

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LA EXPOSICIÓN A AGROQUÍMICOS EN AGUA DE CONSUMO DE ESCUELAS RURALES

Bethania Nicora^{1,2}, Rosario S. Barranquero^{2,3}, Natalia E. Othax^{3,4},
Fanny S. Martens⁵, Natali Lazzaro⁶

¹ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA) ² Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), UNCPBA-CICPBA ³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) ⁴ Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo Jorge Usunoff" (IHLLA) ⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural Tandil ⁶ Círculo de Ingenieros Agrónomos de Tandil (CIAT)

E-mail: Bethania Nicora: bnicora@fch.unicen.edu.ar Rosario S. Barranquero: rbarra@fch.unicen.edu.ar Natalia E. Othax: nataliaothax883@gmail.com Fanny S. Martens: martens.silvia@inta.gob.ar Natali Lazzaro: lazzaronatali@gmail.com

Introducción

En el contexto global de dependencia a los agroquímicos en las actividades agropecuarias, Argentina se encuentra dentro de los cuatro países que registran mayor consumo, superando actualmente los 500 millones de kg en un total de 36 millones de hectáreas cultivadas (Hu, 2020; INTA, 2022). Los residuos de estas sustancias, que se han encontrado en la atmósfera, el suelo, el agua y los alimentos, incluso en regiones alejadas de donde se aplicaron, pueden tener eventuales consecuencias nocivas sobre la salud (CONICET, 2009; Maggi et al., 2019).

A nivel global, la mayoría de las regulaciones sobre pesticidas¹ en aguas subterráneas no aseguran la protección de la salud humana debido al establecimiento de niveles permisibles altos, así como presentan inconsistencias con las regulaciones de suelos, agua potable y salud por falta de integración en sus definiciones (Li, 2018). En la escala nacional las políticas de regulación de agroquímicos denotan una tendencia histórica fuertemente asociada al incremento de la productividad, sin contemplar una conceptualización de manejo integral, siendo reciente la incorporación del cuidado al ambiente y a la salud (Molpeceres, 2022).

A menudo, los niveles límites de agroquímicos en agua de consumo se calculan en base a escenarios de exposición a riesgos para la salud y a datos de toxicología. Un modelo ampliamente utilizado es el de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) que consta de cuatro etapas: evaluación de la exposición, evaluación de la toxicidad, cuantificación del riesgo y gestión del riesgo. La primera etapa requiere caracterizar la exposición identificando sustancias químicas, fuentes de emisión, poblaciones expuestas, y cantidad, frecuencia y vías de exposición. Es esencial garantizar una caracterización precisa y fiable en esta etapa para evitar sub o sobreestimaciones en su posterior cuantificación (USEPA, 1989).

En línea con esto, el objetivo del trabajo fue realizar una caracterización preliminar de la exposición a agroquímicos en agua de consumo de escuelas rurales del partido de Tandil (región pampeana, provincia de Buenos Aires), con la finalidad de disminuir la incertidumbre en la gobernanza del agua respecto a este tema, así como brindar información para la definición de regulaciones más precisas y adecuadas a las necesidades locales.

Materiales y métodos

Se realizó una encuesta a directoras y docentes de las veintiséis escuelas rurales del partido, enviada por mail en formato de

¹ Se entiende por pesticida a todo compuesto químico utilizado para matar plagas, plantas no deseadas (malezas) y vectores de enfer-medades que, por su naturaleza, son potencialmente tóxicos para otros organismos, incluidos los humanos (Miglioranza et al., 2021).

formulario en línea, con el objetivo de obtener información detallada sobre la matrícula estudiantil, el personal, los usos del agua subterránea, el consumo de agua, y el uso de pesticidas en las escuelas y en campos aledaños.

Se considera una caracterización preliminar de una posible exposición dado que aún no se dispone de resultados de determinaciones de agroquímicos en el marco de la investigación, no obstante, existe un trabajo antecedente donde se ha detectado presencia de los mismos en el medio hídrico subterráneo de escuelas rurales (Canziani et al., 2020).

Dado que se presentan diversos entornos de exposición, se optó por seleccionar una muestra de escuelas que sea representativa de los escenarios más críticos, considerando dos situaciones: que el patio de la escuela linde con una fuente de exposición (campo agrícola) y que además tenga pozo propio de captación de agua subterránea dentro de su predio. La información provista por las encuestas contribuyó a esta selección.

Una vez definida la muestra, se realizaron entrevistas semiestructuradas a ingenieros agrónomos con el objetivo de obtener información sobre las características de los cultivos realizados y el uso de agroquímicos en los campos adyacentes a las escuelas seleccionadas. Estas se complementaron a través de consultas realizadas a integrantes de la Mesa de Escuelas Rurales de Tandil y, finalmente, mediante un trabajo de campo que permitió corroborar y ampliar la información relevada.

Resultados

Se obtuvieron 34 respuestas de la encuesta realizada a directoras y docentes del total de escuelas. La información adquirida permitió definir la muestra y, sobre ella, describir las poblaciones expuestas.

La muestra quedó conformada por siete escuelas, con una población total de 173 estudiantes que abarcan un rango de edades de 2 a 18 años, y 91 adultos, cuyas edades oscilan entre los 20 y 50 años. Estas cifras corresponden al ciclo lectivo 2023 y están sujetas a variaciones, pudiendo ser actualizadas. Los usos del agua subterránea se correspondieron principalmente con la higiene, limpieza y uso en sanitarios, y en menor medida con el consumo directo y la preparación de alimentos. Sólo dos escuelas manifestaron utilizar el agua subterránea para el consumo, mientras que las otras reciben agua de bidón para tal fin. En cuanto a la frecuencia de exposición, se registró para los alumnos 5 días a la semana, mientras que para los adultos 5 días o menos, variando en diferentes casos según el cargo desempeñado. Respecto al uso de pesticidas en las escuelas no se registró actividad de este tipo y cuando se preguntó por el uso en campos aledaños, la mayoría manifestó desconocer si ocurre, o suponer que se realizan fumigaciones fuera del horario escolar. En la Tabla 1 se presenta un resumen de la información correspondiente a la muestra.

Tabla 1.- Resumen de los datos obtenidos mediante la encuesta.

Escuela	Matrícula	Personal	Usos del agua subterránea
6	48	50	Cocina, sanitarios, limpieza
12	8	5	Sanitarios, limpieza
18	10	6	Sanitarios, limpieza
30	24	10	Limpieza, riego, bebida de animales
33	53	11	Sanitarios, limpieza
60	23	6	Consumo, cocina, sanitarios, limpieza
64	7	3	Consumo, cocina, sanitarios, limpieza

Posteriormente se concretaron tres entrevistas con ingenieros agrónomos que asesoran campos aledaños de cuatro escuelas de la muestra, lo cual se complementó con consultas a integrantes de la Mesa de Escuelas Rurales de Tandil y con la observación directa en el campo. Esta información permitió describir los escenarios de exposición de cada escuela, aunque se resumen en conjunto debido a limitaciones de extensión. Se registraron cultivos y barbechos con aplicación terrestre de agroquímicos, incluyendo papa, cebada, maíz, girasol, sorgo y soja. Entre las principales sustancias aplicadas se identificaron 2,4-D, Glifosato, Dicamba, Atrazina, Metsulfuron-metil, Clorpirifós, Abamectina, Metolaclo, Paraquat, Imazapir, Fomesafen y Metribuzin. Las cantidades y momentos de aplicación variaron según los cultivos y prácticas agronómicas de cada campo, pero en general se aplican entre septiembre-febrero y abril-julio.

Discusión

La información obtenida mediante la encuesta, junto a un análisis de antecedentes del área de estudio, permitió realizar una caracterización general de los escenarios de exposición del total de escuelas y seleccionar su muestra. Si bien los datos presentados de la muestra reflejan con precisión las condiciones del momento en que se recopilaron, correspondiente al ciclo lectivo 2023, resulta fundamental su actualización periódica ya que están sujetos a variaciones en el tiempo. Sumado a esto, se descartó la posibilidad de uso de herbicidas en las escuelas como método de control de malezas en los patios, así como información que se esperaba obtener de las escuelas respecto al uso de agroquímicos por parte de los campos vecinos.

Por otro lado, aunque no se pudieron concretar todas las entrevistas deseadas, la información proporcionada por los informantes clave fue suficiente para detallar las fuentes de exposición, correspondientes a los campos que rodean las escuelas con sus respectivos cultivos, sustancias y frecuencias de aplicación, las cuales fueron coherentes con trabajos antecedentes del área de estudio (Canziani et al., 2020; Pena Gómez et al., 2021).

Cabe mencionar que se identificó como limitante la escasez de información antecedente y cierta reticencia a proporcionar información específica sobre el uso de agroquímicos, tanto por parte de las escuelas como de los ingenieros contactados. En este sentido, se destacan como aspectos a mejorar considerando la intención de dar continuidad al estudio con las etapas siguientes del análisis de riesgo a la salud.

Conclusiones

La información relevada fue suficiente para cumplir con el objetivo propuesto de realizar una caracterización preliminar de la exposición a agroquímicos en agua de consumo de escuelas rurales. Se determinó para el ciclo lectivo 2023 una población

total de 173 alumnos de 2 a 18 años y 91 adultos de 20 a 50 años. Se identificaron las vías de ingesta y contacto dérmico como las principales vías de exposición a partir del uso del recurso hídrico subterráneo. Respecto a la frecuencia de exposición, es de 5 días a la semana para los alumnos e igual o menor para los adultos, en función del cargo que éstos desempeñan. Los principales cultivos fueron papa, cebada, maíz, girasol, sorgo y soja y las sustancias aplicadas 2,4-D, Glifosato, Dicamba, Atrazina, Metsulfuron-metil, Clorpirifós, Abamectina, Metolaclo, Paraquat, Imazapir, Fomesafen y Metribuzin, siendo los meses de septiembre-febrero y abril-julio los de mayor aplicación. Debido a la limitación de extensión no se pudo profundizar en cada aspecto mencionado ni en las particularidades que presenta cada escuela, sino que se expusieron a modo de resumen general.

Se concluye que este análisis proporciona información de base relevante para la realización de las etapas de evaluación de la exposición y toxicidad y, finalmente, de cuantificación del riesgo a la salud. La finalidad de este estudio, y de su continuidad, es proporcionar información relevante para disminuir la incertidumbre en la gobernanza del agua, particularmente respecto al riesgo a la salud por agroquímicos en agua de consumo, y contribuir en la discusión y definición de regulaciones adaptadas a las necesidades locales.

Referencias bibliográficas

- Canziani, G., Aparicio, V.C., Cortelezzi, A., De Gerónimo, E., Fontanarrosa, M.S., Tisnés, A., Alba, B., Adaro, M.E., Castets, F., Cepeda, J., Córdoba, M., Delgado, S., Gómez, R.Q., Fernández San Juan, R., Kazlauskas, L.G. y Schimpf, K.G. (2020). "Informe sobre agroquímicos plaguicidas en escuelas rurales del partido de Tandil". Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. [disponible on-line: [bit.ly/InformeEcoAgricultura](https://doi.org/10.3390/ijerph17218119)]
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). (2009). "Evaluación de la Información Científica Vinculada al Glifosato en su Incidencia sobre la Salud Humana y el Ambiente".
- Hu, Z. (2020). "What Socio-Economic and Political Factors Lead to Global Pesticide Dependence? A Critical Review from a Social Science Perspective". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8119. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218119>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2022). "Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA".
- Li, Z. (2018). "A health-based regulatory chain framework to evaluate international pesticide groundwater regulations integrating soil and drinking water standards". *Environment International*, 121, 1253-1278. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.047>
- Maggi, F., Tang, F.H.M., La Cecilia, D. y McBratney, A. (2019). "PEST-CHEMGRIDS, global gridded maps of the top 20 crop-specific pesticide application rates from 2015 to 2025". *Scientific Data*, 6, 170. <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0169-4>
- Miglioranza, K.S.B. (2021). *Agroquímicos. Informes de revisión. Área: Disponibilidad y contaminación del agua, suelos y aire*. Red de Estudios Ambientales Bonaerenses, Nodo Mar del Plata (REAB-MDP). <https://mardelplata-conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2021/02/Informe-de-revision-Agroquimicos-1.pdf>
- Molpeceres, C. (2022). "Políticas públicas y sistemas agroalimentarios en Argentina: entre agroquímicos y agroecología (1990-2020)". *Eutopia. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (21), 74-99. <https://doi.org/10.17141/eutopia.21.2022.5285>
- Pena Gómez, P.R., Fernández San Juan, R., Vázquez, P. y Cortelezzi, A. (2021). "Red de comercialización y uso de plaguicidas en el partido de Tandil, sector del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina". *Revista Huellas*, 25(2), Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2021-2522>
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund. Vol. I: Human Health Evaluation Manual (Part A)*. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C.