

EFFECTO DE LOS PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS SOBRE LA SALUD DE LA MANCOMUNIDAD DEL RÍO OPAMAYO, HUANCVELICA

Effect of agricultural pesticides on the health of the community of the Opamayo river, Huancavelica

Charles Frank Saldaña-Chafloque¹, Jairo Edson Gutiérrez-Collao², Julio Miguel Angeles Suazo³, Juan Angel Guerra Comun⁴, Louise Steven's Kip Pedraza Mayhua⁵, Ruth Vanesa Chamorro Yañac⁶

RESUMEN

La "mancomunidad del río Opamayo" conformada por los distritos de Pampas, Ahuaycha, Acraquia y Daniel Hernández, región Huancavelica, es una zona agrícola, que emplea los plaguicidas para controlar las plagas y enfermedades de sus cultivos, su uso plantea mayores riesgos para el ambiente y el hombre. Es por esta razón que el objetivo de la investigación es determinar los efectos de los plaguicidas sobre la salud de los habitantes de la "mancomunidad del río Opamayo". El estudio es descriptivo, con criterio de inclusión, habitantes de 18 a 50 años, que laboran de forma directa en cultivos agrícolas; y, el criterio de exclusión, adultos mayores a 50 años o menores de 18 años; que no laboran en cultivos agrícolas y aquellas personas que no deseen participar en la investigación. Población de 30 349 habitantes, muestra 379 habitantes. Muestreo no probabilístico, aleatoria, empleando la técnica de "bola de nieve". Entre los resultados se tiene que de acuerdo a su sintomatología, la mayoría presentaron "dolor de cabeza" (19.2%); según el tiempo de exposición, los agricultores en su mayoría estuvieron expuestos 1 hora (34.8%); sólo el 37.5% utilizaban el equipo completo de protección personal; el plaguicida más empleado fue el clorpirifos (27.7%), la "papa" fue el cultivo donde se realizó frecuentemente las aplicaciones de plaguicidas y en su mayoría los plaguicidas fueron clasificados en la categoría II "moderadamente peligroso", siendo el clorpirifos (105 reportes) fue el ampliamente usado, seguido por cipermetrina (57 reportes), imidacloprid (56 reportes), bifentrina (22 reportes) y fipronil (10 reportes). Concluyéndose que se profundiza la comprensión del daño y los impactos que los plaguicidas pueden causar en la vida de los habitantes de la "mancomunidad del río Opamayo" y la difusión de información que impacta directamente las prácticas relacionadas con el escenario agrícola actual y futuro.

Palabras clave: plaguicidas, salud, toxicidad, cultivos andinos.

ABSTRACT

The "Commonwealth of the Opamayo River" made up of the districts of Pampas, Ahuaycha, Acraquia and Daniel Hernández, Huancavelica region, is an agricultural area that uses pesticides to control pests and diseases in its crops, and their use poses greater risks to the environment and humans. It is for this reason that the objective of the research is to determine the effects of pesticides on the health of the inhabitants of the "mancomunidad del río Opamayo". The study is descriptive, with inclusion criteria, inhabitants from 18 to 50 years old, who work directly in agricultural crops; and exclusion criteria, adults older than 50 years old or younger than 18 years old; who do not work in agricultural crops and those who do not wish to participate in the research. Population 30 349 inhabitants, sample 379 inhabitants. Non-probabilistic, random sampling, using the "snowball" technique. Among the results, according to their symptomatology, the majority presented "headache" (19.2%); according to the time of exposure, most farmers were exposed for 1 hour (34.8%); only 37.5% used full personal protective equipment; the most used pesticide was chlorpyrifos (27.7%); "potato" was the most used pesticide (27.7%); and "potato" was the most used pesticide. 7%), "potato" was the crop where pesticide applications were frequently made and most of the pesticides were classified in category II "moderately hazardous", being chlorpyrifos (105 reports) the most widely used pesticide.

Keywords: pesticides, health, toxicity, Andean crops.

¹ Docente investigador, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9537-2680>. charlessaldana@unat.edu.pe

² Docente investigador, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8984-6245>. jairo.gutierrez@unat.edu.pe

³ Docente investigador, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-9032>. julioangeles@unat.edu.pe

⁴ Estudiante, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6298-2473>. 71482814@unat.edu.pe

⁵ Estudiante, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3697-5261>. 72753156@unat.edu.pe

⁶ Estudiante, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9453-8606>. 71380015@unat.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Los pesticidas son los productos químicos más utilizados mundialmente en la agricultura, la salud pública y en aplicaciones domésticas; en consecuencia, gran parte de la población puede estar expuesta a estos compuestos. Debido a su potencial toxicidad, el uso y manipulación de plaguicidas trae varios riesgos vinculados al personal expuesto, los habitantes del lugar y el ambiente. Por lo tanto, los efectos nocivos vinculados a la salud humana de los pesticidas pueden ser tanto a corto como a largo plazo y, según la "Organización Mundial de la Salud" (OMS), dichos productos químicos son los causantes de alrededor de un millón de intoxicaciones al año, siendo el 70 % ocupacionales (Hassaan y El, 2020).

Desde finales de la década de 1940, cuando se introdujo la "revolución verde" en la región de "América Latina y el Caribe" (ALC), que era un modelo de explotación agrícola industrializada enfocado en el empleo de agroquímicos sintéticos, la utilización de agroquímicos, incluidos pesticidas, ha aumentado dramáticamente, en paralelo con el aumento de la población y la producción agrícola (Zúñiga-Venegas et al., 2023). Hoy en día, se estima que la región de ALC representa el 20 % del consumo mundial de pesticidas y que se utilizan más pesticidas en América Central y del Sur per cápita en contraste de otras partes del mundo (Barrón et al., 2024). Además, existe una falta de regulación, su implementación y educación sobre el uso y manejo seguro de pesticidas para prevenir efectos adversos graves en los usuarios de pesticidas, los consumidores y el medio ambiente, lo que en conjunto resulta en contaminación del ambiente y daños a la salud de los seres humanos en este país (Zúñiga-Venegas et al., 2023).

Una reciente revisión del alcance de los efectos sobre la salud vinculados a la exposición a plaguicidas en los pueblos de ALC concluyó que existe evidencia de que la presencia de pesticidas puede causar efectos sobre la salud en estos pueblos (Zúñiga-Venegas et al., 2023). Sin embargo, los autores también enfatizaron que la mayor parte de la evidencia se basó en investigaciones realizadas en Brasil y México, y que se deben hacer esfuerzos para apoyar inversiones más amplias en capacidades de investigación en esta región para caracterizar mejor la situación en otros países de la región de ALC. Se llegó a una conclusión similar en una revisión crítica reciente sobre la ocurrencia y los niveles de contaminantes heredados y emergentes en el medio ambiente de la región de ALC (Souza et al., 2022).

La comunidad científica internacional ha debatido ampliamente el impacto de la exposición humana a los pesticidas. La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (Hassaan y El, 2020) ha reunido evidencias sobre el potencial de los pesticidas para causar cáncer, y advierte que algunos pesticidas clasificados como contaminantes orgánicos persistentes (como el DDT, lindano y aldrín-dieldrín) y otros actualmente en uso (como el alaclor, glifosato y diurón) representan una amenaza para la población expuesta, ya que están clasificados como probable o posiblemente cancerígenos. La exposición a pesticidas puede ser ocupacional u ocasional, y ocurre por ingestión, inhalación o contacto con la piel y generalmente está relacionada con la manipulación de estos productos (Zúñiga-Venegas et al., 2023). La literatura muestra que países que forman parte de los cinco principales consumidores de plaguicidas en el mundo, como China y Estados Unidos, han publicado numerosos estudios sobre los impactos de estos productos químicos en la salud de su población (Panis et al., 2022).

A nivel global, se emplean una variedad de pesticidas necesarios en la protección de campos agrícolas, que presentan propiedades que atenúan los daños causados por plagas y pueden permanecer en el suelo y lugares húmedos por tiempo prolongado, provocando toxicidad en el hombre. Los herbicidas, a menudo presentan mejor toxicidad, en comparación de los insecticidas para el hombre; sin embargo, estos compuestos químicos podrían ser nocivos, dependiendo a la dosificación expuesta (Esteves et al., 2023).

Según la evidencia científica, los riesgos reales presentados por los pesticidas para la salud del hombre (exposición ocupacional y del consumidor) y el ambiente están plenamente justificados (Friedrich et al., 2021; Hess et al., 2021). Causan problemas de salud, desde reacciones agudas en la piel y el sistema respiratorio hasta enfermedades crónicas que incluyen anomalías hematológicas y hormonales, infertilidad, abortos espontáneos, malformaciones fetales, enfermedades neurológicas y cáncer. Los mecanismos subyacentes de estos efectos son acciones genotóxicas, neurotóxicas y disruptoras endocrinas (Monneret, 2017).

En Perú, investigaciones respecto a los efectos de plaguicidas vinculadas a la salud del pueblo de Mala, dan a conocer que el plaguicida más utilizado por los agricultores fue el malatión (43.5 %), seguido del clopirifos (17.5 %), dicrotofos (14.6 %) y finalmente el carbofurano (14 %), siendo, los principales síntomas el

dolor de cabeza (55.9 %), las náuseas (17.5 %) y salivación (10.2 %) (Esteves et al., 2023). Asimismo, investigaciones sobre el impacto de los pesticidas vinculada a la salud de habitantes de los andes centrales del Perú, indican que los pobladores del ande están muy expuestos a plaguicidas, contaminándose de esta forma con un amplio rango de compuestos químicos vinculados a los plaguicidas en altos niveles de concentración; donde, los análisis multivariados y los modelos geoestadísticos identificaron factores sociodemográficos asociados con la ruralidad y el origen de los alimentos que aumentan el riesgo de exposición a pesticidas (Honles et al., 2022).

Por ello, es crucial adoptar un enfoque precautorio que priorice el hombre y el ambiente, esto implica promover técnicas agrícolas sostenibles con el ambiente, favoreciendo el desarrollo con nuevas alternativas no tóxicas para el control de plagas, fortalecer la regulación y el monitoreo de plaguicidas, y educar a los agricultores, consumidores y tomadores de decisiones sobre efectos asociados en el empleo de plaguicidas y las formas de atenuarlos. Solo a través de un enfoque integral y colaborativo se puede garantizar que la agricultura siga siendo una fuente segura y sostenible de alimentos para las generaciones futuras. En dicho contexto, en la mancomunidad del río Opamayo, conformada por los habitantes de los distritos de Daniel Hernández, Pampas, Ahuaycha y Acraquia; siembran diversos cultivos agrícolas; donde, los agricultores emplean de manera inadecuada los plaguicidas

agrícolas, contaminando al ambiente y posibles daños a los pobladores de dicha mancomunidad; siendo, el objetivo de esta investigación, la determinación de los efectos de los plaguicidas sobre la salud de los habitantes de la “mancomunidad del río Opamayo”, Huancavelica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El estudio fue ejecutado en la “mancomunidad del río Opamayo”, conformada por los distritos de Daniel Hernández, Pampas, Ahuaycha y Acraquia, de la provincia de Tayacaja, región Huancavelica, Perú (Figura 1); siendo la superficie de Daniel Hernández de 106.92 km², Pampas de 109.07 km², Ahuaycha de 90.96 km² y Acraquia de 110.27 km²; altitud de Daniel Hernández es de 3 280 m s.n.m., Pampas de 3 276 m s.n.m., Ahuaycha de 3 280 m s.n.m. y Acraquia de 3 287 m s.n.m., georreferenciación de Daniel Hernández es 12° 23' 25" latitud sur (LS) y 74° 51' 32" longitud oeste (LO), Pampas 12° 23' 42" LS y 74° 52' 02" LO, Ahuaycha 12° 24' 16" LS y 74° 53' 32" LO, y Acraquia 12° 24' 35" LS y 74° 54' 00" LO. El clima de esta mancomunidad del río Opamayo, está relacionada a la orografía y los pisos altitudinales, donde la mancomunidad presenta temperaturas medias anuales entre 13.5°C - 15°C, con heladas o bajas temperaturas alrededor de 0 °C en los meses de mayo a agosto (López et al., 2022).

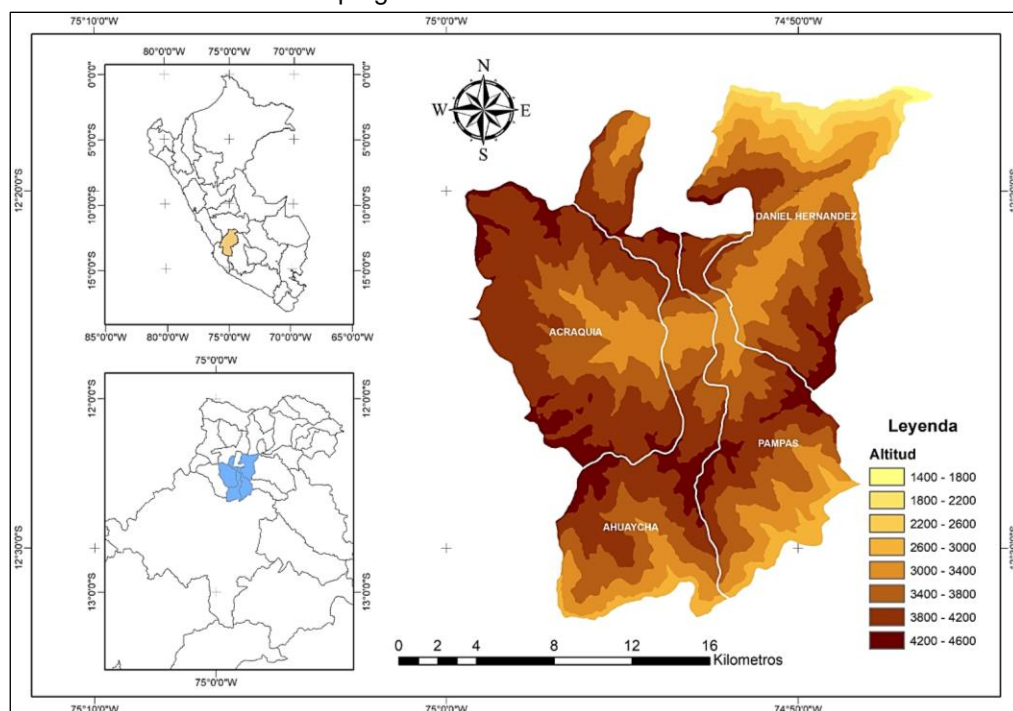


Figura 1. Mapa de los distritos de Daniel Hernández, Pampas, Ahuaycha y Acraquia, de la provincia de Tayacaja, región Huancavelica, Perú.

Metodología

Población

La población abarcó a 30 349 habitantes de los distritos de Pampas, Ahuaycha, Acraquia y Daniel Hernández (INEI, 2017), según la Tabla 1.

Tabla 1. Población de los distritos de Pampas, Ahuaycha, Acraquia y Daniel Hernández.

Distrito	Población
Acraquia	5 014
Ahuaycha	5 619
Daniel Hernández	10 381
Pampas	9 335
Total	30 349

Fuente: Censo 2017, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (INEI, 2017).

Muestra

Se calculó empleando la Ecuación 1 de “población conocida y varianza desconocida” (Hernández et al., 2014):

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1)+Z^2pq} \tag{1}$$

Dónde: n = tamaño de muestra; N = población de estudio; p = porcentaje de éxito de la característica de interés, equivalente a 0.5; q = 1 - P, complemento de P; Z = confiabilidad del 95 % igual a 1.96; d = tolerancia de error permisible en la investigación, 5 %.

La muestra comprendió a 379 habitantes andinos distribuidos en los distritos de Pampas, Ahuaycha, Acraquia y Daniel Hernández.

Se empleó el programa estadístico Past versión 4.16; Info Stat versión 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel. Se realizaron los análisis de los estadísticos descriptivos; también se realizó el análisis multivariado, como clusterización bidireccional de los plaguicidas agrícolas empleados en los cultivos andinos en la “mancomunidad del río Opamayo”.

La recopilación de la información del presente estudio fue comprendida desde enero hasta agosto del 2024.

Método de selección de la muestra

El muestreo fue del tipo no probabilístico, aleatorio, se empleó la técnica de “bola de nieve”, que

comprendió en la realización de interrogantes al primer encuestado, que es un habitante que realiza actividades agrícolas, catalogándolo como “conocedor”, al finalizar la entrevista, este habitante propone el nombre del siguiente habitante que también realiza actividades agrícolas a entrevistar denominándolo “conocedora” y siguiendo esa metodología hasta terminar las 379 encuestas del presente estudio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se emplearon encuestas, el instrumento fue un cuestionario el cual se aplicó a agricultores de zonas rurales que trabajan con plaguicidas, el cual sirvió para extraer la información necesaria para el estudio. Previo a la ejecución de las encuestas, se realizó la validación y confiabilidad del instrumento; donde, la validación consistió en la validez de la investigación basada en la realidad o lo fidedigno de la información obtenida de los encuestados; y la confiabilidad, representa la exactitud y precisión de las técnicas, instrumentos y procedimiento utilizados en la recopilación de la información, su consistencia y replicación del estudio (Corral, 2022). El instrumento fue estructurado para recolectar datos respecto a la información sobre el uso de plaguicidas como: síntomas presentados por el uso de plaguicidas, tiempo de exposición, “equipos de protección personal” (EPP), frecuencia de uso de los plaguicidas, plaguicidas más empleados por los agricultores y cultivos donde se aplicó plaguicidas; asimismo, los efectos de los plaguicidas respecto a la salud de los agricultores de la “mancomunidad del río Opamayo”, según la Tabla 2, donde se detalla la clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan (Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, 2020).

Tabla 2. Clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan.

Clasificación		DL50 para la rata (mg kg ⁻¹ de peso corporal)	
		Oral	Dérmica
Ia	"Sumamente peligroso"	< 5	< 50
Ib	"Muy peligroso"	5 - 50	50 - 200
II	"Moderadamente peligroso"	50 - 2 000	200 - 2 000
III	"Poco peligroso"	> 2 000	> 2 000
U	"Poco probable que presente un peligro agudo"	> 5 000	> 5 000

Fuente: Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (2020).

Técnicas de análisis de los datos

La información recopilada, fue organizada empleando Microsoft Excel; además, de las consultas en bibliografía relacionados al tema de estudio (Mostacero et al., 2020). La data recopilada fue analizada a través de estadísticos descriptivos (González et al., 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Información sobre el uso de plaguicidas por los pobladores de la “mancomunidad del río Opamayo”

La Tabla 3, muestra la estadística descriptiva de la información recopilada respecto al uso de los plaguicidas por parte de la “mancomunidad del río Opamayo” mostrando diferencias significativas con un p -valor < 0.05 ; asimismo, según el plaguicida agrícola más empleado fue el clorpirifos (27.7 %), seguido de oxamyl (15 %), cipermetrina (15 %) e imidacloprid (14.8 %), los menos frecuentes fueron carbofuran (10.3 %), bifentrina (5.8 %), carbendazim (4.2 %), azoxistrobin (4.2 %), fipronil (2.6 %) y glifosato (0.3 %). Siendo estos resultados similares a otros estudios, donde reportan, al Clorpirifos (48.3 %) como un plaguicida ampliamente utilizado por los agricultores en Huancayo, Perú (Porta, 2018). Hallazgos recientes muestran un alarmante uso de pesticidas prohibidos o restringidos en los cultivos agrícolas, a pesar de existir regulaciones, donde persiste el uso incontrolado de pesticidas, lo que genera efectos nocivos para la salud sobre la población y el aumento de la contaminación del suelo y del agua. En tal sentido, se subraya la necesidad de la estricta aplicación de las regulaciones y los continuos esfuerzos de investigación, y proporciona una base científica (Barrón et al., 2024).

Respecto a la sintomatología presentada por el uso de plaguicidas agrícolas, se reportó que en su mayoría el dolor de cabeza (19.2 %), mareo (17.2 %), seguido de cólico (12 %), calambre (11.9 %), diarrea (11.5 %) y vómitos (11.1 %), con menor frecuencia, fueron las náuseas (9.7 %), visión borrosa (4.7 %) y salivación (2.7 %). Siendo estos resultados similares a los estudios reportados en Mala (Perú), donde el síntoma más frecuente después de haber utilizados los plaguicidas fueron el dolor de cabeza (55.9 %), seguido de náuseas (17.5 %), salivación (10.2 %), cólicos (6 %), vómitos (5.4 %), mareos (2.5 %), diarrea (1.6 %) y los síntomas menos frecuentes fueron visión borrosa (0.6 %) y calambres (0.3 %) (Esteves et al., 2023).

Asimismo, estudios efectuados en Ayacucho (Perú), donde reporta que los síntomas que presenta los agricultores a las intoxicaciones por plaguicidas fueron la irritación de la piel (16 %), mareos (12 %), vómitos (12 %), cefalea (11 %), náuseas (11 %), temblores del cuerpo (10 %), visión borrosa (10 %) y desgarró y debilidad muscular (9 %), siendo estos síntomas que permiten establecer las causas del envenenamiento por plaguicidas (Gomer et al., 2022).

Identificándose también, el tiempo de exposición a los plaguicidas, donde el mayor reporte fue de 1 hora (34.8 %), seguido de 30 minutos (23.7 %) y 2 horas (21.4 %), y en menor frecuencia de 3 horas (11.9 %), 4 horas (5.8 %), 10 minutos (2.1 %) y 5 horas (0.3 %). Siendo estos resultados similares al estudio realizado en Mala (Perú), donde se identificó que el tiempo de exposición más frecuente a plaguicidas entre los agricultores fue de 1 hora (40.3 %), seguido de 30 minutos (23.8 %) y 2 horas (16.8 %) (Esteves et al., 2023). Asimismo, reportes de estudios realizados en Cusco (Perú), donde los agricultores utilizan mayoritariamente pesticidas de 4 a 6 veces durante el proceso de cultivo del tomate, en una proporción del 50.0 %; 2 a 4 veces para el 25.0 % de los agricultores y el 12.5 % 1 a 2 veces y otras respectivamente; donde estas proporciones indican que cuanto mayor sea el tiempo de exposición, mayor será el daño a la salud (Urrutia, 2021).

Según el EPP y la frecuencia de uso de los plaguicidas, sólo el 37.5 % de los agricultores utilizan el equipo completo de protección personal; además, los agricultores realizan mayormente la aplicación de los plaguicidas cada 15 días (58 %). También en estudios similares se encontró que el 27.22 % manipulan en mayor forma los plaguicidas, lo que significa que a mayor la manipulación, mayor es el daño a la salud de los habitantes, y según la encuesta el 54.44 % no tiene equipos de protección personal contra pesticidas. En cuanto a la ropa de seguridad, los agricultores utilizan poca protección contra estos compuestos tóxicos durante su jornada laboral (Fernandez y Ruiz, 2021). El cultivo de aplicación de los plaguicidas en la “mancomunidad del río Opamayo”, es mayormente en la papa (63.6 %), seguida del maíz (21.1 %), y en menor proporción en olluco (4 %), alfalfa (3.2 %), oca (2.4 %), haba (2.1 %), arveja (2.1 %) y quinua (1.6 %). Esta información es corroborada en estudios donde reportan que, en las zonas alto andinas del Perú, como en los distritos de Pampas, Ahuaycha y Daniel Hernández de la provincia de Tayacaja, se siembran mayormente los cultivos de papa y maíz (Saldaña y Acosta, 2023).

Tabla 3. Clasificación de la información sobre el uso de los plaguicidas por los pobladores de la "mancomunidad del río Opamayo".

Información sobre el uso de plaguicidas	fi	Porcentaje	p-valor
Síntomas presentados por el uso de plaguicidas			
salivación	28	2.7	< 0.05
visión borrosa	50	4.7	
náuseas	102	9.7	
vómitos	117	11.1	
diarrea	121	11.5	
calambre	126	11.9	
cólico	127	12.0	
mareo	181	17.2	
dolor de cabeza	203	19.2	
Tiempo de exposición			
10 minutos	8	2.1	< 0.05
30 minutos	90	23.7	
1 hora	132	34.8	
2 horas	81	21.4	
3 horas	45	11.9	
4 horas	22	5.8	
5 horas	1	0.3	
Equipos de protección personal (EPP)			
guantes	29	7.7	< 0.05
mascarilla desechable	111	29.3	
ropa cotidiana	84	22.2	
sombrero	4	1.1	
zapatos de cuero	9	2.4	
uniforme	142	37.5	
Frecuencia de uso de los plaguicidas			
a diario	10	2.6	< 0.05
tres veces a la semana	10	2.6	
una vez por semana	53	14.0	
dos veces a la semana	8	2.1	
cada 15 días	220	58.0	
mensual	28	7.4	
entre 2 y 5 meses	50	13.2	
Plaguicidas más empleados por los agricultores			
glifosato	1	0.3	< 0.05
fipronil	10	2.6	
azoxistrobin	16	4.2	
carbendazim	16	4.2	
bifentrina	22	5.8	
carbofuran	39	10.3	
imidacloprid	56	14.8	
cipermetrina	57	15.0	
oxamyl	57	15.0	
clorpirifos	105	27.7	
Cultivos donde se aplicó plaguicidas			
quinua	6	1.6	< 0.05
arveja	8	2.1	
haba	8	2.1	
oca	9	2.4	
alfalfa	12	3.2	
olluco	15	4.0	
maíz	80	21.1	
papa	241	63.6	

En la Tabla 4, se resume la información de los plaguicidas empleados por los agricultores en la “mancomunidad del río Opamayo”, donde se detalla los grupos químicos a que pertenecen los plaguicidas, toxicidad que presentan y la clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan, donde los plaguicidas mayormente empleados fueron azoxistrobin, bifentrina, carbendazim, carbofuran, clorpirifos, cipermetrina, fipronil, glifosato, imidacloprid y oxamyl. Sin embargo, estudios similares reportan que el metamidofos, el paraquat y el glifosato fueron los pesticidas más utilizados por los agricultores, y la mayoría de los ellos combinaron varios pesticidas mientras fumigaban sus cultivos (Bascopé et al., 2019).

Además, se identificó que carbendazim, cipermetrina y glifosato son del tipo carcinógeno, mutagénico y teratogénicos; clorpirifos del tipo carcinógeno; carbendazim, clorpirifos e imidacloprid son tóxicos reproductivos; cipermetrina y glifosato son tóxicos reproductivos y del desarrollo; azoxistrobin, carbendazim, carbofuran, clorpirifos, cipermetrina, fipronil, glifosato y oxamyl son inhibidores de la colinesterasa; y, bifentrina e imidacloprid no son inhibidores de la colinesterasa. Cabe resaltar que, de los plaguicidas reportados, el oxamyl está clasificado como la “sumamente peligroso”, seguido del carbofuran Ib “muy peligroso (Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las

Sustancias Químicas, 2020). Sin embargo, clorpirifos (organofosforado), son aplicados alrededor del 90 % de los cultivos agrícolas, afectando al ser humano y el ambiente; estos plaguicidas fueron prohibidos o su uso restringido en varios países dada su elevada incidencia de reacciones adversas (Silveira-Gramont et al., 2018).

Las autoridades gubernamentales de Perú han informado de contaminación química de productos agrícolas. El “Servicio Nacional de Sanidad Agraria” SENASA, perteneciente al Ministerio de Agricultura reportó la presencia de residuos de plaguicidas en diversas frutas y verduras obtenidas de mercados de múltiples departamentos del Perú. Los informes del SENASA de 2011 a 2019 muestran que el número de muestras que superaron el LMR para residuos de plaguicidas fue del 10 % anual. La mayoría de las muestras que no cumplían, se asociaron con valores superiores al LMR de clorpirifos (0.05 - 20 mg kg⁻¹), cipermetrina (0.05 a 20 mg kg⁻¹), metamidofos (0.01 a 1 mg kg⁻¹) y tebuconazol (0.05 a 10 mg kg⁻¹) en todos los informes desde 2012. Los departamentos de Tacna y La Libertad fueron los que se vincularon con mayor frecuencia con muestras no conformes (Galagarza et al., 2021). Estos informes del SENASA son los más completos sobre la contaminación por residuos de plaguicidas en el Perú y ofrecen una idea de que los pesticidas mencionados anteriormente tienden a ser problemáticos en los productos agrícolas (Delgado-Zegarra et al., 2018).

Tabla 4. Plaguicidas, toxicidad que presentan y la clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan en la “mancomunidad del río Opamayo”.

Plaguicida	Grupo químico	Tipo (carcinógeno, mutagénico, teratogénico)	Tóxico reproductivo o de desarrollo	Inhibidor de la colinesterasa	Otros daños	Clase
Azoxistrobin	Metoxiacrilatos	No	No	Si	No	U
Bifentrina	Piretroides	No	No	No	No	II
Carbendazim	Benzimidazoles	Carcinógeno, Mutagénico y Teratogénicos	Tóxico reproductivo	Si	No	U
Carbofuran	Carbamatos	No	No	Si	Daños al nervio óptico y el "sistema nervioso central" (SNC) en elevadas exposiciones	Ib
Clorpirifos	Organofosfatos	Carcinógeno	Tóxico reproductivo	Si	Irritación, organismos acuáticos y medio ambiente	II
Cipermetrina	Piretroides.	Carcinógeno, Mutagénico y Teratogénicos	Tóxico reproductivo y desarrollo	Si	Irritación, parestesia	II
Fipronil	Fenilpirazol	No	No	Si	Depresión del SNC, irritación del tracto respiratorio, piel y ojos	II
Glifosato	Derivado de la glicina	Carcinógeno, Mutagénico y Teratogénicos	Tóxico reproductivo y desarrollo	Si	Asma y síntomas respiratorios, déficit de atención, autismo	III
Imidacloprid	Nitroguanidina	No	Tóxico reproductivo	No	No	II
Oxamyl	Carbamatos	No	No	Si	Daños al nervio óptico y el SNCI en elevadas exposiciones	Ia

Fuente: Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (2020).

En la Figura 2, se muestra la clusterización bidireccional de plaguicidas agrícolas empleados en los cultivos andinos en la “mancomunidad del río Opamayo”, según la clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan; donde el mapa de calor muestra que la mayor parte los plaguicidas pertenecen a la categoría II “moderadamente peligroso”, siendo el clorpirifos (105 reportes) fue el ampliamente usado, seguido por cipermetrina (57 reportes), imidacloprid (56 reportes), bifentrina (22 reportes) y fipronil (10 reportes); seguidas los plaguicidas con menores reportes en la

categoría U “poco probable que se presente un peligro agudo”, presentando al azoxistrobin y carbendazim con 16 reportes respectivamente; la categoría Ib “muy peligroso” al carbofuran (39 reportes); la categoría la “sumamente peligroso” al oxamyl (57 reportes); y, el de menor mención fue la categoría III “poco peligroso” con glifosato (1 reporte). Estos estudios de clusterización, nos permiten identificar a los plaguicidas que se emplean de acuerdo a la clasificación de los plaguicidas por el peligro que presentan en diversos escenarios agrícolas (Araújo y Marjotta-Maistro, 2023).

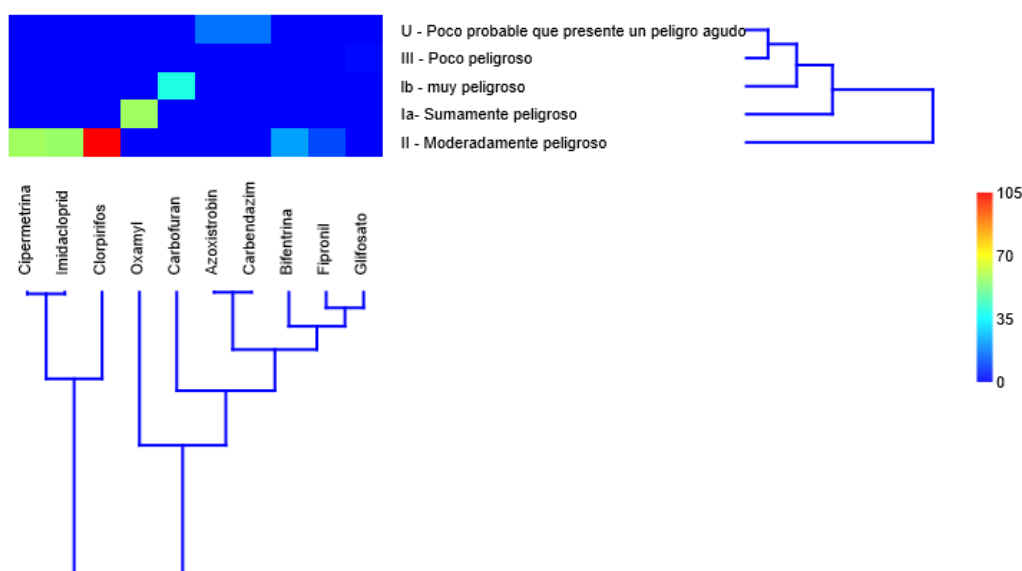


Figura 2. Clusterización bidireccional de plaguicidas agrícolas empleados en los cultivos andinos en la “mancomunidad del río Opamayo”, según la clasificación recomendada de los plaguicidas por el peligro que presentan.

CONCLUSIONES

Este estudio brindó la oportunidad de profundizar la comprensión del daño y los impactos que los plaguicidas pueden causar en la vida de los seres humanos y la difusión de información que impacta directamente las prácticas relacionadas con el escenario agrícola actual y futuro de la “mancomunidad del río Opamayo”, donde la sintomatología resaltante fue el “dolor de “cabeza”, el plaguicida mayormente empleado fue el organofosforado (clorpirifos) y la categoría II “moderadamente peligrosa” fue la que agrupó la mayor parte de plaguicidas, también se identificaron al oxamyl que está clasificado como la “sumamente peligroso” y el carbofuran Ib “muy peligroso”.

BIBLIOGRAFÍA

- Araújo, HM; Marjotta-Maistro, MC. 2023. Profiling the consumer of agroecological products using cluster analysis (en línea). Revista de Economía e Sociología Rural 61(1):1-15. Disponible en <https://www.scielo.br/j/resr/a/jxVVwFMryftBVBf7YxKn3G/?format=pdf&lang=en>
- Barrón, J; Dreij, K; Tirado, N. 2024. Human pesticide exposure in Bolivia: A scoping review of current knowledge, future challenges and research needs (en línea). International Journal of Environmental Research and Public Health 21(305):1-17. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijerph21030305>
- Bascope, R; Bickel, U; Jacobi, J. 2019. Plaguicidas químicos usados en el cultivo de soja en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia: riesgos para la salud humana y toxicidad ambiental (en línea). Acta Nova 9(3):386-416. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v9n3/v9n3_a05.pdf
- Corral, Y. 2022. Validez y confiabilidad en instrumentos de investigación: una mirada teórica (en línea). Revista Ciencias de La Educación 32(60):562–586. Disponible en <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/60/art06.pdf>
- Delgado-Zegarra, J; Alvarez-Risco, A; Yáñez, JA. 2018. Indiscriminate use of pesticides and lack of sanitary

- control in the domestic market in Peru (en línea). Revista Panamericana de Salud Publica 42(1):1-6. Disponible en <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.3>
- Esteves, A; Tarazona, J; Esteves, M; León, R; Trujillo, R; Escalante, M; Jara, R; Hinojosa, R; Peso, G. 2023. Assessment and consequences of pesticides on the health of the population of Mala (en línea). F1000Research 12(1541):1-10. Disponible en <https://doi.org/10.12688/f1000research.140159.1>
- Fernandez, MDC; Ruiz, CE. 2021. Manipulación de plaguicidas e impacto en la salud de agricultores del Olivar Santa Rosa De Quives, Canta Lima 2021 (en línea). Universidad Interamericana para el Desarrollo. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNID_8518baa45bc25b6b7ccbf63e0b45563c
- Friedrich, K; Da Silveira, G; Amazonas, J; Do Monte, A; De Almeida, V; Sarpa, M. 2021. International regulatory situation of pesticides authorized for use in Brazil: Potential for damage to health and environmental impacts (en línea). Cadernos de Saude Publica 37(4):e00061820. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0102-311X00061820>
- Galagarza, O; Ramirez-Hernandez, A; Oliver, H; Álvarez, M; Valdez, M; Pachari, E; Cereceda, Y; Díaz-Valencia, Y; Deering, A. 2021. Occurrence of chemical contaminants in peruvian produce: a food-safety perspective (en línea). Foods 10(7):1-21. Disponible en <https://doi.org/10.3390/foods10071461>
- Gomer, G; Esteban, ED; Huanhuayo, KM; Palomino, M; Melgar, LY. 2022. Uso de plaguicidas químicos en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.), su relación con medio ambiente y la salud (en línea). CPAH Scientific Journal of Health 5(1):49-70. Disponible en <https://cpahjournal.com/cpah/article/view/55/51>
- González, A; Pérez, D; Rubí, M; Gutiérrez, F; Franco, JRP; Padilla, A. 2019. InfoStat, InfoGen y SAS para contrastes mutuamente ortogonales en experimentos en bloques completos al azar en parcelas subdivididas (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(6):1417-1431. Disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1767>
- Hassaan, M; El, A. 2020. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques (en línea). Egyptian Journal of Aquatic Research 46(3):207-220. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.08.007>
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2014. Metodología de la investigación (McGraw-Hill (ed.); 6° edición).
- Hess, S; Nodar, R; Lopes-Ferreira, M. 2021. Pesticides: criticisms of the regulation that allows poisoning the country (en línea). Desenvolvimento e Meio Ambiente 57:106-134. Disponible en <https://doi.org/10.5380/dma.v57i0.76169>
- Honles, J; Clisson, C; Monge, C; Vásquez-Ocmín, P; Cerapio, J; Palamy, S; Casavilca-Zambrano, S; Herrera, J; Pineau, P; Deharo, E; Peynet, V; Bertani, S. 2022. Exposure assessment of 170 pesticide ingredients and derivative metabolites in people from the Central Andes of Peru (en línea). Scientific Reports 12(1):1-15. Disponible en <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17772-1>
- INEI. 2017. Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017 (en línea). Primera ed. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima. Perú. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1673/libro.pdf
- López, G; Orellana, D; Pérez, J; Chávez, M; Galindo, J; Rodas, N; Curo, W; Sánchez, L. 2022. Análisis socioeconómico en sistemas agroforestales de maíz (*Zea mays*) en Pampas Tayacaja-Huancavelica (en línea). GnosisWisdom 2(3):85-93. Disponible en <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v2i3.48>
- Monneret, C. 2017. What is an endocrine disruptor? (en línea). Comptes Rendus - Biologies, 340:403-405. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.07.004>
- Mostacero, J; De la Cruz, A; López, E; Gil, A; Alfaro, E. 2020. Efecto de la medicina herbolaria en la calidad de vida: inventario de especies etnomedicinales y percepción del poblador de Laredo, Perú (en línea). Agroindustrial Science, 10(2):181-190. Disponible en <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/2979/3314>
- Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 2020. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019 (en línea). In Organización Mundial de la Salud (Vol. 1). Disponible en <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>
- Panis, C; Kawassaki, A; Crestani, A; Pascotto, C; Bortoloti, D; Vicentini, G; Lucio, L; Ferreira, M; Prates, R; Vieira, V; Gaboardi, S; Candiotto, L. 2022. Evidence on human exposure to pesticides and the occurrence of health hazards in the Brazilian population: A systematic review (en línea). Frontiers in Public Health, 9(787438):1-22. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.787438>
- Porta, JA. 2018. Producidas por el uso de plaguicidas en la población agrícola del distrito de Huacrapuquio - Huancayo enero - octubre 2018 (en línea). Universidad Peruana Los Andes. Disponible en https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1992/TESIS_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Saldaña, CF; Acosta, M. 2023. Taxonomía y características agronómicas de los cultivos andinos, distritos Pampas, Ahuaycha y Daniel Hernández, provincia Tayacaja, Huancavelica, Perú (en línea). Fondo Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (ed.); Primera ed. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/book/34>
- Silveira-Gramont, M; Aldana-Madrid, M; Piri-Santana, J; Valenzuela-Quintanar, A; Jasa-Silveira, G; Rodriguez-

- Olibarria, G. 2018. Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de sonora, México (en línea). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 34(1):7-21. Disponible en <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.01>
- Souza, M; Rocha, B; Adeyemi, J; Nadal, M; Domingo, J; Barbosa, F. 2022. Legacy and emerging pollutants in Latin America: A critical review of occurrence and levels in environmental and food samples (en línea). *Science of the Total Environment* 848(157774):1-29. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157774>
- Urrutia, MU. 2021. Problemática en salud y el ambiente del uso de plaguicidas en el cultivo del tomate en Limatambo - Cusco 2019 (en línea). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Disponible en <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a60258e6-a23b-432d-af08-a844fb9cfc9c/content>
- Zúñiga-Venegas, L; Hyland, C; Muñoz-Quezada, M; Quirós-Alcalá, L; Butinof, M; Buralli, R; Cardenas, A; Fernandez, R; Foerster, C; Gouveia, N; Gutiérrez, J; Lucero, B; Muñoz, M; Ramírez-Santana, M; Smith, A; Tirado, N; Calaf, G; Handal, A; Soares, A; Mora, A. 2023. Erratum: "health effects of pesticide exposure in Latin American and the Caribbean Populations: A scoping review" (en línea). *Environmental Health Perspectives* 130(9):1-56. Disponible en <https://doi.org/10.1289/EHP13645>

Artículo recibido en: 12 de noviembre del 2024

Aceptado en: 10 de abril del 2025