

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DERIVADA DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LA REGIÓN PAMPÁSIKA

Marino, Damián José

Centro de Investigaciones del Medioambiente, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata – CONICET -CCT La Plata.

Glifosato como contaminante pseudopersistente en suelos pampeanos

En Argentina, el uso de herbicidas a base de Glifosato aumentó dramáticamente (hasta más de 200.000 toneladas en 2012) desde la introducción de cultivos resistentes al Glifosato, como soja transgénica y maíz resistente, y la adopción de prácticas sin labranza en la década de 1990. En la región pampeana dominada por el cultivo de soja. Se presentan a continuación distintos escenarios ambientales donde se estudian los alcances de estas prácticas agrícolas. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la ocurrencia y concentración del herbicida y su principal metabolito (AMPA) en el suelo y otros compartimentos del agroecosistema mencionado, incluidas las aguas subterráneas, en relación con prácticas agrícolas reales en la región. La ocurrencia fue casi ubicua en matrices sólidas (83 - 100%) con concentraciones máximas entre las más altas reportadas en el mundo (suelo: 8105 y 38939 µg/kg; sedimentos: 3294 y 7219 µg/kg; materia particulada suspendida (MPS): 584 y 475 µg/kg de glifosato y AMPA). Se observó una frecuencia de detección más baja en aguas superficiales (27 - 55%) con concentraciones máximas en agua entera de 1,80 y 1,90 µg/L de glifosato y AMPA, lo que indica que el análisis de MPS puede ser más sensible para la detección en el ecosistema acuático. No hay concentraciones detectables de glifosato o AMPA en el agua subterránea. Al disponer del historial de aplicaciones y concentraciones pulverizadas en los campos, las concentraciones de glifosato en suelos se correlacionaron mejor con la dosis total acumulada y número total de aplicaciones que la última dosis de evento de pulverización. A partir de esta información se estimó un incremento de 1 mg de glifosato / kg de suelo cada 5 eventos de fumigación. Los hallazgos permiten inferir que, según las prácticas actuales, las tasas de aplicación son más altas que las tasas de disipación. Por lo tanto, glifosato y AMPA deberían considerarse contaminantes

"pseudopersistentes" y una revisión de los procedimientos de gestión y uso. También se deben recomendar programas de monitoreo y riesgo ecológico para el suelo y los sedimentos

Implicancias en lagunas pampeanas y calidad pesquera.

Lagunas dentro la región de pampeana pueden verse potencialmente afectadas por el uso continuo de herbicidas. Se realizó una evaluación de 52 cuerpos de aguas superficiales poco profundas correspondientes a lagos pampeanos (Provincia de Buenos Aires, Argentina) para estudiar la ocurrencia y las concentraciones del herbicida Glifosato y su principal producto de degradación (AMPA). Para la comparación, también se estudiaron 24 lagunas poco profundas de un área sin uso agrícola de glifosato (Patagonia norte). El Glifosato y AMPA se analizaron mediante LC-MS en las muestras de agua de lago, material particulado en suspensión (MPS) y muestras de sedimentos de fondo. Dentro de la región Pampeana, se detectaron residuos del herbicida en > 40% de las muestras. Los residuos de Glifosato se detectaron con mayor frecuencia en sedimentos y aguas superficiales que en las muestras de MPS. Las concentraciones medias (máximas) de glifosato fueron 2,11 (4,52) µg/L para agua superficial; 0,10 (0,13) µg/L para MPS y 10,47 (20,34) µg/kg para muestras de sedimentos, respectivamente. Considerando que, la concentración media (máximo) para AMPA fueron 0,84 y (0,90) µg/L para el agua superficial; 0,07 (0,07) µg/L para MPS; y 22,53 (32,89) µg/kg para muestras de sedimentos. Adicionalmente se observó que había una dependencia entre la concentración del herbicida en los sedimentos de fondo de las lagunas de la provincia de Buenos Aires y la superficie de las mismas, estos resultados expresan que, a mayor dimensión de la misma, mayor es su capacidad diluyente respec-

to a los procesos de ingreso, incidiendo de manera directa sobre la calidad de los recursos pesqueros asociados a estos cuerpos de aguas y por lo tanto en calidad alimentaria. Finalmente vale destacar que el herbicida no se detectó en muestras de la Región patagónica, donde no existe una utilización de este, mostrando la relación uso-presencia. Este es el primer estudio que informa la ocurrencia y las concentraciones del herbicida en los lagos de agua dulce de Argentina.

Estudio de plaguicidas en aguas de lluvia en la región pampeana.

Se investigó la presencia en la atmósfera de glifosato (GLP) y atrazina (ATZ), los plaguicidas que dominan el mercado en Argentina, a través de la lluvia, como el principal fenómeno climático asociado a su depositación húmeda en la superficie. Se analizaron las relaciones fuente-receptor con el suelo y las influencias climáticas que pueden condicionar el transporte de los herbicidas en la región pampeana. Se recolectaron 112 muestras de agua de lluvia en áreas urbanas y periurbanas de la zona pampeana con diferentes grados de uso del suelo en producción de cultivos extensivos, junto a 58 muestras de suelo subsuperficial de los sitios periurbanos. Los resultados de este estudio de herbicidas en agua de lluvia, el primero en Argentina, han demostrado la alta frecuencia de detección (80%) de Glifosato y Atrazina junto con la ubicuidad de esos compuestos en la atmósfera asociada con las precipitaciones anuales. Las concentraciones máximas de glifosato cuantificadas en el agua de lluvia excedieron las concentraciones previamente reportadas para Estados Unidos y Canadá, posiblemente como consecuencia de las dosis agronómicas más altas utilizadas en Argentina. Glifosato, su metabolito AMPA y Atrazina se detectaron en suelos, con niveles mayores de concentración de Glifosato asociados con cultivos de soja que con otros cultivos. No se observaron asociaciones entre las concentraciones obtenidas en el suelo y las halladas en el agua de lluvia en las mismas áreas de monitoreo. Sin embargo, la presencia de AMPA en el agua de lluvia indica la acción del suelo como fuente, ya que dicha molécula es producto de la biodegradación de Glifosato en suelos. Las concentraciones medianas de GLP en agua de lluvia se correlacionan significativamente con las isohietas de precipitación acumulada, con un gradiente en aumento del este al oeste, a la inversa de los volúmenes de lluvia anuales (mayor precipitación anual, menor concentración de glifosato); mientras los niveles de ATZ en agua de lluvia no exhibieron una configuración espacial característica. La depo-

sición anual estimada de GLP, por la lluvia, indicó que más de una fuente del herbicida puede contribuir a su presencia en la atmósfera. De acuerdo con los resultados encontrados en nuestro estudio, la lluvia definitivamente debe considerarse una fuente relevante de estos contaminantes en la superficie. Como se ha sido reportado anteriormente, estos resultados refuerzan la noción que los herbicidas son transportados a través de la atmósfera hacia comunidades urbanas y periurbanas, agregando así una posible vía de exposición para humanos y animales en la región pampeana. En vista de tales implicaciones, proponemos una actualización de las directrices argentinas para controlar la calidad ambiental incorporando debidamente los criterios de herbicida para el aire ambiente. Considerando la amplia gama de sustancias activas utilizadas en las prácticas agrícolas actuales en todo el país, también sugerimos futuras investigaciones que involucren la inclusión en los análisis de otros plaguicidas que además se conoce que se dispersan en regiones fuera del área de aplicación.

Presencia de plaguicidas en cuerpos de aguas de alto interés regional. Aguas de consumo humano.

La cuenca del Plata, que es la segunda más grande en América del Sur sobre la base de su área de drenaje de 3.200.000 km² representa para Argentina un recurso estratégico en sí mismo, ya que esa cuenca tiene la principal riqueza fluvial y pluvial y contiene, a lo largo del Río Paraná, la mayoría de la población del país. Esta fuente de agua, en consecuencia, se está utilizando para el consumo humano, recreación, pesca y navegación. Las fuentes principales de contaminación por plaguicidas son las entradas difusas de escurrimiento de la agricultura, ganadería y vertedero urbano que lixivía una carga heterogénea de contaminantes directamente en el sistema.

La información sobre el impacto ambiental de los plaguicidas es escasa, y el conocimiento de los aportes de los cuerpos tributarios al tramo principal del lado argentino del Paraná es fragmentado. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la ocurrencia, concentración y destino de los insecticidas y el herbicida Glifosato en aguas superficiales y sedimentos del fondo de los principales afluentes y curso principal del Río Paraná-Paraguay. Se muestrearon 22 sitios en posiciones distales de los principales afluentes y principales cursos de agua del Paraná (unos 10 km aguas arriba de la desembocadura), en dos campañas de monitoreo (2010-2012).

Las muestras ambientales fueron analizadas de acuerdo con métodos estandarizados internacionales.

les donde veintitrés insecticidas y el herbicida Glifosato fueron medidos en cada una de ellas (aguas, material particulado en suspensión y sedimentos de fondo). Los resultados de ambas campañas indicaron una generalizada y variable distribución en las concentraciones detectadas en toda la cuenca. Los rangos de (total medido) concentraciones de insecticidas en aguas y sedimentos fueron, respectivamente, 0,004-6,62 $\mu\text{g/L}$ y 0,16-221,3 $\mu\text{g/kg}$ de peso seco. Donde Endosulfanes, Cipermetrina y Clorpirifós fueron compuestos ubicuos en ambos compartimentos ambientales y cuantitativamente los más relevantes, al punto de ser detectados en todas las muestras de aguas analizadas. Las concentraciones en aguas superaron los niveles recomendados para la protección de la biota acuática y la partición de insecticidas indicó una mayor afinidad por los sedimentos, siendo éstos su destino ambiental. El herbicida glifosato y su metabolito AMPA estaban principalmente presentes en los sedimentos de los afluentes del tramo medio y bajo, que ocurre en un promedio respectivo de 37 y 17% en muestras. La media de concentraciones medidas fueron 742 y 521 $\mu\text{g/kg}$, en promedio. La aparición de este herbicida y/o su metabolito se manifiesta desde la zona pampeana media hacia abajo, incrementando espacialmente las concentraciones llegando a sus máximos en el último punto de 3004 y 5374 $\mu\text{g/kg}$ respectivamente.

La actividad agrícola es la fuente de contaminación que aporta cargas de plaguicidas, transportadas por los afluentes que llegan al curso de agua principal y alteran la calidad del ecosistema acuático. Consecuentemente son necesarias la implementación de herramientas de gestión y monitoreo periódico de los cuerpos de aguas superficiales de la región destinados a aguas para consumo humano, así como la revisión de los niveles regulatorios, tanto del código alimentario argentino, como los propuestos por la Organización Mundial de la Salud, en pro de equipararlos a los propuestos por la Comunidad Europea para calidad de aguas destinadas a consumo humano.

Comportamiento de los antibióticos ionóforos en ambientes acuáticos en Argentina: distribución en cursos de agua de diferente escala y el papel de los humedales en la depuración de aguas naturales.

Tradicionalmente, la producción pecuaria se ha desarrollado en nuestro país de forma extensiva. En las dos últimas décadas, el avance territorial de la frontera agrícola por la expansión de los cultivos extensivos en la Región Pampeana ha llevado a que la ganadería y otras prácticas productivas de menor rentabilidad relativa, hayan cedido las me-

jores tierras, quedando su desarrollo relegado a superficies más reducidas y en campos de menor calidad de suelos. Ello ha significado la puesta en marcha de un proceso de relocalización y confinamiento de los animales. En lugar de alimentarse de los pastos naturales, semillas o granos, la nutrición de estos se basa en alimentos balanceados derivados de maíz, soja y otros suplementos especiales. Estos sistemas intensivos de producción animal surgieron hace más de 20 años y, hasta la fecha, todavía constituyen una fracción significativa del mercado, demandando grandes cantidades de alimento para aves y ganado, con dosis promedio de ionóforos que varían de 3 mg a 150 mg/kg de alimento, dependiendo de la sustancia activa y el animal objetivo. La región pampeana concentra más del 70% de la producción ganadera, y Buenos Aires y Entre Ríos constituyen la producción de ganado (34%) y aves de corral (50%) más alta del país. En el presente trabajo se estudió por primera vez tres fármacos anticoccidiales ionóforos: monensina (MON), lasalocid (LAS) y salinomicina (SAL) como contaminantes emergentes procedentes de la cría de animales en aguas superficiales ($n = 89$) en uno de las cuencas hidrológicas más extensas de América del Sur (cuenca del Plata). La fracción soluble de ionóforos se pretrató mediante extracción en fase sólida y se analizó por LC-MS/MS con un límite de detección de 1,7 ng/L. Un enfoque estadístico señaló la necesidad de informar los parámetros calculados por métodos basados en el número de observaciones y el porcentaje de censura sobre los métodos de sustitución para estimaciones más precisas de datos ambientales con un alto porcentaje de datos censurados a la izquierda. Los arroyos menores adyacentes a las instalaciones de cría intensiva, receptores de escorrentías directas de excretas de animales, o en emisiones de aguas residuales contenían concentraciones medias de MON y SAL aproximadamente 70 veces más altas que las encontradas en afluentes regionales y cursos principales de 5 subcuencas de las regiones pampeana y mesopotámica. La relevancia de estos antibióticos, ante la falta de datos previos para Latinoamérica, al compararse con otros contaminantes como plaguicidas, alcanzaron los mismos órdenes de magnitud en las concentraciones. La especificación química de estos compuestos en el agua superficial se caracterizó especialmente para MON y SAL, donde el pH y la demanda química de oxígeno (DQO) del cuerpo de agua natural correlacionaron con la concentración de la fracción soluble, evidenciando la importancia de la calidad de agua en el mecanismo de transporte de los xenobióticos. Las concentraciones en ríos abundantes como el

Gualeguay aportan una contribución de centenas de microgramos/segundo al humedal natural del delta del río Paraná, mientras que en el mismo se registró solo una muestra con un [MON] \leq el límite de cuantificación. Dado que los humedales poseen una capacidad de remoción limitada, estas contribuciones abundantes registradas indican fuertemente que se debe prestar atención al desarrollo

de directrices que incluyan criterios de calidad para evaluar el impacto de los antibióticos ionóforos en dichos ecosistemas y promover el cuidado y protección de estos sistemas de depuración naturales como son los humedales.

CONFERENCIA 3

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DE LAS LAGUNAS PAMPEANAS EN EL CONTEXTO DE UN ANÁLISIS LATITUDINAL DE SISTEMAS SOMEROS EN AMÉRICA DEL SUR. PROYECTO SOUTH AMERICAN LAKE GRADIENT ANALYSIS (SALGA)

Mazzeo, Néstor

Grupo de Investigación: Ecología y rehabilitación de sistemas acuáticos. Departamento de Ecología y Gestión Ambiental, CURE-Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Maldonado, Uruguay.

Los lagos poco profundos (someros) son ecosistemas con una amplia distribución a nivel global, en algunas regiones del planeta alcanzan una considerable densidad. En América del Sur se encuentran en zonas costeras, en vastas planicies de pastizales, en planicies de inundación, en zonas montañosas como los Andes, entre otros. Los lagos someros cuentan con un importante marco teórico sobre su estructura y funcionamiento generado en zonas templadas frías a principios de los años 1990. La Hipótesis de los Estados Alternativos (Scheffer et al., 1993) es un ejemplo de cambios de régimen con histéresis controlado por factores externos y cambios en la dinámica interna. Dentro de los factores externos, la carga de nutrientes y la temperatura constituyen dos controles claves. En este marco, en la presente conferencia se analiza un conjunto de lagos someros distribuidos en un amplio gradiente latitudinal (83), desde Natal (Brasil) hasta Tierra del Fuego (seleccionados de acuerdo a su tamaño y conductividad del agua), a

efectos de poder comparar aspectos estructurales y funcionales en función de gradientes asociados a propiedades físico-químicas (por ejemplo niveles de nutrientes y temperatura) y características biológicas (composición y abundancia del fitoplancton, zooplancton, peces y macrófitas acuáticas, entre las principales). En la conferencia se exponen los principales mensajes de un conjunto numeroso de publicaciones, una mini-revisión, que explora las principales similitudes y disimilitudes del conjunto de sistemas estudiados, profundizando en las interacciones entre la eutrofización y el calentamiento global y sus efectos. Finalmente, se destacarán las principales particularidades que presenta el conjunto de lagos someros estudiados en Argentina en el contexto latitudinal considerado.

Scheffer, M., Hosper, S. H., Meijer, M. L., Moss, B., and Jeppesen, E., 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 275–279.