

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Impacto toxicológico

Por uso de pesticidas agrícolas en el
cantón Cuenca (Ecuador)



CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

Autor Principal: Mariano González García (UNIR)

Otros autores: Angélica Paola Roldán (UNIR); Rosana González Combarros (UNIR); Kharla Andreina Segovia Bravo (UNIR); Antonio Benítez Cabello (UNIR); Efrén Pérez Santín (UNIR); José Ignacio López Sánchez (UNIR) Email: joseignacio.lopez@unir.net

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA
(ECUADOR)

ÍNDICE

1. Título
2. Resumen
3. Palabras clave
4. Introducción
5. Materiales y métodos
6. Resultados y discusión
7. Conclusiones
8. Bibliografía
9. Agradecimientos

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

TITULO

Impacto toxicológico Por uso de pesticidas agrícolas en el cantón Cuenca (Ecuador)

RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto toxicológico del uso de pesticidas en cuerpos de agua dulce en el cantón Cuenca (Ecuador), con el fin de determinar la huella química centrada en el impacto sobre la salud humana asociada a las prácticas agrícolas. Debido a la falta de registros oficiales fiables del uso de pesticidas en la actividad agrícola, se recopiló información sobre la comercialización de agroquímicos a través de registros de ventas de las casas comerciales locales. Para calcular el impacto de los pesticidas en el medioambiente y en la salud de las personas se utilizó la herramienta USEtox considerando el ciclo de vida de cada pesticida. Los resultados identificaron al clorpirifos como el pesticida con mayor contribución a la toxicidad tanto humana como ambiental. El análisis reveló que, además del clorpirifos, los pesticidas acefato, mancozeb y paraquat presentaron efectos toxicológicos significativos, mientras que clorpirifos, cypermctrina, lambda-cihalotrina y mancozeb han mostrado efectos ecotoxicológicos predominantes. Como estrategia de mitigación, se propone la sustitución de pesticidas con alto impacto por alternativas menos tóxicas, como el reemplazo de clorpirifos por pimetrozina y abamectina. Además, se propone la implementación de prácticas de manejo integrado de plagas y técnicas agroecológicas, junto con el fortalecimiento de instrumentos regulatorios que limiten el uso de pesticidas de alto riesgo. Así, la evaluación de la huella química proporcionó un punto de partida para desarrollar un plan de acción para el control y minimización de impactos ambientales. Asimismo, se ha demostrado que la inclusión de información adicional sobre el uso de pesticidas en bases de datos nacionales es esencial para mejorar la precisión y efectividad de estudios de impacto medioambientales. La ausencia de restricciones a nivel normativo en la utilización de estos pesticidas en Ecuador denota la necesidad de una regulación más estricta.

PALABRAS CLAVE

Huella química, Ecuador, Agricultura, Pesticidas, Usetox.

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

INTRODUCCIÓN

El empleo de pesticidas en la agricultura es considerado esencial para garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, resulta fundamental desarrollar estudios sobre la huella química con el objetivo de identificar estrategias que permitan reducir su impacto ambiental [1]. En el cantón Cuenca, Ecuador, el 7,8% de la población económicamente activa se dedica a actividades agrícolas y pecuarias. El uso de pesticidas en el sector agrícola ha generado impactos significativos en el paisaje agrícola y forestal del cantón, incluyendo la desaparición de aves y especies nativas de plantas, lo cual se atribuye a la toxicidad de los componentes de los pesticidas y la exposición prolongada a los mismos. Asimismo, se ha identificado que, en el oeste del valle interandino, el mayor conflicto en el uso del suelo está vinculado al desarrollo de actividades agrícolas en áreas con aptitud forestal y de conservación, además de en zonas con pendientes pronunciadas [2].

Diversos estudios han abordado el análisis de la toxicidad, sobre las personas y el medioambiente, derivada del uso de pesticidas, obteniendo hallazgos significativos. Por ejemplo, Soheilifard et al. (2020) [3] examinaron la huella química de los pesticidas empleados en huertos de cítricos, encontrando un alto impacto negativo sobre la salud humana y los ecosistemas acuáticos de agua dulce. A la luz de estos antecedentes, resulta evidente la necesidad de realizar el presente estudio, cuyo objetivo es obtener un perfil del impacto tóxico de los componentes químicos utilizados en el cantón Cuenca, Ecuador. Los resultados de este estudio buscan proponer estrategias para minimizar el impacto de la huella química, proporcionando a las entidades y responsables de la toma de decisiones una perspectiva más clara sobre el comportamiento de los plaguicidas en los entornos afectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo ambiental USEtox se utilizó para caracterizar los impactos toxicológicos y ecotoxicológicos de estos pesticidas teniendo en cuenta el análisis del ciclo de vida (ACV). El modelo cuenta con una base de datos extensa que incluye ponderaciones para diversas sustancias químicas, tanto orgánicas como inorgánicas [4].

El valor de impacto se calcula mediante la expresión:

$$IS = \sum (m_{x,i} \times CF_{x,i})$$

donde:

IS: Representa la contribución de las sustancias químicas al aumento de la toxicidad y ecotoxicidad, expresada en unidades toxicológicas comparativas por unidad funcional (CTU).

CF_{x,i}: Es el factor de caracterización de la sustancia x emitida al compartimento i, expresado en unidades toxicológicas comparativas por kilogramo emitido [CTU·kg⁻¹].

m_{x,i}: Es la masa emitida de la sustancia x al compartimento i por unidad funcional, expresada en kg.

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

Los factores de caracterización toxicológicos (*CFHT*) se expresan en términos de la pérdida de años de vida saludable (DALY) por kilogramo emitido. Los factores a nivel de punto medio consideran la morbilidad total en la población humana, mientras que los factores a nivel de punto final se miden en términos de DALY [5].

El cálculo de los factores toxicológicos se realiza mediante:

$$CFHT = EFHT \times iF$$

donde:

EFHT: Corresponde al factor de efecto potencial.

iF: Es la fracción de la masa emitida que llega a la población humana.

El modelo USEtox también calcula factores de caracterización ecotoxicológicos (*CFFET*) para evaluar el impacto de sustancias químicas en ecosistemas de agua dulce. Estos factores se definen por la fracción de especies potencialmente afectadas o desaparecidas como consecuencia de la emisión de una sustancia química en un compartimento ambiental [6].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la huella química toxicológica y ecotoxicológica en función de la masa de cada pesticida comercializado.

Tabla 1. Impacto sobre la salud humana y el medioambiente algunos de los principales pesticidas usados de en el Cantón Cuenca (Ecuador).

Compuesto químico	Toxicidad humana (punto medio) CTUh	Salud humana (punto final) CDUh	Ecotoxicidad (punto medio) CTUe	Ecotoxicidad (punto final) CDUe
Clorpirifos	2,15E-03	5,81E-03	9,92E+08	1,10E+04
Paraquat	2,50E-04	6,74E-04	9,00E+07	1,85E+01
Cipermetrina	1,59E-04	4,30E-04	3,76E+10	6,96E+03
Lambda Cihalotrina	0,00E+00	0,00E+00	4,03E+09	0,00E+00
Mancozeb	3,76E-04	1,01E-03	1,41E+08	1,03E+01
Acefato	5,65E-04	1,53E-03	7,87E+03	1,84E-01

CTUh: aumento de morbilidad de la población.

CDUh: pérdida de equivalentes a años de plena salud.

CTUe: PAF·m³·día - efectos adversos en organismos acuáticos.

CDUe: PDF·m³·día - desaparición de organismos acuáticos.

Fuente: Elaboración propia

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

El análisis de estos resultados resalta al clorpirifos, cuya principal vía de dispersión, además de la aplicación directa, es la volatilización, donde el compuesto pasa de fase líquida a gaseosa debido a la presión de vapor y temperatura ambiente, favoreciendo la exposición humana. Una vez inhalado, bebido o ingerido, el clorpirifos se transfiere rápidamente al torrente sanguíneo, causando desde irritación cutánea hasta toxicidad aguda e incluso la muerte. A pesar de ser clasificado en la categoría II (moderadamente tóxico) por la OMS, no se ha evidenciado que sea carcinogénico, teratogénico o mutagénico. Este hecho se corrobora en la matriz de factores de caracterización de USEtox, donde el valor asociado a efectos carcinogénicos es 0 unidades toxicológicas. Por lo tanto, los hallazgos bibliográficos respaldan los valores predominantes de huella química obtenidos.

En la Figura 1 se observa que el pesticida comercializado con mayor impacto en el aumento de la morbilidad en la población, en función de la cantidad comercializada en el cantón Cuenca, es el clorpirifos, con un valor de $2,15 \times 10^{-3}$ CTU. Este valor está asociado a la incidencia de enfermedades y al potencial de morbilidad humana. Le siguen el acefato (insecticida) con $5,65 \times 10^{-3}$ CTU, el mancozeb (fungicida) con $3,76 \times 10^{-3}$ CTU, y el paraquat (herbicida) con $2,50 \times 10^{-3}$ CTU. Los demás pesticidas estudiados presentaron valores menores, y en 14 casos se registró un valor de 0 CTU, lo que indica que no contribuyen significativamente a la morbilidad en el área estudiada.

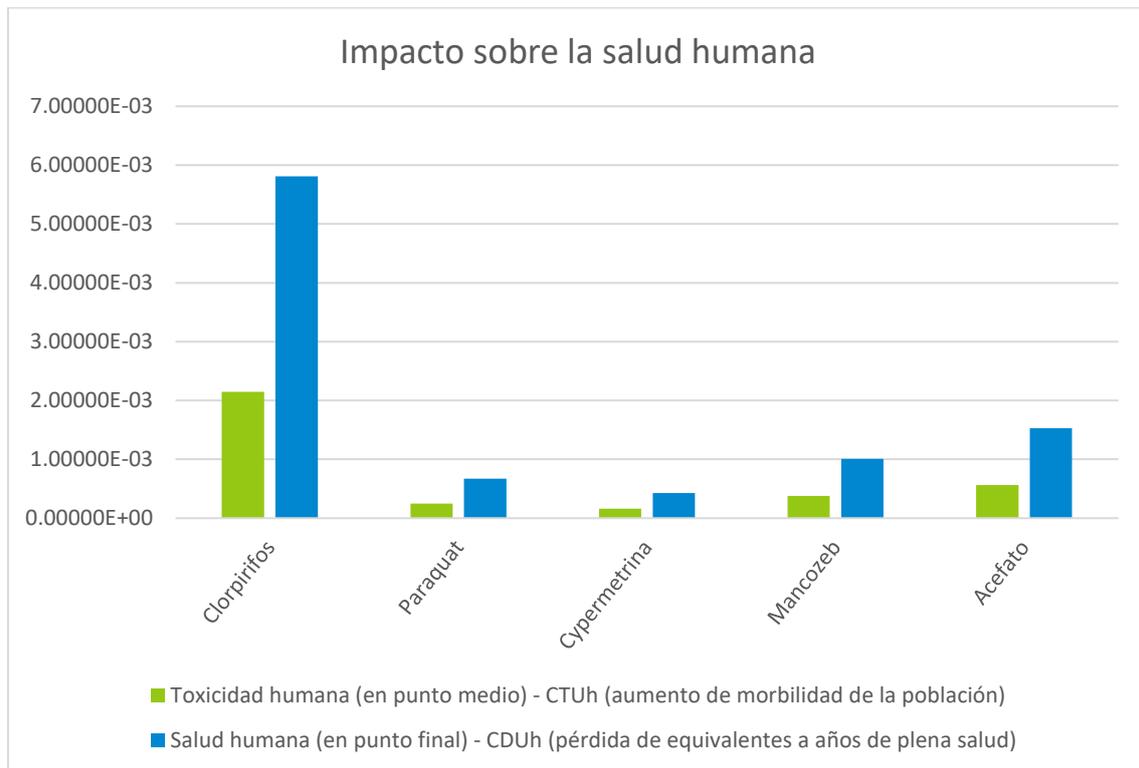


Figura 1. Representación gráfica del impacto sobre la salud humana de algunos de los principales pesticidas usados de en el Cantón Cuenca (Ecuador).

Fuente: Elaboración propia

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

El acefato, el segundo mayor contribuyente, también es considerado moderadamente tóxico (categoría II), aunque no está incluido en el Anexo III del Convenio de Rotterdam. Por ello, no está prohibido en Ecuador, pero sí en 35 países, incluyendo China e Indonesia. La menor contribución del acefato en comparación con el clorpirifos puede deberse a que, aunque tiene un mayor factor de caracterización, la cantidad comercializada de clorpirifos es ocho veces mayor. El acefato es potencialmente carcinógeno, lo cual fue corroborado con los valores de USEtox [7], incrementando su contribución a la toxicidad humana.

En tercer y cuarto lugar, en términos de contribución a los efectos sobre la salud humana a corto y largo plazo, se encuentran mancozeb y paraquat, respectivamente. Mancozeb ha demostrado efectos teratogénicos y reproductivos [8], mientras que el paraquat está asociado a toxicidad crónica, con efectos como fibrosis pulmonar, y daño hepático y renal. Aunque, ninguno está prohibido por el Convenio de Rotterdam ni en Ecuador, su uso sí fue prohibido en la Unión Europea.

En el análisis de la ecotoxicidad en aguas dulces, se evalúa, por un lado, el potencial de ecotoxicidad del punto medio, que refleja un incremento en la fracción de especies potencialmente afectadas (PAF). Esto se determina en función de las concentraciones de sustancias y su toxicidad relativa, sin considerar el daño específico a especies o ecosistemas. Por otro lado, el nivel de daño (punto final), refleja un incremento en la fracción de especies potencialmente desaparecidas (PDF) como consecuencia de emisiones en un compartimento ambiental, lo que incluye la pérdida de biodiversidad o la reducción de funciones ecológicas [6].

Para evitar la sobreinterpretación de pequeñas diferencias de un factor <10 , las puntuaciones de impacto ecotoxicológico (tabla 1) se comparan en escalas logarítmicas [6]. En este contexto, se puede afirmar que el potencial de toxicidad de los compuestos cipermetrina, lambda-cihalotrina, clorpirifos y mancozeb se sitúan dentro del mismo rango ecotoxicológico. En particular, la cipermetrina y el clorpirifos destacan por su contribución significativa a la pérdida de diversidad o la reducción de funciones ecológicas (Figura 2). La cipermetrina se caracteriza por su capacidad para lixiviarse hacia aguas subterráneas, siendo un contaminante marino de alta relevancia. Además, es moderadamente persistente en los suelos, moderadamente tóxico para los mamíferos y existe cierta preocupación con respecto a su potencial de bioacumulación. Asimismo, es altamente tóxica para una amplia variedad de especies acuáticas y las abejas [7]. El clorpirifos, por su parte, se adhiere fuertemente a partículas del suelo tras su aplicación, lo que facilita su traslado a cuerpos de agua cercanos [9]. Además, presenta una elevada toxicidad para aves, peces, abejas y lombrices [7]. Estos factores explican por qué cipermetrina y el clorpirifos son los principales contribuyentes ecotoxicológicos entre los pesticidas estudiados, ya que su persistencia en el ambiente es significativa, incluso en aplicaciones de baja dosificación. El paraquat y mancozeb presentan un nivel de daño ecotóxico con valores 3.5 veces inferior al de la cipermetrina y el clorpirifos.

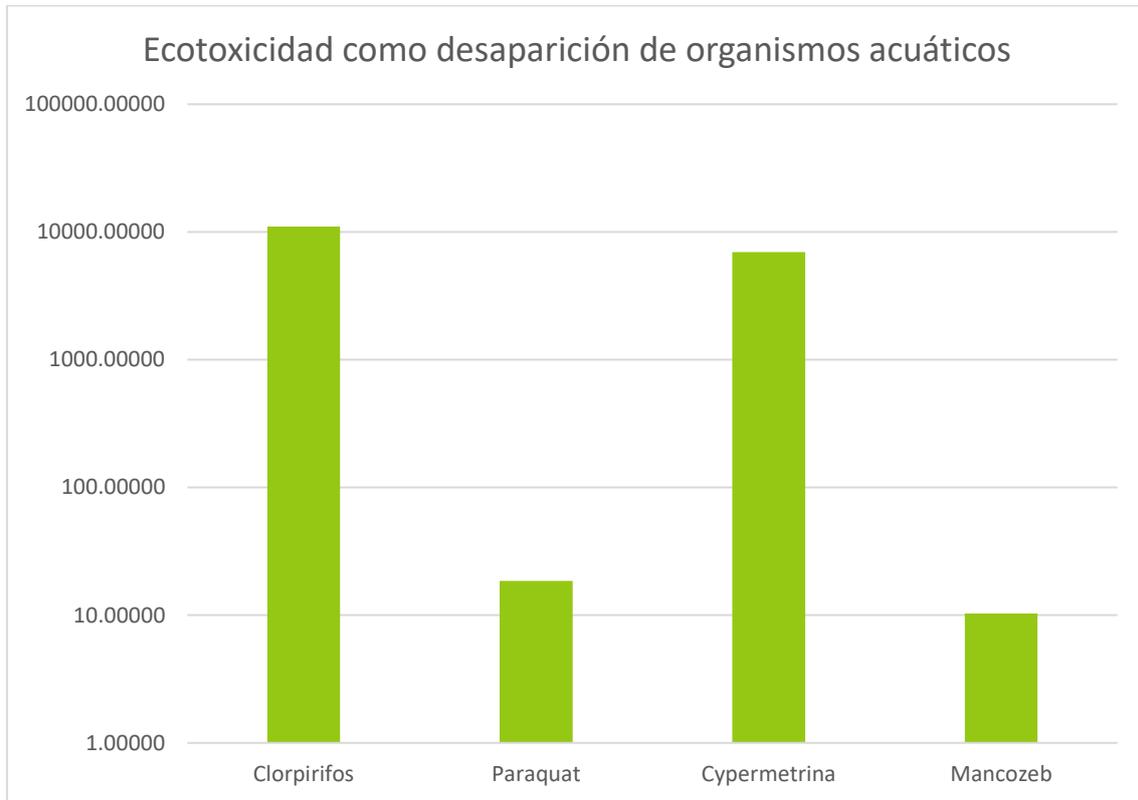


Figura 2. Representación gráfica del impacto ecotoxicológico medido como desaparición de organismos acuáticos, algunos de los principales pesticidas usados de en el Cantón Cuenca (Ecuador), en escala logarítmica.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el estudio de la huella química permitió identificar los pesticidas más peligrosos en términos de toxicidad y ecotoxicidad, en este caso concreto en el Cantón Cuenca (Ecuador), lo que facilitará el diseño de alternativas, como el reemplazo de las sustancias de mayor impacto por otras opciones más seguros. En este proceso, se debe considerar el rol agronómico, eficiencia, costos y el menor impacto ambiental. Estudios como el de Berthoud et al. (2011) [1] demuestran que la sustitución de pesticidas por opciones de menor impacto puede reducir hasta un 50% la ecotoxicidad en aguas dulces. También, Tudi et al. (2023) [10] sugieren el reemplazo de insecticidas organofosforados como clorpirifos por alternativas como pimetrozina y abamectina, contribuyendo a la reducción de la contaminación y daños a la salud pública. Sin embargo, aún en el cantón Cuenca de Ecuador, clorpirifos y acefato son los principales contribuyentes a la huella química, por lo que su sustitución es prioritaria.

Adicionalmente, la sustitución de otros compuestos puede reducir también el impacto. Por ejemplo, lambda-cihalotrina por rynaxypyr, aunque con un mayor costo económico [11], o mancozeb por fungicidas alternativos como Zorvec Endavia, Ranman o Revus, con eficacia comprobada en cultivos de papa contra el tizón tardío [12], o el Paraquat por herbicidas naturales, como aceite de pino o coco, condicionada por su viabilidad económica [13]. Es por lo

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

tanto de gran importancia acometer estudios previos para garantizar la viabilidad y menos impacto de estas otras estrategias.

Adicionalmente, la implementación de prácticas de manejo integrado de plagas y técnicas agroecológicas, junto con el fortalecimiento de instrumentos regulatorios que limiten el uso de pesticidas de alto riesgo, es de gran interés. Así, el manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia que busca reducir el uso de pesticidas químicos mediante métodos biológicos y prácticas sostenibles que equilibran factores sociales, económicos y ambientales [14]. Entre las estrategias MIP exitosas se incluyen: control biológico [15], rotación de cultivos [16], cultivos de cobertura (Coronel-Alulima, 2019) [17], agroforestería [18] y uso de feromonas [19].

CONCLUSIONES

Este estudio destaca el impacto toxicológico y ecotoxicológico significativo del uso de pesticidas en el cantón Cuenca, Ecuador, subrayando la necesidad urgente de abordar prácticas agrícolas que no representen riesgos tanto para la salud humana como para el medioambiente. A través de la cuantificación de las contribuciones tóxicas de los pesticidas, se identificó al clorpirifos como el principal contribuyente a la toxicidad humana y ecotoxicidad entre los pesticidas analizados, seguido por el acefato, el mancozeb y el paraquat. Además, pesticidas como el clorpirifos, la cipermetrina, la lambda-cihalotrina y el mancozeb mostraron efectos ecotoxicológicos significativos, lo que resalta las profundas repercusiones ambientales y de salud asociadas con estos compuestos.

Concretamente, el análisis detallado de los factores de caracterización de toxicidad y ecotoxicidad muestra que el clorpirifos, un insecticida organofosforado ampliamente utilizado, presenta una alta persistencia ambiental, con efectos agudos y crónicos sobre la salud humana, incluyendo neurotoxicidad, y sobre el ecosistema acuático, donde su bioacumulación puede tener efectos devastadores en especies no objetivo. Este hallazgo es preocupante, especialmente en el contexto del Parque Nacional Cajas, que abastece de agua a la región, y donde la exposición a estos compuestos puede comprometer la calidad de este recurso vital. El acefato y el mancozeb también muestran contribuciones significativas a la toxicidad, aunque su perfil toxicológico varía, destacándose el acefato por su potencial carcinogénico, y el mancozeb por su capacidad de generar daños reproductivos y teratogénicos. En cuanto a las estrategias de minimización de impacto, el estudio ha evaluado la viabilidad de sustituir los pesticidas más tóxicos por alternativas menos dañinas. La sustitución del clorpirifos y el acefato, en particular, se presenta como una prioridad debido a su alta contribución a la huella química.

Por lo tanto, este trabajo aboga por la sustitución de pesticidas de alto impacto, como el clorpirifos, por alternativas menos tóxicas, para mitigar los riesgos a la salud y reducir la degradación ambiental. Además, y de forma preferente, el estudio también recomienda la adopción de prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) y técnicas agroecológicas, que han demostrado ser eficaces para reducir la dependencia de pesticidas mientras fomentan la sostenibilidad agrícola. Estos enfoques se fortalecerían mediante marcos regulatorios que limiten el uso de pesticidas de alto riesgo en Ecuador, donde actualmente la supervisión legislativa es insuficiente.

Al establecer un perfil de huella química de los pesticidas empleados, este estudio proporciona una línea base para la implementación de planes de acción dirigidos a la protección ambiental y

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

la mejora de la salud pública en el Cantón Cuenca (Ecuador). Además, refuerza la importancia de incluir datos sobre el uso de pesticidas en bases de datos nacionales para mejorar la precisión y el impacto de las evaluaciones ambientales. Estos hallazgos subrayan, por tanto, la necesidad de regulaciones más estrictas que gobiernen el uso de pesticidas, priorizando tanto los resultados de salud humana como la protección ecológica en las políticas agrícolas.

En última instancia, los resultados incentivan a las partes interesadas, los responsables de políticas y la comunidad científica a buscar conjuntamente soluciones sostenibles para el manejo de plagas que se alineen con los objetivos de salud pública y la preservación ambiental, creando una base para el monitoreo y la mitigación continua de los impactos de los pesticidas en la agricultura ecuatoriana.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Berthoud, A., Maupu, P., Huet, C., & Poupart, A. (2011). Assessing freshwater ecotoxicity of agricultural products in life cycle assessment (LCA): A case study of wheat using French agricultural practices databases and USEtox model. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(8), 841-847. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0321-7>
- [2] Dirección de Planificación de Cuenca. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón
Cuenca. https://www.cuenca.gob.ec/system/files/PDOT%202016%20editado_0.pdf
- [3] Soheilifard, F., Marzban, A., Ghaseminejad Raini, M., Taki, M., & Van Zelm, R. (2020). Chemical footprint of pesticides used in citrus orchards based on canopy deposition and off-target losses. *Science of The Total Environment*, 732, 139118. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139118>
- [4] Fantke, P., Huijbregts, M., Margni, M., Hauschild, M., Jolliet, O., McKone, T., Rosenbaum & Dik van de Meent, R. (2015). USEtox 2.0 User Manual. Version 2. https://usetox.org/sites/default/files/support-tutorials/USEtox_Manual.pdf
- [5] Organización Mundial de la Salud. (2023). Indicator Metadata Registry Details. <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>
- [6] Fantke, P., Bijster, M., Hauschild, M. Z., Huijbregts, M., Jolliet, O., Kounina, A., Magaud, V., Margni, M., McKone, T. E., Rosenbaum, R. K., Van De Meent, D., & Van Zelm, R. (2017). USEtox® 2.0 Documentation (Version 1.1). <https://doi.org/10.11581/DTU:0000011>
- [7] [PPDB \(2024\)](#). Pesticide Properties DataBase. Recuperado de: [Pesticide Properties Database \(herts.ac.uk\)](#)
- [8] Thiruchelvam, M. (2005). Mancozeb. En P. Wexler (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology* (pp. 5-8). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369400-0/00575-5>
- [9] ATSDR. (2021, enero 26). Resumen de Salud Pública: Clorpirifos (Chlorpyrifos) | PHS | ATSDR. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs84.html

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

- [10] Tudi, M., Yang, L., Wang, L., Lv, J., Gu, L., Li, H., Peng, W., Yu, Q., Ruan, H., Li, Q., Sadler, R., & Connell, D. (2023). Environmental and Human Health Hazards from Chlorpyrifos, Pymetrozine and Avermectin Application in China under a Climate Change Scenario: A Comprehensive Review. *Agriculture*, 13(9), 1683. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091683>
- [11] Hart, L. (2023). Farmers discuss how lambda-cyhalothrin regulation changes will affect them in 2023. *Grainews*. <https://www.grainews.ca/features/farmers-discuss-how-lambda-cyhalothrin-regulation-changes-will-affect-them-in-2023/>
- [12] Ben Naim, Y., & Cohen, Y. (2023). Replacing Mancozeb with Alternative Fungicides for the Control of Late Blight in Potato. *Journal of Fungi*, 9(11), 1046. <https://doi.org/10.3390/jof9111046>
- [13] Watts, M. (2010). Paraquat. https://thaipan.org/sites/default/files/fileinter/monograph_paraquat_0.pdf
- [14] Deguine, J.-P., Aubertot, J.-N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A. G., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: Good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(3), 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- [15] Peshin, R., & Zhang, W. (2014). Integrated Pest Management and Pesticide Use. En D. Pimentel & R. Peshin (Eds.), *Integrated Pest Management* (pp. 1-46). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_1
- [16] Borja, M. (2013). La Rotación de cultivos y los abonos verdes en horticultura ecológica. https://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/FichaPAE22_Rotacion.pdf
- [17] Coronel-Alulima, T.N. (2019). Los sistemas de producción agroecológica y su resiliencia frente al cambio climático en la parroquia San Lucas, provincia de Loja. [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. <http://hdl.handle.net/10644/6585>
- [18] Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., & Díaz-Echeverría, V. (2016). Environmental services from tropical agroforestry systems. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XXII(3), 269-284. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>
- [19] Tewari, S., Leskey, T. C., Nielsen, A. L., Piñero, J. C., & Rodríguez-Saona, C. R. (2014). Use of Pheromones in Insect Pest Management, with Special Attention to Weevil Pheromones. En D. P. Abrol (Ed.), *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective* (pp. 141-168). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00010-5>

CONAMA 2024

IMPACTO TOXICOLÓGICO POR USO DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL CANTÓN CUENCA (ECUADOR)

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la financiación recibida dentro del proyecto “Modelización del impacto de pesticidas basada en Inteligencia Artificial en relación al cambio climático (IMPESTIA) de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) para poder llevar a cabo este trabajo.