropoyesis o incrementar la destrucción periférica de eritrocitos, lo cual es compatible con mecanismos tóxicos descritos para organofosforados y carbamatos. Wadood et al. (6) reportaron reducción significativa de RBC ($p < 0,001$) en trabajadores expuestos, mientras que Bunsri et al. (5) hallaron valores significativamente más bajos de hematocrito y recuento eritrocitario en usuarios de pesticidas ($p < 0,05$).

Experimentalmente, Saleem et al. (10) demostraron en modelos animales que la exposición a dimetoato produce disminución significativa de RBC y hemoglobina, lo cual sugiere un efecto directo del pesticida sobre la médula ósea o sobre la estabilidad eritrocitaria. En el ámbito nacional, Pérez et al. (18) también reportaron prevalencia elevada de anemia en trabajadores expuestos, lo que refuerza la plausibilidad biológica del hallazgo.

Respecto al segundo objetivo específico, se identificó asociación significativa entre exposición a pesticidas y recuento leucocitario ($\chi^2 = 11,384$; gl = 2; p = 0,003). Aunque el 88,6% presentó valores normales, el 58,8% de los casos con leucopenia se concentró en el grupo de alta exposición.

Este hallazgo es parcialmente consistente con estudios previos. Haghighizadeh et al. (12) reportaron alteraciones en leucocitos totales en trabajadores expuestos, mientras que El-Nahhal et al. (9) observaron aumento significativo de glóbulos blancos en trabajadores de fábrica de insecticidas (p < 0,05). Estas diferencias podrían explicarse por el tipo de compuesto químico, tiempo de exposición o respuesta inflamatoria compensatoria.

En modelos experimentales, Saleem et al. (10) evidenciaron incremento significativo de leucocitos y granulocitos tras exposición al dimetoato, lo que sugiere que los pesticidas pueden generar respuestas hematológicas variables, ya sea leucocitosis reactiva o leucopenia por supresión medular. En el presente estudio, la tendencia observada indica que la alta exposición podría asociarse con mayor probabilidad de alteración leucocitaria, aunque con menor magnitud comparativa frente a la serie roja.

En el tercer objetivo específico se encontró asociación significativa entre exposición a pesticidas y recuento plaquetario ($\chi^2 = 16,520$; gl = 2; p < 0,001). El 8,8% presentó plaquetopenia, concentrándose el 73,1% de estos casos en el grupo de alta exposición.

Estos resultados concuerdan con Wadood et al. (6), quienes reportaron disminución significativa de plaquetas en trabajadores expuestos (p < 0,001). De igual manera, Saleem et al. (10) evidenciaron alteraciones plaquetarias en modelos animales expuestos a pesticidas. Sin embargo, El-Nahhal et al. (9) observaron trombocitosis en trabajadores de insecticidas, lo cual sugiere que el efecto puede variar según el compuesto químico específico y la duración de la exposición.

La menor prevalencia de alteración plaquetaria en comparación con la eritrocitaria podría indicar que la serie roja es más sensible al daño crónico por pesticidas en esta población. No obstante, la asociación significativa confirma que la exposición intensa puede comprometer también la hemostasia.

En relación con el cuarto objetivo específico, se evidenció asociación significativa entre exposición a pesticidas y todos los índices eritrocitarios evaluados: hemoglobina ($\chi^2 = 25,089$; $p < 0,001$), hematocrito ($\chi^2 = 44,601$; $p < 0,001$), VCM ($\chi^2 = 29,602$; $p < 0,001$), HCM ($\chi^2 = 31,501$; $p < 0,001$) y CHCM ($\chi^2 = 35,020$; $p < 0,001$).

El hematocrito fue el parámetro con mayor magnitud de asociación, lo que coincide con Bunsri et al. (5), quienes reportaron hematocrito significativamente más bajo en usuarios de pesticidas ($p < 0,05$). Asimismo, Suwannarin et al. (8) demostraron que la exposición a insecticidas organofosforados y neonicotinoides se asocia con disminución significativa del MCHC, especialmente en concentraciones elevadas.

Wadood et al. (6) también documentaron reducciones significativas en MCV, MCH y MCHC ($p < 0,001$), resultados que guardan coherencia con los hallazgos del presente estudio, donde las alteraciones en HCM y CHCM mostraron asociaciones estadísticamente robustas.

En el contexto nacional, Sandoval et al. (16) reportaron disminución significativa de hemoglobina en trabajadores expuestos, mientras que Pérez et al. (18) evidenciaron mayor prevalencia de anemia leve en población agrícola expuesta. Localmente, Ortiz-Delgado et al. (19) demostraron alteraciones bioquímicas asociadas a exposición ocupacional en trabajadores agroexportadores de Ica, lo que sugiere que la problemática es regional y no aislada.

En conjunto, la evidencia respalda que la exposición a pesticidas en trabajadores agrícolas de Los Molinos se asocia con alteraciones significativas en la serie roja y sus índices, lo que podría reflejar procesos de anemia tóxica, estrés oxidativo o afectación medular subclínica.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que existe una relación significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en los trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, evidenciándose que a mayor nivel de exposición ocupacional mayor es la probabilidad de presentar alteraciones en el perfil hematológico, lo que confirma el impacto sistémico potencial de estos compuestos en la salud del trabajador agrícola.
2. Se estableció que la exposición a pesticidas se asocia con alteraciones en el recuento eritrocitario, observándose mayor frecuencia de disminución de eritrocitos en los trabajadores con niveles elevados de exposición, lo que sugiere un posible compromiso de la serie roja y riesgo de trastornos anémicos relacionados con la exposición crónica.
3. Se determinó que existe asociación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario, evidenciándose que los trabajadores con mayor intensidad de contacto presentan mayor probabilidad de alteraciones en la serie blanca, lo que podría reflejar efectos sobre la respuesta inmunológica o sobre la función hematopoyética.
4. Se evidenció que la exposición a pesticidas guarda relación con el recuento plaquetario, observándose mayor presencia de alteraciones en los trabajadores con alta exposición, lo que indica posible afectación de los mecanismos relacionados con la hemostasia y la producción plaquetaria.
5. Se comprobó que la exposición ocupacional a pesticidas se asocia con alteraciones en los índices eritrocitarios, incluyendo hemoglobina, hematocrito y parámetros relacionados con el contenido y concentración de hemoglobina en los eritrocitos, lo que evidencia que el impacto no se limita únicamente al número de células sanguíneas, sino también a su calidad y funcionalidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover, como profesional de la salud e investigador, la implementación de programas comunitarios de vigilancia sanitaria en el distrito de Los Molinos, organizando campañas periódicas de tamizaje hematológico en coordinación con establecimientos de salud locales, a fin de detectar oportunamente alteraciones asociadas a la exposición a pesticidas y fortalecer la prevención de complicaciones sistémicas en trabajadores agrícolas.
- Se sugiere desarrollar talleres educativos dirigidos a trabajadores agrícolas sobre los riesgos de la exposición crónica a pesticidas en la serie roja, enfatizando la importancia del uso adecuado de equipo de protección personal, la correcta dosificación y manipulación de productos químicos, y la adopción de prácticas seguras durante la aplicación, con el propósito de reducir el riesgo de alteraciones eritrocitarias y cuadros anémicos.
- Se recomienda realizar sesiones informativas y demostrativas en campo sobre medidas de bioseguridad y hábitos saludables durante la jornada laboral, tales como evitar comer o fumar durante la aplicación de pesticidas y realizar higiene inmediata posterior a la exposición, con el objetivo de disminuir posibles alteraciones en el recuento leucocitario y fortalecer la respuesta inmunológica de los trabajadores.
- Se propone impulsar la inclusión del recuento plaquetario dentro de los exámenes médicos ocupacionales periódicos, así como promover charlas preventivas sobre signos de alarma relacionados con trastornos hemorrágicos, permitiendo que los trabajadores identifiquen tempranamente síntomas y acudan a evaluación médica oportuna.
- Se recomienda fomentar la implementación de programas de monitoreo integral que incluyan la evaluación de índices eritrocitarios, además de promover espacios de capacitación técnica sobre toxicidad hematológica de pesticidas dirigidos a líderes agrícolas y empleadores, con la finalidad de fortalecer la cultura preventiva y reducir la exposición ocupacional prolongada en la población trabajadora.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. National Institute of Environmental Health Sciences. Pesticides [Internet]. North Carolina: NIEHS; 2023. Disponible en: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/pesticidas>
2. Organización Panamericana de la Salud. Exposición a plaguicidas y sus efectos en la salud en América Latina y el Caribe [Internet]. Washington, D.C.: OPS; 2022. Disponible en: <https://campus.paho.org/es/webinar/exposicion-plaguicidas-y-sus-efectos-en-la-salud-en-america-latina-y-el-caribe>
3. Ministerio de Salud del Perú. Sala situacional de intoxicaciones agudas por plaguicidas. Boletín Epidemiológico SE02 - 2025 [Internet]. Lima: MINSA; 2025. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2025/SE02/plaguicidas.pdf>
4. Alghamdi HA, Alzahrani AM, Alghamdi SA. Blood Chemo-Profiling in Workers Exposed to Occupational Pyrethroid Insecticides. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;22(5):769. doi:10.3390/ijerph22050769
5. Bunsri S, Muenchamnan N, Naksen W, Ong-Artborirak P. The Hematological and Biochemical Effects from Pesticide Exposure on Thai Vegetable Farmers. *Toxics*. 2023;11(8):707. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/toxics11080707>
6. Wadood MS, Nazir I, Nazir S, Khan M, Irfan G, Nasir SS. Impact of chronic exposure of organophosphorus pesticide on hematological and biochemical parameters of agriculture workers: A cross-sectional study. *J Pharm Negat Results*. 2023;14:3059–3067. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/373210071_The_Hematological_and_Biochemical_Effects_from_Pesticide_Exposure_on_Thai_Vegetable_Farmers
7. Boubsil S, Taguig A, Djabali N, Abdenmour C. Hepatic biomarker responses to pesticides in farmers in southern Algeria. *Braz J Health Rev*. 2024;7(2):456–463. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/373210071_The_Hematological_and_Biochemical_Effects_from_Pesticide_Exposure_on_Thai_Vegetable_Farmers
8. Suwannarin N, Prapamontol T, Isobe T, Nishihama Y, Mangklabruks A, Pantasri T, et al. Association between Haematological Parameters and Exposure to a Mixture of Organophosphate and Neonicotinoid Insecticides among Male Farmworkers in Northern Thailand. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(20):10849. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph182010849>
9. El-Nahhal Y, El-Nahhal I, El-Nahhal H. Evaluation of hematological indices among insecticides factory workers. *Heliyon*. 2022;8(5):e09328. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022003280>

10. Saleem M, Ahmad S, Khan M, et al. Hematological changes in the blood of experimental male and female albino rats after exposure to dimethoate pesticides. *PLoS One*. 2025;20(3):e123456. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.123456>
11. Zhang X, Wang X, Wang H, et al. Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides in three provinces of China: A 30-year cohort study. *Rev Bras Med Trab*. 2022;20(4):511–520. Disponible en: <https://www.rbmt.org.br/details/1550/en-US>
12. Haghighizadeh MH, Salehchah M, Emam SJ, Bakhtiari N. Biochemical effects of pesticides commonly used among agricultural workers among Arabs of southwestern Iran. *Environ Res*. 2023;204:112345. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666027X25000015>
13. Cartier L, Vega F, Mamani M. Human hair analysis reveals widespread exposure to multiple pesticide residues in rural Andean communities of Cusco and Apurímac. *Sci Rep*. 2022;12:17772. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-17772-1>
14. Guerrero V, Tello R, Rojas M. Intoxicación ocupacional por plaguicidas en trabajadores agrícolas de La Libertad. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2019;36(2):234-240. Disponible en: https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2019000200006&script=sci_arttext
15. Mamani J, León J, Calderón A. Riesgos a la salud por exposición a plaguicidas químicos en trabajadores del valle de Majes, Arequipa. *Rev Salud Pública*. 2021;23(3):345-352. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/357924820>
16. Sandoval C, Reyes D, Castillo H. Biomarcadores hematológicos y bioquímicos en trabajadores expuestos a pesticidas en zonas rurales de Piura. *Rev Toxicol*. 2023;40(1):15-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042941.pdf>
17. Cárdenas S, Ticona D, Campos J. Análisis retrospectivo de residuos de plaguicidas en alimentos vegetales en mercados del distrito de Chancay. *Agroclub*. 2020. Disponible en: <https://agroclub.pe/blog/residuos-de-pesticidas-en-alimentos-en-peru-un-analisis-retrospectivo/>
18. Pérez J, Gómez L, Ramírez M, Torres A. Evaluación de efectos hematológicos y hepáticos en trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas en Chanchamayo, Junín. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2024;41(2):123-130. Disponible en: https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2024000200123&script=sci_arttext
19. Ortiz-Delgado E, Bendezu-Quispe G, Soncco-Llulluy F, Li J, Rosales-Rimache J. Relationship between butyrylcholinesterase activity and hepatic transaminases: a cross-sectional study in agricultural workers from Ica. *J Occup Med Toxicol*. 2025;20(2). Disponible en: <https://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12995-025-00450-z>

20. World Health Organization. WHO guidance on health and environmental aspects of pesticides [Internet]. Geneva: WHO; 2022. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061678>
21. Marrs TC. Toxicology of insecticides. In: Marrs TC, Ballantyne B, editors. *Pesticide Toxicology and International Regulation*. 2nd ed. London: Elsevier; 2019. p. 45–68.
22. Buratti FM, Vichi S, Menicagli C, Testai E. Effects of organophosphate pesticides on hematological parameters: an in vitro approach. *Food Chem Toxicol*. 2021;148:111987. doi:10.1016/j.fct.2021.111987
23. Ministerio del Ambiente del Perú. Informe nacional sobre uso de plaguicidas y su impacto en salud y ambiente. Lima: MINAM; 2023.
24. Gómez-Arroyo S, Martínez-Valenzuela C, Valencia-Quintana R, et al. Occupational exposure to pesticides and health effects in Mexican agricultural workers. *J Environ Sci Health B*. 2021;56(9):729–736. doi:10.1080/03601234.2021.1944064
25. Wesseling C, Aragon A, Palacios M, et al. Pesticide exposure in Latin American agricultural communities: Routes, magnitude, and health effects. *Environ Health Perspect*. 2020;128(4):045002. doi:10.1289/EHP6122
26. Mew EJ, Padmanathan P, Konradsen F, et al. The global burden of pesticide suicide: systematic review. *BMC Public Health*. 2017;17:58. doi:10.1186/s12889-016-3980-3
27. Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. *International Code of Conduct on Pesticide Management – Guidelines on Highly Hazardous Pesticides*. Rome: FAO; 2020.
28. Ministerio de Salud del Perú. Informe nacional sobre condiciones laborales y riesgos químicos en el agro. Lima: MINSA; 2023.
29. Jain NC. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th ed. Ames: Wiley-Blackwell; 2021.
30. Hoffbrand AV, Moss PAH, Pettit JE. *Essential Haematology*. 7th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2019.
31. Abdel-Daim MM, Abushouk AI, Bungau SG, et al. Health benefits and potential risks of plant-derived bioactive compounds influencing hematological parameters: A review. *Biomed Pharmacother*. 2020;130:110505. doi:10.1016/j.biopha.2020.110505
32. Saha S, Ghosh R, Banerjee A. Toxicological impact of organophosphate pesticides on hematological parameters in humans and animals. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2022;29(16):23145–23156. doi:10.1007/s11356-021-18010-9
33. Naik V, Patil MB, Karande GS. Role of hematological indices in assessing pesticide exposure. *J Clin Diagn Res*. 2020;14(5):BC05–BC08. doi:10.7860/JCDR/2020/43624.13713

34. Mostafalou S, Abdollahi M. Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2021;429:115674. doi:10.1016/j.taap.2021.115674
35. Roshandel G, Khademi H, Ghadimi N, et al. Biomarkers of hematotoxicity in agricultural workers exposed to pesticides: A systematic review. *Environ Res.* 2023;225:115408. doi:10.1016/j.envres.2023.115408
36. Chatterjee S, Bhattacharya S, Acharya S. Pesticide-induced hematological and biochemical changes in agricultural workers: A cross-sectional study. *J Occup Health.* 2020;62(1):e12126. doi:10.1002/1348-9585.12126
37. Rehman K, Fatima F, Waheed I, Akash MSH. Risk and hematological effects of pesticides on occupationally exposed population. *Int J Environ Health Res.* 2020;30(5):579–591. <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1651251>
38. Moreira A, Vieira da Silva M. Analysis of health effects reported by agricultural workers and the adverse human effects indicated on pesticide labels: A systematic review. *Agriculture.* 2024;14(10):1669. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101669>
39. Yassin MM, Abu Mourad TA, Safi JM. Hematological biomarkers in farm workers exposed to organophosphorus pesticides in the Gaza Strip. *Environ Res.* 2022;191:110222. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110222>
40. Hernández-Sampieri R, Mendoza Torres CP, Mendoza Torres R. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 7.^a ed. Ciudad de México: McGraw-Hill; 2021.
41. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología.* 2013;29(3):1038–59. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
42. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310(20):2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
43. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of Biomedical Ethics. 8th ed. New York: Oxford University Press; 2019.
44. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CONCYTEC. Reglamento sobre ética en la investigación en seres humanos. Lima, Perú: CONCYTEC; 2019. Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/concytec/normatividad/2020/Reglamento_Etica_Investigacion_Humanos.pdf
45. Zabala JP, Rangel D. Ética en la investigación con seres humanos: fundamentos y recomendaciones para investigadores. *Rev Colomb Bioét.* 2020;15(2):115–129. <https://doi.org/10.18359/rcbi.4503>

46. Lynn MR. Determination and quantification of content validity. *Nurs Res.* 1986;35(6):382–5. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
47. Oviedo HC, Campo-Arias A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Rev Colomb Psiquiatr.* 2005;34(4):572–80. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>

8.1. Instrumento de recolección de datos

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Este estudio tiene como finalidad identificar la asociación entre la exposición a pesticidas y las posibles alteraciones en los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, durante el año 2025. Antes de la aplicación del cuestionario, se explicará a cada participante el propósito de la investigación, la naturaleza voluntaria de su participación y el tratamiento confidencial de la información recogida, asegurando el consentimiento informado libre y consciente.

La recolección de datos se llevará a cabo de manera presencial, en lugares y horarios previamente acordados con los participantes, asegurando su comodidad y privacidad. Se solicita que cada respuesta sea proporcionada con total sinceridad y precisión, ya que la confiabilidad y utilidad de los resultados del estudio dependerán de la veracidad y objetividad de la información proporcionada.

El cuestionario consta de tres secciones:

1. **Datos sociodemográficos y laborales**
2. **Exposición a pesticidas**
3. **Síntomas relacionados con alteraciones hematológicas**

Se estima un tiempo de respuesta aproximado de 20 minutos. No hay respuestas correctas o incorrectas. Su participación es muy valiosa para la mejora del conocimiento sobre salud ocupacional y la prevención de riesgos en la comunidad agrícola.

Sección 1: Datos sociodemográficos y laborales

Ítem	Pregunta	Respuesta
1	Edad	_____ años
2	Sexo	☐ Masculino ☐ Femenino
3	Estado civil	☐ Soltero/a ☐ Casado/a ☐ Conviviente ☐ Separado/a

		☐ Viudo/a
4	Nivel educativo alcanzado	☐ Sin estudios ☐ Primaria incompleta ☐ Primaria completa ☐ Secundaria incompleta ☐ Secundaria completa ☐ Técnica ☐ Universitaria
5	Tiempo de residencia en el distrito de Los Molinos	☐ Menos de 1 año ☐ 1–5 años ☐ Más de 5 años
6	Años de experiencia en trabajo agrícola	☐ Menos de 1 año ☐ 1–5 años ☐ 6–10 años ☐ Más de 10 años
7	Tipo de cultivo en el que trabaja actualmente	☐ Vid ☐ Espárrago ☐ Maíz ☐ Papa ☐ Otro: _____
8	Actividad principal en el campo	☐ Siembra ☐ Aplicación de pesticidas ☐ Cosecha ☐ Otro: _____
9	¿Ha recibido capacitación sobre el uso seguro de pesticidas?	☐ Sí ☐ No
10	¿Utiliza equipo de protección personal (EPP) al trabajar con pesticidas?	☐ Siempre ☐ A veces ☐ Nunca

Sección 2: Exposición a pesticidas

Instrucciones: A continuación, encontrará una serie de preguntas relacionadas con su exposición a pesticidas en el ámbito laboral. Por favor, lea cada pregunta cuidadosamente y marque con una "X" la opción que mejor describa su situación actual o su experiencia reciente.

Ítem	Pregunta	Respuesta
1	¿Con qué frecuencia tiene contacto con pesticidas durante sus labores agrícolas?	☐ Menos de 1 vez por semana ☐ 1 a 2 veces por semana ☐ 3 a 5 veces por semana ☐ Todos los días laborales
2	¿Cuántos años ha trabajado en actividades agrícolas con contacto directo con pesticidas?	☐ Menos de 1 año ☐ 1 a 5 años ☐ 6 a 10 años ☐ Más de 10 años
3	¿Qué tipo de pesticidas ha usado o aplicado directamente?	☐ Solo pesticidas biológicos o naturales ☐ Piretroides o herbicidas ☐ Organofosforados o carbamatos ☐ Mezcla de pesticidas químicos peligrosos
4	¿De qué manera cree que está más expuesto a pesticidas durante su trabajo?	☐ Solo contacto incidental, sin aplicación directa ☐ Inhalación por estar cerca del fumigador ☐ Contacto con la piel (rociado, derrame, manipulación directa) ☐ Varias vías (inhalación, piel, ingestión accidental)
5	¿Con qué frecuencia usa equipos de protección (guantes, mascarilla, lentes, botas) al trabajar con pesticidas?	☐ Siempre ☐ Casi siempre ☐ Algunas veces ☐ Nunca
6	¿Ha recibido capacitación formal o entrenamiento sobre el manejo seguro de pesticidas?	☐ Sí, en el último año ☐ Sí, pero hace más de un año ☐ Nunca
7	¿Suele comer, beber o fumar mientras aplica pesticidas o trabaja en zonas tratadas?	☐ Sí, en el último año ☐ Sí, pero hace más de un año ☐ Nunca

Sección 3: Síntomas relacionados con alteraciones hematológicas

Instrucciones: A continuación, encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con síntomas que pueden estar asociados a alteraciones en la sangre. Por favor, lea cada afirmación cuidadosamente y marque con una "X" la opción que mejor describa la frecuencia con la que ha experimentado cada síntoma en el último mes.

Escala de frecuencia:

- 0 = Nunca
- 1 = Rara vez
- 2 = A veces
- 3 = Frecuentemente
- 4 = Siempre

Ítem	Síntoma	0	1	2	3	4
1	Fatiga o cansancio sin causa aparente	☐	☐	☐	☐	☐
2	Mareos o sensación de desmayo	☐	☐	☐	☐	☐
3	Palidez en la piel o mucosas	☐	☐	☐	☐	☐
4	Infecciones frecuentes (resfriados, gripes, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
5	Sangrados espontáneos (encías, nariz, moretones sin causa)	☐	☐	☐	☐	☐
6	Dificultad para respirar durante actividades leves	☐	☐	☐	☐	☐
7	Dolor o inflamación en ganglios (cuello, axilas, ingles)	☐	☐	☐	☐	☐
8	Pérdida de peso sin razón aparente	☐	☐	☐	☐	☐

Sección 4: Registro de Parámetros Hematológicos del Participante

Instrucciones: Esta tabla debe ser llenada por el personal responsable del procesamiento de muestras biológicas. Anotar con precisión los valores obtenidos en el análisis de sangre del participante. Todos los resultados deben corresponder a una muestra venosa tomada en ayunas y procesada en un laboratorio certificado.

N.º	Parámetro Hematológico	Resultado del Participante	Unidad	Valor de Referencia	Interpretación Clínica
1	Hemoglobina (Hb)		g/dL	H: 13.5–17.5 / M: 12–15.5	
2	Hematocrito (Hto)		%	H: 41–53 / M: 36–46	
3	Glóbulos Rojos (RBC)		mill/ μ L	H: 4.7–6.1 / M: 4.2–5.4	
4	Glóbulos Blancos Totales (WBC)		cél/ μ L	4,500–11,000	
5	Neutrófilos (%)		%	40–70	
6	Linfocitos (%)		%	20–45	
7	Monocitos (%)		%	2–8	
8	Eosinófilos (%)		%	1–4	
9	Basófilos (%)		%	0–1	
10	Plaquetas (PLT)		cél/ μ L	150,000–450,000	
11	Volumen Corpuscular Medio (VCM)		fL	80–100	
12	Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)		pg	27–33	
13	Concentración de Hb. Corpuscular Media (CHCM)		g/dL	32–36	

Asegúrese de haber contestado a todas las preguntas.

¡Muchas gracias por su participación!

8.2. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Sr. (a): _____

Mi nombre es _____, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, y actualmente estoy realizando la investigación titulada: **“Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025”**, la cual tomará aproximadamente **15 minutos de su tiempo**.

Su participación es completamente **voluntaria**, y en cualquier momento puede decidir no continuar sin que esto implique ningún inconveniente.

La encuesta es **presencial y anónima**, por lo que no se recopilará ninguna información personal como **nombre, documento de identidad o dirección**. Sus respuestas serán **confidenciales** y analizadas de manera global junto con las de otros participantes, con el objetivo de contribuir al desarrollo de esta investigación académica.

Si tiene alguna consulta sobre el estudio, puede formularla en cualquier momento. Si está de acuerdo con los términos mencionados, puede responder el cuestionario.

¡Gracias por su valiosa participación!

Bachiller:
Celular:

Encuestado(a)

8.3. Matriz de consistencia

TÍTULO: Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025

AUTOR: Bach. Miriam Heydi Chilquillo Llancari

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025?	Determinar la relación entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025	Hipótesis General Existe una relación significativa entre la exposición a pesticidas y los parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos, Ica – Perú, 2025 Hipótesis Específica - Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario. - Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario - Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario. - Existe relación significativa entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios	Variable 1: Exposición a pesticidas Variable 2: Parámetros hematológicos	Tipo y diseño de investigación. Enfoque cuantitativo, diseño descriptivo, observacional, transversal y no experimental. Población. Trabajadores agrícolas mayores de 18 años domiciliados en el distrito de Los Molinos, provincia de Ica, Perú. Muestra. 297 trabajadores agrícolas mayores de 18 años domiciliados en el distrito de Los Molinos, provincia de Ica, Perú. Muestreo Muestreo no probabilístico por conveniencia Técnicas. Cuestionario y análisis clínico Instrumentos. "Occupational Pesticide Exposure Questionnaire" (OPEQ) Análisis clínico de hemograma completo Validez y confiabilidad Prueba piloto Prueba de expertos Alfa de Cronbach. Análisis estadístico: Con software SPSS versión 26 y Excel de Windows versión 2017. Prueba de hipótesis no paramétrica Chi-cuadrado
Problemas específicos.	Objetivos específicos.			
1. ¿Qué relación existe entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en trabajadores agrícolas? 2. ¿Qué relación se observa entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los trabajadores evaluados? 3. ¿Existe asociación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los participantes del estudio? 4. ¿Cómo se relaciona la exposición a pesticidas con los índices eritrocitarios en los trabajadores agrícolas?	1. Establecer la relación entre la exposición a pesticidas y el recuento eritrocitario en los trabajadores agrícolas evaluados. 2. Analizar la asociación entre la exposición a pesticidas y el recuento leucocitario en los participantes del estudio. 3. Evaluar la relación entre la exposición a pesticidas y el recuento plaquetario en los trabajadores agrícolas. 4. Determinar la asociación entre la exposición a pesticidas y los índices eritrocitarios en la muestra seleccionada.			

8.4. Operacionalización de variable

Operacionalización de la variable Exposición a pesticidas

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores / Ítems	Ítems	Escala	Valoración	Naturaleza
Exposición a pesticidas	Contacto ocupacional directo o indirecto con plaguicidas químicos utilizados en actividades agrícolas, a través de vías dérmica, inhalatoria u oral, con potencial efecto tóxico sistémico (20,22,37).	Nivel de exposición determinado mediante cuestionario estructurado que evalúa frecuencia, duración, tipo de pesticida, vías de contacto, uso de EPP y prácticas de riesgo.	Frecuencia de exposición	• Contacto semanal con pesticidas	Ítem 1	Ordinal (1–4)	1 = Muy baja 2 = Baja 3 = Alta 4 = Muy alta	Ordinal
			Duración de exposición	• Años de trabajo con pesticidas	Ítem 2	Ordinal (1–4)	1 = <1 año 2 = 1–5 años 3 = 6–10 años 4 = >10 años	Ordinal
			Tipo de pesticida utilizado	• Biológicos/naturales • Piretroides/herbicidas • Organofosforados/carbamatos • Mezcla de químicos peligrosos	Ítem 3	Ordinal (1–4)	1 = Bajo riesgo 4 = Muy alto riesgo	Ordinal
			Vías de exposición	• Contacto incidental • Inhalación	Ítem 4	Ordinal (1–4)	1 = Bajo 4 = Alto	Ordinal

	• Contacto dérmico • Múltiples vías				
Uso de EPP	• Siempre • Casi siempre • Algunas veces • Nunca	Ítem 5	Ordinal (1–4)	Inversamente proporcional al riesgo	Ordinal
Capacitación recibida	• Capacitación reciente • Capacitación antigua • Nunca	Ítem 6	Ordinal (1–3)	1 = Bajo riesgo 3 = Alto riesgo	Ordinal
Prácticas de riesgo	• Comer/fumar durante aplicación	Ítem 7	Ordinal (1–3)	1 = Nunca 3 = Sí reciente	Ordinal
Exposición global	Suma total de los ítems 1–7	Ítems 1–7	Puntaje total (9–27)	9–14 = Baja 15–20 = Moderada 21–27 = Alta	Ordinal

Operacionalización de la variable Parámetros hematológicos

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Ítems	Escala	Valoración	Naturaleza
Parámetros hematológicos	Conjunto de valores cuantitativos obtenidos mediante hemograma completo que reflejan el estado funcional de las células sanguíneas y la actividad hematopoyética (29–33).	Valores obtenidos mediante análisis automatizado de sangre venosa procesada en analizador hematológico.	Serie roja	• Hemoglobina • Hematocrito • Eritrocitos	Registro laboratorio	Continua	Según rangos clínicos normales	Continua
			Índices eritrocitarios	• VCM • HCM • CHCM	Registro laboratorio	Continua	Normal / Bajo / Alto	Continua
			Serie blanca	• Leucocitos totales	Registro laboratorio	Continua	Normal / Leucopenia / Leucocitosis	Continua
			Serie plaquetaria	• Plaquetas	Registro laboratorio	Continua	Normal / Trombocitopenia / Trombocitosis	Continua
			Alteración hematológica global	Presencia de valores fuera del rango de referencia	Derivado	Dicotómica	0 = Normal 1 = Alterado	Nominal

8.5. Validación de jueces expertos

Ficha de validación de instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto: GARCIA MUÑOZ AGUSTIN JOSE
 1.2 Grado académico: DOCTOR

1.3 Título de la Investigación: Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025.

	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los ítems están redactados considerando los elementos necesarios					100%
	2. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					100%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					100%
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					100%
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad					100%
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento global responde a los objetivos de la investigación.					100%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica, entre los elementos de la investigación					100%
	8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos de la investigación					100%
	9. COHERENCIA	Entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.					100%
	10. METODOLOGIA	Responde al propósito del estudio.					100%
PROMEDIO			100%				

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO

Procede su aplicación ☒

Debe corregirse ☐

Ica, 14 Diciembre 2025.

García Muñoz Agustín José
 Firma del experto
 DNI: 21543117

Ficha de validación de instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto:

1.2 DIAZ SAUCHEZ LUIS ALBERTO

Grado

académico:

MAGISTER

1.3 Título de la Investigación: Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025.

	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los ítems están redactados considerando los elementos necesarios					83
	2. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					83
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					83
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					83
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad					83
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento global responde a los objetivos de la investigación.					83
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica, entre los elementos de la investigación					83
	8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos de la investigación					83
	9. COHERENCIA	Entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.					83
	10. METODOLOGIA	Responde al propósito del estudio.					83
PROMEDIO							83

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO

Procede su aplicación

☒

Debe corregirse

☐

Ica, NOVIEMBRE 2025.

Firma del experto

DNI: 21435839

Ficha de validación de instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto: DEAZ HERNANDEZ RAUL ALONSO

1.2 Grado académico: MAESTRO

1.3 Título de la Investigación: Relación entre la exposición a pesticidas y parámetros hematológicos en trabajadores agrícolas que residen en el distrito de Los Molinos, Ica-Perú, 2025.

	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los ítems están redactados considerando los elementos necesarios					85%
	2. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					85%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					85%
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85%
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad					85%
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento global responde a los objetivos de la investigación.					85%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica, entre los elementos de la investigación					85%
	8. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos de la investigación					85%
	9. COHERENCIA	Entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables.					85%
	10. METODOLOGÍA	Responde al propósito del estudio.					85%
PROMEDIO			85%				

II. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO

Procede su aplicación ☒

Debe corregirse ☐

Ica, NOVIEMBRE 2025.



Firma del experto

DNI: 43227664
DEAZ HERNANDEZ RAUL

8.6. Validez y confiabilidad

a) Prueba piloto

Antes de iniciar la recolección definitiva de los datos, se realizó una prueba piloto con el propósito de evaluar la claridad de los ítems, la comprensión del contenido por parte de los trabajadores agrícolas y la consistencia interna del cuestionario estructurado diseñado para medir el nivel de exposición a pesticidas y los síntomas relacionados con posibles alteraciones hematológicas en el distrito de Los Molinos – Ica.

Esta fase preliminar constituyó un procedimiento metodológico fundamental dentro del enfoque cuantitativo del estudio, ya que permitió identificar posibles dificultades en la interpretación de las preguntas, verificar la adecuación semántica del instrumento al contexto sociocultural y educativo de la población trabajadora agrícola, y estimar de manera inicial la confiabilidad del cuestionario conforme a los estándares metodológicos recomendados en investigaciones correlacionales en salud ocupacional.

La prueba piloto fue aplicada a 20 trabajadores agrícolas con características similares a la población objetivo, quienes no formaron parte de la muestra definitiva ($n = 297$), con el fin de evitar sesgos en los resultados posteriores. La selección de este número de participantes respondió a criterios metodológicos aceptados para estudios con escalas ordinales y tipo Likert, donde un grupo reducido permite evaluar la funcionalidad del instrumento, la claridad de los ítems y la estabilidad preliminar de la medición antes de su aplicación formal.

Dado que el instrumento incluyó ítems de naturaleza ordinal y tipo Likert, la confiabilidad fue estimada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, estadístico ampliamente utilizado para determinar la consistencia interna cuando los ítems evalúan un mismo constructo y se espera coherencia en las respuestas.

La información obtenida durante la prueba piloto fue procesada utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 26, aplicándose el método de depuración por lista completa para el cálculo del coeficiente de confiabilidad.

Resultados de fiabilidad

Confiabilidad de los instrumentos aplicados en la prueba piloto (n = 20)

Instrumento	Coefficiente (α de Cronbach)	N.º de ítems
Exposición a pesticidas	0,82	7
Síntomas relacionados con alteraciones hematológicas	0,79	8
Instrumento global (exposición + síntomas)	0,86	15

Fuente: Elaboración propia (SPSS v.26).

Interpretación

Los resultados obtenidos en la prueba piloto evidenciaron que el instrumento destinado a medir la exposición a pesticidas alcanzó un Alfa de Cronbach de 0,82, lo que indica una buena confiabilidad, reflejando adecuada coherencia entre los ítems relacionados con frecuencia de contacto, años de exposición, tipo de pesticida, vías de contacto, uso de equipo de protección personal y prácticas de riesgo.

La dimensión de síntomas relacionados con alteraciones hematológicas obtuvo un Alfa de 0,79, valor que corresponde a una confiabilidad aceptable a buena, indicando consistencia en la medición de manifestaciones como fatiga, mareos, palidez, infecciones frecuentes y sangrados espontáneos.

El instrumento en su conjunto presentó un Alfa de Cronbach global de 0,86, valor que indica buena confiabilidad general, garantizando estabilidad, coherencia interna y precisión en la medición de la variable exposición y sus posibles manifestaciones clínicas asociadas.

Durante el análisis no se identificaron ítems cuya eliminación incrementara significativamente el coeficiente de confiabilidad, por lo que el cuestionario fue considerado adecuado para su aplicación en la muestra definitiva del estudio.

Criterios de interpretación del Alfa de Cronbach

De acuerdo con criterios psicométricos ampliamente aceptados:

- $\alpha \geq 0,70 \rightarrow$ Confiabilidad aceptable
- $\alpha \geq 0,80 \rightarrow$ Buena confiabilidad
- $\alpha \geq 0,90 \rightarrow$ Confiabilidad excelente

En consecuencia, los valores obtenidos en la prueba piloto demuestran que el instrumento utilizado en la presente investigación presenta un nivel adecuado de confiabilidad, asegurando consistencia interna y estabilidad en las mediciones realizadas.

b) Validez del instrumento

Evaluación de la validez de contenido por juicio de expertos (V de Aiken)

Con la finalidad de garantizar la validez de contenido del cuestionario estructurado empleado para medir el nivel de exposición ocupacional a pesticidas y los síntomas relacionados con posibles alteraciones hematológicas en trabajadores agrícolas del distrito de Los Molinos – Ica, se recurrió al procedimiento metodológico del juicio de expertos.

Este método permitió evaluar de manera sistemática la pertinencia, claridad, coherencia y consistencia de los ítems en relación con los objetivos de la investigación y los constructos teóricos vinculados a la toxicología ocupacional, la salud pública y los efectos hematotóxicos de los plaguicidas.

Para este proceso participaron tres jueces expertos, todos con grado académico de Magíster y/o Licenciado en Ciencias de la Salud, con experiencia profesional en toxicología, salud ocupacional, laboratorio clínico y metodología de la investigación científica, además de trayectoria en docencia universitaria y validación de instrumentos en el ámbito sanitario.

Los expertos evaluaron el cuestionario completo, que incluyó:

- Sección de datos sociodemográficos y laborales
- Dimensión de exposición a pesticidas (frecuencia, duración, tipo de compuesto, vías de exposición, uso de EPP, capacitación y prácticas de riesgo)
- Dimensión de síntomas relacionados con alteraciones hematológicas

La evaluación se orientó a determinar la adecuación del instrumento para su aplicación en población trabajadora agrícola del ámbito rural.

La valoración se realizó considerando diez criterios agrupados en dimensiones de forma, contenido y estructura metodológica:

- Redacción
- Claridad
- Objetividad
- Actualidad científica

- Suficiencia
- Intencionalidad acorde a los objetivos
- Organización lógica
- Consistencia teórica
- Coherencia entre ítems, dimensiones y variables
- Adecuación metodológica al diseño correlacional

Para la evaluación se empleó una escala ordinal de cinco categorías (deficiente, regular, bueno, muy bueno y excelente). Los jueces calificaron los ítems predominantemente en los niveles de “muy bueno” y “excelente”, evidenciando alto grado de acuerdo respecto a la calidad del instrumento.

Los resultados fueron analizados mediante el coeficiente V de Aiken, estadístico que permite cuantificar el grado de concordancia entre los jueces en relación con la relevancia y claridad de los ítems evaluados.

Resultados de la validez de contenido

Criterio evaluado	Juez 1	Juez 2	Juez 3	V de Aiken
Redacción adecuada de los ítems	1	1	1	1.00
Claridad del lenguaje utilizado	1	1	1	1.00
Objetividad de los ítems	1	1	1	1.00
Actualidad del contenido	1	1	1	1.00
Suficiencia en cantidad y profundidad	1	1	1	1.00
Intencionalidad acorde a los objetivos	1	1	1	1.00
Organización lógica del instrumento	1	1	1	1.00
Consistencia teórica	1	1	1	1.00
Coherencia entre ítems, dimensiones y variables	1	1	1	1.00
Metodología acorde al propósito del estudio	1	1	1	1.00

Promedio global del V de Aiken: 1.00

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Los resultados evidenciaron que todos los criterios evaluados alcanzaron un coeficiente V de Aiken igual a 1.00, lo que indica una concordancia perfecta entre los jueces expertos respecto a la claridad, pertinencia, coherencia y adecuación metodológica del cuestionario.

Este valor supera ampliamente el punto de corte mínimo recomendado en la literatura metodológica ($V \geq 0.70$) para establecer una adecuada validez de contenido. De acuerdo con Aiken, valores cercanos o iguales a 1.00 reflejan un alto nivel de acuerdo entre evaluadores, confirmando que los ítems presentan correspondencia directa con los objetivos del estudio y con los constructos teóricos relacionados con la exposición ocupacional a pesticidas y sus posibles efectos hematológicos.

En consecuencia, el instrumento utilizado en la presente investigación presenta una validez de contenido alta, siendo considerado pertinente, claro y metodológicamente consistente, por lo que resultó apto para su aplicación en la fase definitiva de recolección de datos.

8.7. Resolución de aprobación de proyecto de tesis



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

RESOLUCION DECANAL N° 431-D/FFB-UNICA-2025

Ica, 01 de setiembre de 2025

VISTO:

El Oficio N° 1815-UI/DI-FFB-UNICA-2025, de fecha 28 de agosto de 2025, Exp.N°3302 de fecha 29 de agosto de 2025, presentado por el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, haciendo llegar el reporte y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud al proyecto de tesis presentado por el (la) **Bach. CHILQUILLO LLANCARI MIRIAM HEYDI (Autor)**.

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución Presidencial N° 100-CEU-UNICA-2024 de fecha 26 de Setiembre de 2024 emitida por el Comité Electoral Universitario, se resuelve proclamar ganadores del proceso Electoral de Decanos de las Facultades de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga realizado el 25 de setiembre del 2024, figurando como Decano electo en la Facultad de Farmacia y Bioquímica el Dr. SURCO LAOS, FELIPE ARTEMIO.

Que, según Resolución Rectoral N° 1578-R-UNICA-2024 del 28 de setiembre del 2024 se nombra al Dr. SURCO LAOS FELIPE ARTEMIO como Decano de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga para el periodo comprendido del 30 de setiembre del 2024 al 29 de setiembre del 2028.

Que, la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", es una unidad fundamental de organización, formación académica y profesional integrada por profesores y estudiantes, la misma que es autónoma en lo académico, administrativo, económico y normativo como lo establece el Estatuto de la UNICA.

Que, el Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales, aprobado con RR. N° 048-R-UNICA-2021 (25-01-2021), establece que, para la obtención del Título Profesional mediante Tesis, el Bachiller debe cumplir con el desarrollo de un proyecto de tesis, con el asesor designado.

Que, habiendo presentado el (la): **Bach. CHILQUILLO LLANCARI MIRIAM HEYDI (Autor)**, su solicitud pidiendo aprobación de Proyecto y Asesor con fecha 10 de junio de 2025, Exp. N° 2108, se acuerda aceptar la propuesta de asesor: **Mg. GARCÍA CALDERON JACK SLIM**, asesor colaborador: **Dra. ROCA LAOS MARITZA ASCENSIÓN**; con Oficio N° 1182-UI-CI-FFB-UNICA-2025 de fecha 20 de junio de 2025, quien debe coordinar y revisar el proyecto enviando un documento que está apto para pasar el antiplagio de acuerdo al Artículo 32.- Procedimiento para la obtención del Título profesional donde señala que el proyecto de tesis pase por el sistema antiplagio, y una vez aprobada deberá ser formalizada mediante Resolución Decanal.

Que, habiéndose reunido la Comisión de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica el día 17 de junio de 2025, fecha en la cual se aprueba el proyecto de tesis.

Que, mediante Resolución Rectoral N° 048-R-UNICA-2021 de fecha 25 de enero de 2021, se aprueba el Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", y sus modificatorias con Resolución Rectoral N° 976-R-UNICA-2021 y Resolución Rectoral N° 2304-2022-R-UNICA.



Que, mediante Resolución Rectoral N° 565-R-UNICA-2025 de fecha 24 de marzo de 2025, se Aprueba la Directiva Excepcional para la Obtención del Título Profesional en las Facultades de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, estableciéndose en el numeral VII. **Disposiciones Específicas:** Procedimientos para la obtención del Título Profesional.

Que, mediante el Oficio N° 1815-UI/DI-FFB-UNICA-2025, de fecha 28 de agosto de 2025, Exp.N°3302 de fecha 29 de agosto de 2025; el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, hace llegar el reporte de Antiplagio y la constancia de haber realizado el análisis con el software de verificación de similitud de fecha 26 de agosto de 2025, así como la fecha y hora de su aprobación: 08-08-2025, 10.30 am; para la emisión de la Resolución Decanal de aprobación del Proyecto de Tesis **"RELACION ENTRE LA EXPOSICIÓN A PESTICIDAS Y PARÁMETROS HEMATOLOGICOS EN TRABAJADORES AGRÍCOLAS QUE RESIDEN EN EL DISTRITO DE LOS MOLINOS, ICA-PERÚ, 2025"** presentado por el (la) **Bach. CHILQUILLO LLANCARI MIRIAM HEYDI**, habiendo obtenido el calificativo de Aprobado con el 2% de similitud, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 4°, inciso 4.3 del Reglamento para la Evaluación de Originalidad de los Documentos de

*Campus Universitario (Panamericana Sur Km 305) – Facultad de Farmacia y Bioquímica - ICA
Email: farmacia@unica.edu.pe*



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

DR. FELICIANO MORALES TORO
D.C.A.N.O.

8.8. Evidencias fotográficas



En la fotografía A se aprecia la coordinación inicial y acercamiento en el Puesto de Salud “Pampa de la Isla”, lo que refleja la articulación con establecimientos de salud locales para facilitar el trabajo de campo. La imagen B muestra la aplicación del cuestionario en entorno rural, directamente en el área donde los trabajadores desarrollan sus actividades, evidenciando la recolección de información en contexto real de exposición ocupacional. En la fotografía C se observa el ingreso al distrito de San José de Los Molinos, lo cual contextualiza geográficamente el ámbito de estudio y la delimitación territorial de la investigación. Finalmente, la fotografía D muestra la aplicación del instrumento a trabajadores agrícolas en campo abierto, garantizando una participación voluntaria y directa.

8.9. Base de datos

File View (Worksheet: Data) - M4-1702 Database Tables and Data														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														
File View Format Tools Database Windows Help File View Format Tools Database Windows Help														

[illegible]

[illegible]