

Serie: Informes científico-técnicos del
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°37

Presencia de Plaguicidas de Uso Actual en Agua Superficial de la Laguna
La Brava (Buenos Aires, Argentina)



Autores: Lucas R. Lombardero, Sandra K. Medici, Débora J. Pérez, Mirta L. Menone

Mar del Plata, diciembre 2024

Citar como: Lombardero, L. R., Medici, S. K. Pérez, D. J., Menone, M. L. (2024).
Presencia de Plaguicidas de Uso Actual en Agua Superficial de la Laguna La Brava
(Buenos Aires, Argentina). Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones
Marinas y Costeras N° 37 (UNMdP-CONICET). 6pp. ISSN 2796-9088

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no
reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones
Marinas y Costeras. **ISSN 2796-9088**

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras”
se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente
publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras
que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia
se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro
material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será
necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está
permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la
referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones
Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la
exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el
texto autorizado”.

Mar del Plata, diciembre 2024



PRESENCIA DE PLAGUICIDAS DE USO ACTUAL EN AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA LA BRAVA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

Lucas R. Lombardero¹, Sandra K. Medici², Débora J. Pérez³ y Mirta L. Menone¹

¹Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

²Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IPIROSA). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. Fares Taie Instituto de Análisis Magallanes 3019, 7600, Mar del Plata, Buenos Aires Argentina.

³Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario (INTA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Universidad Nacional de Mar del Plata. Universidad Fraternidad de Santo Tomás de Aquino.

RESUMEN. La laguna La Brava se ubica en el sudeste bonaerense de Argentina, y está rodeada de campos de cultivos de soja, trigo, maíz, papa y especies hortícolas entre otros, así como de ganadería bovina pastoril. Las prácticas agrícolas principalmente utilizan agroquímicos tales como fertilizantes y plaguicidas. El objetivo del presente estudio fue evaluar los niveles de plaguicidas de uso actual en el agua superficial de la laguna mediante un monitoreo de dos años consecutivos en primavera y verano para estudiar su presencia. Además, en el presente informe se compararon los valores obtenidos en los muestreos con los niveles registrados en otros ecosistemas acuáticos del país y a nivel internacional. Los compuestos cuantificados fueron el herbicida glifosato y su metabolito ácido aminometilfosfónico (AMPA), y los insecticidas imidacloprid y clorpirifos. Las concentraciones detectadas de glifosato y AMPA fueron similares a los de otros cursos de agua superficial de Argentina, mientras que los niveles de los insecticidas imidacloprid y clorpirifos fueron más elevados que los cuantificados en otras aguas superficiales de la Pampa Sur. Cabe destacar que el imidacloprid continúa en uso en Argentina mientras que en la Comunidad Europea está prohibido desde el 2013, mientras que el clorpirifos ha sido recientemente prohibido en nuestro país y el mundo.

ABSTRACT. Presence of current-use pesticides in surface water of La Brava lagoon (Buenos Aires, Argentina). La Brava Lagoon is in the southeast of Buenos Aires- Argentina, and is surrounded by fields of soybean, wheat, corn, potato and horticultural crops, among others, as well as pastoral cattle ranching. Agricultural practices mainly use agrochemicals such as fertilizers and pesticides. The objective of the present study was to assess the levels of current use pesticides in the surface water of the lagoon by monitoring two consecutive years in spring and summer to study their presence. In addition, this report compared the values obtained in the sampling with the levels recorded in other aquatic ecosystems in Argentina and internationally. The compounds quantified were the herbicide glyphosate and its metabolite aminomethylphosphonic acid (AMPA), and the insecticides imidacloprid and chlorpyrifos. The detected concentrations of glyphosate and AMPA were similar to those of other surface watercourses in Argentina, while the levels of the insecticides imidacloprid and chlorpyrifos were higher than those quantified in other surface waters of the Southern Pampas. It should be noted that imidacloprid is still in use in Argentina while in the European Community it has been banned since 2013, while chlorpyrifos has recently been banned in our country and the world.

Palabras clave: Agua superficial; contaminación acuática; glifosato; insecticidas; monitoreo.

Key words: Aquatic pollution; insecticides; glyphosate; monitoring; surface water.

Estudio de plaguicidas en agua superficial de la laguna: valores detectados y su relación con los cultivos circundantes

Según los datos recopilados hasta 2018 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Argentina se encuentra en el cuarto lugar del ranking mundial de países con el mayor consumo de plaguicidas (FAO, 2021). Sin embargo, cabe destacar que, teniendo en cuenta la población de

Argentina, ésta utiliza cuatro veces más plaguicidas que China, país que lidera el ranking mundial con 1774 kt (Banco Mundial, 2021). Si bien los plaguicidas se consideran los principales contribuyentes a la seguridad alimentaria global, este es un tema de debate continuo debido a sus efectos adversos en la salud humana y ambiental (EP, 2021), siendo así considerados también contaminantes prioritarios en el ambiente (EC, 2020).

Los plaguicidas pueden ingresar a las aguas naturales a través de fuentes difusas como la deriva atmosférica o exo-deriva, la lixiviación en el suelo y la escorrentía superficial, así como también desde fuentes puntuales como derrames accidentales o el lavado de maquinaria agrícola (Okada et al., 2018) (Fig. 1). Algunos estudios han estimado tanto los niveles de plaguicidas retenidos en los cultivos como las pérdidas de tierras cultivadas hacia los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, Pérez et al. (2017a) estimaron que las principales cargas de plaguicidas en los cursos de agua provenientes de campos agrícolas corresponden al glifosato y su metabolito ácido aminometilfosfónico (AMPA), el neonicotinoide imidacloprid y el organofosforado clorpirifos. Una vez que estos compuestos se distribuyen en los ecosistemas acuáticos, disminuyen la calidad del agua y ejercen efectos adversos en los organismos.

Descripción del área de estudio

La laguna La Brava (Fig. 2) (37° 52' 52"S; 57° 58' 38.0) está ubicada en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, a 30 km de la ciudad de Balcarce (Partido de Balcarce). Este cuerpo de agua forma parte del sistema de lagunas eutróficas de la Pampa Austral (Quirós y Drago, 1999). Tiene una cuenca de drenaje de aproximadamente 120 km², formado por el arroyo tributario de cuarto orden llamado "Arroyo El Peligro", ubicado en el extremo sur, y el emisario llamado "Arroyo Tajamar" en el extremo norte (Romanelli et al., 2010). El uso de las tierras circundantes se basa principalmente en cultivos de soja, girasol, trigo, maíz, cebada, papa y especies hortícolas, y la ganadería bovina pastoril. Estas actividades emplean agroquímicos y productos farmacéuticos de uso veterinario, motivo por el cual es recomendable monitorear estos compuestos, con más razón hoy día debido a la reciente Ley N.º 15.095 (GPBA, 2018), que declaró a esta laguna como Paisaje Protegido de la Provincia de Buenos Aires.

Monitoreos previos en el área dan cuenta de la presencia en aguas de fungicidas de uso actual (azoxistrobina, tebuconazol, carbendazim) y de los herbicidas 2,4-D, dicamba y atrazina (Corcoran et al., 2020). Dado este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los niveles de plaguicidas de uso actual en el agua superficial de la laguna La Brava mediante un monitoreo de dos años consecutivos en distintas épocas del año para estudiar su presencia y dinámica ambiental. Una vez generada esta información, se compararon los valores obtenidos con los niveles registrados en otros ecosistemas acuáticos del país y a nivel internacional.

Monitoreo del agua superficial en laguna La Brava

Se establecieron 2 sitios de muestreo: el sitio 1 (37° 54' 7.5"S; 57° 59' 37.6.º) ubicado en el delta del arroyo "El Peligro" (afluente de la laguna) y el sitio 2 (37° 52' 54"S; 57° 58' 11.8.º) ubicado en la cabecera del arroyo "Tajamar" (efluente de la laguna) (Fig. 2). En ambos sitios, se recolectaron muestras de agua superficial (por triplicado) para el análisis de plaguicidas.

Se consideraron 2 períodos de muestreo (2019-2020 y 2020-2021), y dos estaciones del año (primavera y verano) en cada período. En estos lugares seleccionados es reconocido el aporte de plaguicidas como pulsos en respuesta a la escorrentía luego de eventos importantes de lluvia (Corcoran et al., 2020).

En el sitio 1, los cultivos predominantes en los campos que rodean la laguna fueron la soja y el trigo en primavera, y la papa en verano. En el sitio 2, los cultivos predominantes fueron el maíz en verano y la papa, la soja, la remolacha y la zanahoria en primavera y verano.

Determinación de plaguicidas y metodología analítica

Se recolectaron muestras de agua superficial por triplicado en botellas de polipropileno (ENPLAST S.A.S., Buenos Aires, Argentina) de 1 L (Fig. 3). Las determinaciones de pH y temperatura de las muestras se realizaron in situ utilizando un equipo portátil Adwa AD12 (Rumania). Se analizaron un total de 26 residuos de plaguicidas de uso actual y ciertos productos de degradación metabólica. Las muestras fueron filtradas con filtros de nylon de 0,45 µm. De cada muestra de agua recolectada, se tomó una submuestra de 250 mL y se concentró en un rotavapor hasta alcanzar un volumen final de 20 mL. Los niveles del herbicida glifosato y su metabolito AMPA se cuantificaron previa derivatización con FMOC y para el análisis de multiresiduos de plaguicidas, se siguieron las regulaciones de la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) (2007). Las determinaciones se realizaron mediante UPLC-MS/MS y se detallan en Lombardero et al. (2024). Los límites de detección y de cuantificación del glifosato fueron de 0,02 y 0,07 µg/L y los de su metabolito AMPA fueron de 0,01 y 0,05 µg/L, respectivamente. Para el resto de los plaguicidas analizados los límites de detección variaron en el rango 0,34- 4,57 y los límites de cuantificación en el rango 1,03- 7,40 µg/L.

Propiedades fisicoquímicas del agua superficial

La temperatura promedio del agua superficial en los dos períodos de muestreo fue de 23,2 ± 3,9 °C. La temperatura más elevada se observó en el verano de 2020 (27,4 °C) y la más baja en la primavera de 2020 (16,1 °C). En cuanto al pH, el valor promedio fue de 8,6 ± 0,7. El pH más elevado fue 9,7 en el verano de 2021 y el más bajo fue 7,6 en el verano de 2020. Las variaciones en estas propiedades fisicoquímicas coincidieron con las informadas para aguas superficiales del sudeste bonaerense (Romanelli et al., 2010; Pérez et al., 2017b).

Residuos de plaguicidas en agua superficial

Los plaguicidas de uso actual detectados en las aguas superficiales de la laguna La Brava fueron el herbicida glifosato y su metabolito AMPA, y los insecticidas clorpirifos e imidacloprid. En la **Tabla 1** se muestran los valores de las concentraciones cuantificadas de cada compuesto, y en la **Fig. 4** se pueden observar los porcentajes de contribución de cada plaguicida al total de los compuestos detectados.

En el primer período de muestreo, se detectó la presencia del herbicida glifosato en primavera mientras que en verano el residuo de plaguicida más detectado fue su metabolito AMPA. En el segundo período de muestreo el glifosato y el AMPA solo se encontraron en primavera. En cuanto a los insecticidas, el neonicotinoide imidacloprid se detectó en el verano del primer período. Además, el organofosforado clorpirifos fue el principal insecticida detectado en la mayoría de los muestreos realizados en este trabajo.

¿Qué tan preocupantes son los niveles de plaguicidas hallados en la laguna?

Los niveles de glifosato y de AMPA detectados en el agua superficial de la laguna La Brava fueron similares a los de otros cursos de agua superficial de Argentina (Primost et al., 2017; Castro Berman et al., 2018; Pérez et al., 2021). Respecto a las implicancias de estos niveles de glifosato y AMPA detectados, acorde al análisis de riesgo ecológico realizado en la región

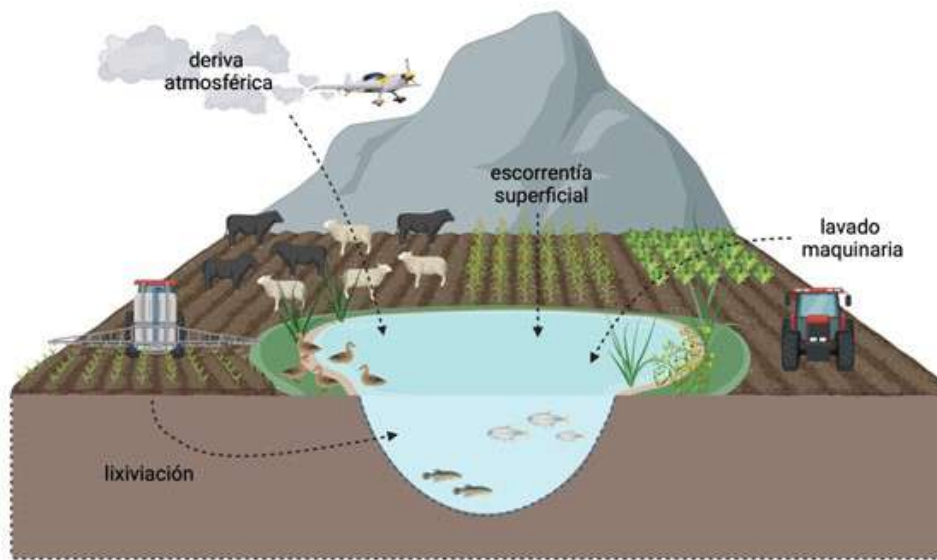


Fig. 1. Vías de incorporación de plaguicidas a un cuerpo de agua superficial.

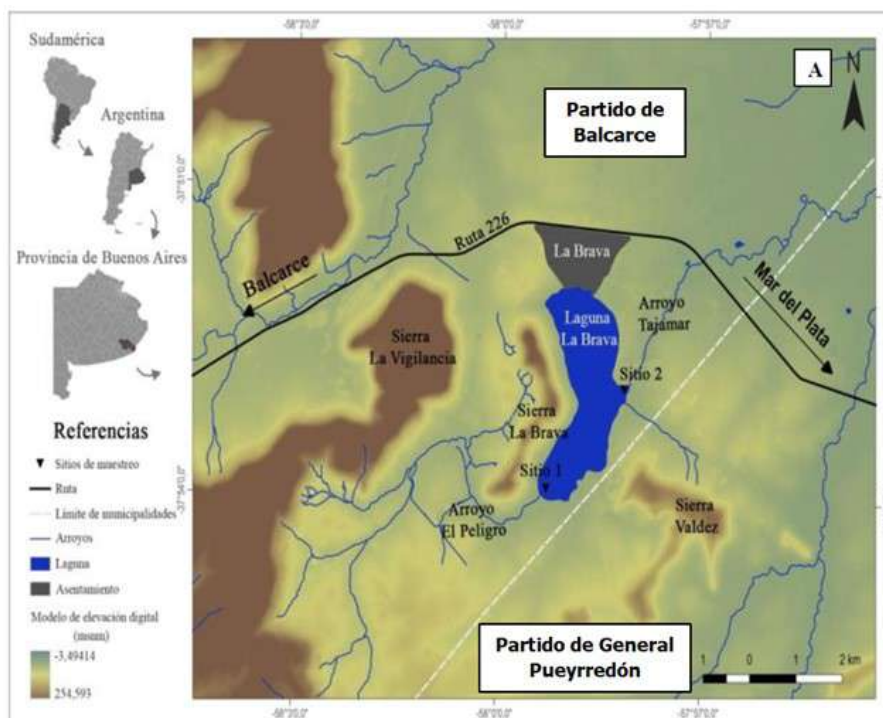


Fig. 2. Área de estudio de la laguna La Brava (provincia de Buenos Aires, Argentina). Fuente: Lombardero, 2024. Modificado de Tesis doctoral- UNMDP.



Fig. 3. Recolección de muestras de agua superficial en el arroyo El Peligro, afluente de la laguna La Brava.

Tabla 1

Niveles de plaguicidas de uso actual en las aguas superficiales de la laguna La Brava, expresados en $\mu\text{g/L}$ (media \pm desvío estándar)

Estación	Sitio	Clorpirifos	Imidacloprid	Glifosato	AMPA
Primavera 2019	1	n.d.	n.d.	$5,0 \pm 3,7$	n.d.
	2	$2,3 \pm 0,4$	n.d.	$3,4 \pm 0,8$	n.d.
Verano 2020	1	n.d.	$1,5 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,4$	$6,1 \pm 0,1$
	2	$2,6 \pm 0,5$	n.d.	$2,0 \pm 0,7$	$2,7 \pm 0,0$
Primavera 2020	1	n.d.	n.d.	$0,9 \pm 0,9$	$0,6 \pm 0,2$
	2	$2,5 \pm 0,0$	n.d.	$0,8 \pm 1,0$	$1,5 \pm 1,7$
Verano 2021	1	$0,7 \pm 0,3$	n.d.	n.d.	n.d.
	2	$2,3 \pm 0,0$	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: no detectado.

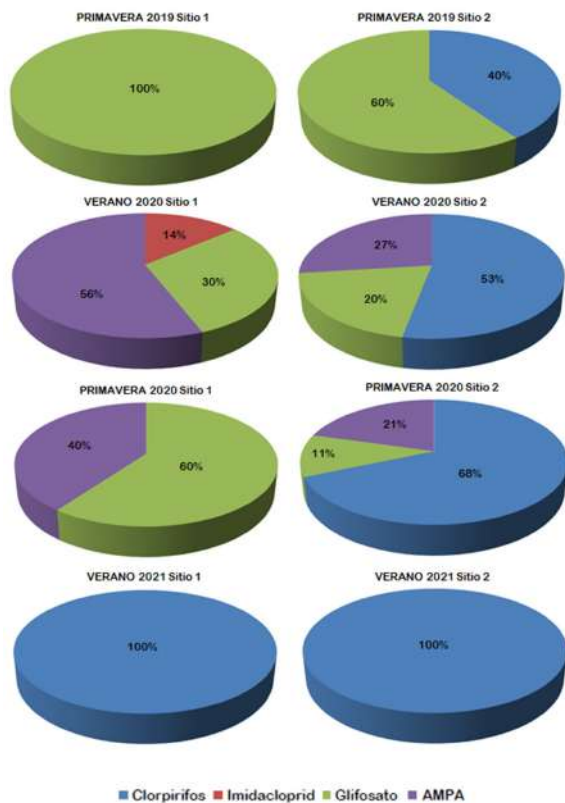


Fig. 4. Porcentaje de plaguicidas de uso actual cuantificados en agua superficial de la laguna, por período y sitio de muestreo.

podemos estimar que ambos compuestos podrían estar causando efectos adversos en la biota acuática de la laguna (Iturburu et al., 2019; Pérez et al., 2021).

Los niveles de los insecticidas imidacloprid y clorpirifos detectados en la laguna La Brava fueron más elevados que los cuantificados en otras aguas superficiales de la Pampa Sur (Pérez et al., 2017a; Álvarez et al., 2019). Los niveles máximos de imidacloprid detectados en algunos arroyos de la región pampeana afectados por actividades agrícolas oscilan entre 0,19 y 0,56 microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$) (Pérez et al., 2017a; 2021) mientras que en el agua superficial de la laguna La Brava, el valor máximo registrado de imidacloprid fue $1,5 \pm 0,3 \mu\text{g/L}$, un orden de magnitud mayor. De modo similar, en general, en Europa y Australia los niveles de imidacloprid en aguas superficiales no superan $1 \mu\text{g/L}$ (Tennekes y Sánchez-Bayo, 2011; Sánchez-Bayo y Hyne, 2014). Sin embargo, se han informado niveles que superan los $8 \mu\text{g/L}$ en ríos españoles (Ccanccapa et al., 2016). En términos globales, las concentraciones máximas se encontraron en América del Norte, seguido por Oceanía, América del Sur, Europa, y finalmente Asia. Como consecuencia de los efectos adversos demostrados en la biota silvestre, en la Unión Europea (UE), el imidacloprid ha sido prohibido desde 2013 y aún continúa su prohibición (UE, 2018). Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Países Bajos y Suecia han establecido niveles guía de calidad del agua con límites de 0,13 a $1,05 \mu\text{g/L}$ (Sánchez-Bayo y Hyne, 2014). En el caso de Argentina están autorizados más de 200 formulados con este principio activo, utilizados para la protección de cultivos, tanto solo como combinado con otros insecticidas o con fungicidas, como así

también como cura semilla en cultivos extensivos. Es aplicado de manera periódica en el cultivo de papa en el sudeste bonaerense y muy frecuentemente en cultivos de hortalizas, tanto en el cordón frutihortícola del partido de General Pueyrredón como en el de La Plata, que son los más importantes del país.

Informes previos sobre los niveles de clorpirifos en la región pampeana han mostrado valores promedio del orden de nanogramos/L (ng/L) (Jergentz et al., 2005; Bonansea et al., 2013; Álvarez et al., 2019). Las concentraciones máximas identificadas en cuerpos de agua dulce de los distintos continentes revelan que Asia encabeza la lista, seguido de Oceanía. A continuación se sitúan América del Sur, Europa y finalmente América del Norte. En esta laguna encontramos concentraciones elevadas que alcanzaron un valor máximo de $4,5 \mu\text{g/L}$ en el primer período de muestreo. Estos niveles estuvieron por encima del límite máximo propuesto en agua superficial para la protección de la vida acuática de $0,0007 \mu\text{g/L}$ (Álvarez et al., 2019), aunque estuvieron en el rango detectado para América del Sur.

Aunque países como Australia han prohibido o reducido su uso, y algunos países de Oriente Medio avanzan en su prohibición, todavía se detectan trazas en América, Europa, Asia, África y Oceanía (Venturino et al., 2021). En Argentina se prohibieron las importaciones de este plaguicida y se estableció un tiempo de gracia de 90 días para suspender la producción y fraccionamiento de formulados basados en clorpirifos, mientras que se estableció un tiempo de gracia de 455 días para la comercialización y uso (SENASA, 2021). La contaminación con clorpirifos en la laguna La Brava estimamos que está principalmente asociada con la producción de papa que rodea la laguna. Este cultivo utiliza comúnmente la labranza del suelo basada en el cultivo en surcos, que se disponen perpendicularmente a los bordes de la laguna. Durante eventos de lluvia e irrigación por aspersión, los residuos de plaguicidas pueden ser transportados en la superficie del suelo por escorrentía desde los surcos y, finalmente, alcanzar la laguna.

Conclusión

El análisis de agua superficial de la laguna mostró la presencia de plaguicidas de uso actual (clorpirifos, imidacloprid, glifosato y AMPA), compuestos que se utilizan masivamente en el país y la zona del sudeste bonaerense.

En base a los cultivos registrados y los plaguicidas autorizados para los mismos en el país, resulta evidente que las concentraciones detectadas provienen de las actividades que se realizan en las tierras circundantes a la laguna y que se pueden visualizar ciertas asociaciones como la presencia de glifosato principalmente en primavera en el sitio 1 vinculado a los cultivos de soja y la presencia de imidacloprid en el mismo sitio vinculada al cultivo de papa.

Dado que la presencia de estos contaminantes puede generar efectos adversos en organismos acuáticos, es necesario que se controlen las buenas prácticas agrícolas en los agroecosistemas aledaños al cuerpo de agua, con el fin de minimizar las emisiones.

LISTA DE REFERENCIAS

- Álvarez, M., Du Mortier, C., Jaureguiberry, S., y Venturino, A. (2019). Joint Probabilistic Analysis of Risk for Aquatic Species and Exceedence Frequency for the Agricultural Use of Chlorpyrifos in the Pampean Region, Argentina. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(8):1748–1755.
- AOAC (2007). Official Method 2007.01: Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with

- Magnesium Sulfate, Journal of AOAC International Banco Mundial (2021). Datos poblacionales. (consultado 4 de diciembre 2023). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org>
- Bonanseña, R.I., Amé, M. V., y Wunderlin, D. A. (2013). Determination of priority pesticides in water samples combining SPE and SPME coupled to GC-MS. A case study: Suquia River basin (Argentina). *Chemosphere*, 90(6):1860-1869.
- Castro Berman, M., Marino, D. J. G., Quiroga, M. V., y Zagarese, H. (2018). Occurrence and levels of glyphosate and AMPA in shallow lakes from the Pampean and Patagonian regions of Argentina. *Chemosphere*, 200:513-522.
- Ccancapa, A., Masiá, A., Andreu, V., y Picó, Y. (2016). Spatio-temporal patterns of pesticide residues in the Turia and Júcar Rivers (Spain). *Science of The Total Environment*, 540:200-210.
- Corcoran, S., Metcalfe, C. D., Sultana, T., Amé, M. V., y Menone, M. L. (2020). Pesticides in Surface Waters in Argentina Monitored Using Polar Organic Chemical Integrative Samplers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 104(1): 21-26.
- Díaz, O., Colasurdo, V., Grosman, F., y Sanzano, P. (2008). Caracterización físicoquímica y biológica de tres lagunas pampásicas. *Cuadernos Del CURIHAM*, 14(1), 59-65. Disponible en: <https://cuadernosdelcuriham.unr.edu.ar/index.php/CURIHAM/article/view/104>
- EC (2020). Priority Substances and Certain Other Pollutants according to Annex II of Directive 2008/105/EC. European Commission.
- EP (2021). The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. European Parliament.
- Food and Agriculture Organization (2021). Pesticides use. Global, regional and country trends 1990-2018. FAOSTAT Analytical Brief, 16.
- Iturburu, F. G., Calderon, G., Amé, M. V., y Menone, M. L. (2019). Ecological Risk Assessment (ERA) of pesticides from freshwater ecosystems in the Pampas region of Argentina: Legacy and current use chemicals contribution. *Science of The Total Environment*, 691:476-482.
- Jergentz, S., Mugni, H., Bonetto, C., y Schulz, R. (2005). Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina. *Chemosphere*, 61(6):817-826.
- Lombardero, L. R., Pérez, D. J., Medici, S. K., Mendieta, J. R., Iturburu, F. G., y Menone, M. L. (2024). Usefulness of oxidative stress biomarkers in native species for the biomonitoring of pesticide pollution in a shallow lake of the Austral Pampas, Argentina. *Chemosphere*, 353:141578.
- Okada, E., Pérez, D. J., De Gerónimo, E., Aparicio, V., Massone, H., y Costa, J. L. (2018). Non-point source pollution of glyphosate and AMPA in a rural basin from the southeast Pampas, Argentina. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15):15120-15132.
- Pérez, D. J., Iturburu, F. G., Calderon, G., Oyesqui, L. A. E., De Gerónimo, E., y Aparicio, V. C. (2021). Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, 263:128061.
- Pérez, D. J., Okada, E., De Gerónimo, E., Menone, M. L., Aparicio, V. C., y Costa, J. L. (2017a). Spatial and temporal trends and flow dynamics of glyphosate and other pesticides within an agricultural watershed in Argentina. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(12):3206-3216.
- Pérez, D. J., Okada, E., Menone, M. L., y Costa, J. L. (2017b). Can an aquatic macrophyte bioaccumulate glyphosate? Development of a new method of glyphosate extraction in *Ludwigia peploides* and watershed scale validation. *Chemosphere*, 185:975-982.
- Primost, J., E., Marino, D. J. G., Aparicio, V. C., Costa, J. L., y Carrquiriborde, P. (2017). Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution*, 229:771-779.
- Quirós, R., y Drago, E. (1999). The environmental state of Argentinean lakes: An overview. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 4(1-2):55-64.
- SENASA, 2021. Resolución 414/2021. SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA. (consultado el 20 de diciembre de 2023). Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247780/20210806>
- Romanelli, A., Quiroz Londoño, O. M., Massone, H. E., Martínez, D. E., y Bocanegra, E. (2010). El agua subterránea en el funcionamiento hidrológico de Los humedales del sudeste bonaerense, provincia de buenos aires, Argentina. *Boletín Geológico y Minero*, 121(4):373-386.
- Sánchez-Bayo, F., y Hyne, R. V. (2014). Detection and analysis of neonicotinoids in river waters – Development of a passive sampler for three commonly used insecticides. *Chemosphere*, 99:143-151.
- Tennekes, H. A., y Sánchez-Bayo F. (2011). Time-Dependent Toxicity of Neonicotinoids and Other Toxicants: Implications for a New Approach to Risk Assessment. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, S:4.
- UE (2018). Tribunal General de la Unión Europea. (consultado 20 de diciembre 2023). Disponible en: <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2018-05/cp180068es.pdf>
- Venturino, A., Pechen, A. M., Parolo, E., Quintana, M. M., Indaco, M., Guiñazú, N., y Harte, A. (2021). Informe Técnico-Científico sobre los Usos e Impactos del Insecticida Clorpirifos en Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de La Nación.