

LA QUIMICA AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACION SOCIAL: GLIFOSATO EN ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS Y PROPUESTAS PARA SU PROHIBICIÓN

Mac Loughlin, Tomás M.(*)¹, de Castro, Ma. Cecilia¹, López Aca, Viviana¹, Orofino, Alejandra¹, Davidovich, Iván¹, Bernasconi, Constanza¹, Alonso, Lucas¹, Etchegoyen, Agustina¹, Peluso, Leticia¹, Marino, Damián J¹.

¹Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA), Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. damianm@quimica.unlp.edu.ar

RESUMEN

Desde el Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental (EMISA) y el CIMA (UNLP), hace tiempo se realizan mediciones de residuos de Glifosato y su metabolito ambiental (AMPA) en suelos urbanos de plazas, clubes, veredas y terrenos baldíos de distintos pueblos del interior del país. Las localidades donde se midieron dichos compuestos corresponden a las provincias de Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos. Los niveles de glifosato fueron hasta 20 veces superiores a los cuantificados en campos de cultivo. Los niveles de AMPA mostrarían un uso sostenido en el tiempo y que no constituye una práctica eventual. Considerando que el Glifosato está categorizado por la IARC como PROBABLE CARCINOGENICO PARA HUMANOS, los elevados y frecuentes niveles medidos en suelos urbanos y la consecuente exposición ambiental por parte de la población, es necesario que se promuevan acciones tendientes a erradicar el uso de agroquímicos en los espacios verdes urbanos y, en su lugar, se realice control mecánico de la vegetación. Existe legislación (municipal y provincial) sobre límites permitidos de aplicación de agroquímicos, a partir de las cuales se desprende que las aplicaciones en espacios urbanos de estos productos estarían restringidos, sin embargo, debería contemplarse explícitamente la prohibición de uso en espacios urbanos.

Palabras claves: Glifosato – Espacios Públicos – Legislación - Prohibición.

1. INTRODUCCIÓN

En la Argentina es posible visualizar una expansión de la frontera agrícola ligada a factores que la trascienden y que se implican mutuamente como el incremento en la demanda externa de determinados bienes de origen agropecuario – y consecuentemente los precios–, la vigencia de estos bienes como productos de especulación financiera y la alteración de los márgenes brutos entre actividades agrarias (Souza Casadinho, 2015). Argentina se ha convertido en el tercer país de América en mayor producción de transgénicos, siendo el cultivo de soja el más expandido: pasó de ser un cultivo casi inexistente en la década del 70 a ocupar cerca de la mitad del área sembrada en la actualidad (BCR, 2017). El incremento en la superficie está asociado al paquete tecnológico adoptado como modelo de producción,

basado en semillas transgénicas, siembra directa y utilización de plaguicidas, lo cual trajo consigo consecuencias ambientales, sociales y culturales (Pengue, 2000).

El plaguicida más utilizado a nivel mundial es el herbicida glifosato, cuyo uso agrícola global se multiplicó tras la adopción de los cultivos genéticamente modificados, siendo uno de los motivos más importantes de este incremento el desarrollo de especies resistentes (Nandula *et al.*, 2005). **El volumen total aplicado por los agricultores aumentó 15 veces desde 1995 al 2014, pasando de utilizarse 51 millones de kilogramos a 747 millones de kilogramos en el 2014. En tanto el uso global no agrícola se ha incrementado cinco veces desde la introducción de los cultivos transgénicos, pasando de 16 millones de kg en 1995 a 79 millones de kg en el 2014, representando además esta cantidad el 10% del total de glifosato utilizado (Benbrook, 2016).** En el análisis ambiental de plaguicidas de matrices sólidas (suelos y sedimentos), este compuesto representa entre el 80% y 90% de la carga másica de plaguicidas (Fabiano, 2014; Mac Loughlin *et al.*, 2017)

En la actualidad, se puede observar el **desarrollo de actividades agrícolas en áreas urbanas**. Esto ha conducido al desarrollo de fronteras permeables al paso de bienes, insumos y maquinarias de uso agrícola dentro del tejido urbano lo que lleva a una naturalización del uso de insumos agrícolas en la cotidianidad urbana, en lugar del empleo de productos formulados para el uso en la ciudad (línea jardín). Debido a esto, las exposiciones humanas en el hogar y los usos urbanos del glifosato requieren mayor atención. La mayoría de los productos basados en glifosato, vendidos para uso doméstico y urbano contienen concentraciones relativamente bajas de glifosato, por lo que el riesgo de experimentar una exposición tóxica aguda es mínimo. Sin embargo, no deben ignorarse los riesgos derivados de la **aplicación de productos de glifosato más concentrados y/o aplicaciones de productos "mezclados en casa", empleando como insumo el formulado para campo.**

Aunque con matices, en la actualidad se hace dificultoso ocultar el efecto de los plaguicidas en la salud, en particular, el del glifosato (Myers *et al.*, 2016). Diferentes estudios demuestran que este compuesto es nocivo para el organismo humano, ya que causa toxicidad en células humanas placentarias, actúa como un disruptor endocrino en la actividad de la aromatasa y puede alterar la estructura del ADN (Salazar López & Aldana Madrid, 2011). En función a las evidencias la **Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, dependiente de la OMS)**, luego de una serie de estudios con expertos de distintos países, incorporó al glifosato a la **lista 2A, de principios activos que se clasifican como probables carcinógenos para los seres humanos (IARC, 2015).**

Todos estos antecedentes originan una **continua preocupación en la población**, determinando acciones colectivas o individuales de reclamo, generándose conflictos socioambientales expresados a través de disputas que enfrentan a diversos actores sociales ante las amenazas que vulneran la calidad de vida de las personas.

El objetivo de este estudio fue realizar mediciones de glifosato y su metabolito ambiental AMPA en los espacios públicos de pueblos de Argentina, que tengan como principal actividad económica la agricultura, y comparar los valores obtenidos con los de los campos de cultivo de la zona. Este trabajo fue realizado de manera interdisciplinaria y colectiva, participando del mismo los vecinos y el personal del municipio de los pueblos en conflicto; profesionales y estudiantes del EMISA de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP); de la Facultad de Medicina y de la Facultad de Humanidades (UNC) y de la Facultad de Medicina (UNR).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Metodología de muestreo

Se estudiaron 2 localidades de Córdoba (CBA), 2 de Santa Fe (SFE) y 2 de Entre Ríos (EERR), todas inmersas en zonas donde domina el modelo de producción agrícola actual, de base química. Los escenarios de estos pueblos coinciden con la descripción del panorama actual del país, tanto en referencia al tipo de actividad productiva, como a la convivencia de los plaguicidas en la vida diaria. Se recolectaron muestras de suelo en espacios públicos (plazas, veredas, clubes) de los pueblos estudiados y de los campos lindantes a ellos. Las mismas fueron integradas en el espacio y de la zona sub-superficial, removiendo previamente la vegetación de la superficie. La extracción, almacenamiento, conservación y traslado de las muestras se efectuaron siguiendo técnicas estandarizadas y en coordinación con miembros de la localidad y el municipio.

2.2 Análisis químico

Para la determinación de glifosato y su metabolito ambiental, el ácido aminometilfosfónico-AMPA, se utilizaron **7 gramos de suelo**, y se realizó un sobre agregado de 20 µl de una solución 1 µg/ml de **glifosato marcado isotópicamente** (1,2-¹³C, ¹⁵N) para determinar el efecto matriz y recuperación. Las muestras fueron extraídas con **15 ml de buffer** de extracción **0.1 M de KH₂PO₄** (Lupi *et al.*, 2015). Posteriormente, las mismas fueron **sonicadas por 30 minutos** y luego centrifugadas. Una alícuota de 1 ml del sobrenadante fue **derivatizada** con 1 ml de una solución 1 mg/ml de 9-fluorenilmetil cloroformiato (FMOC-Cl) en acetonitrilo. En paralelo a la extracción de las muestras se preparó una curva de calibración en el rango de 5-250 µg/g de glifosato y AMPA para compensar la degradación

del FMOC-Cl. A cada punto de la curva se agregó una cantidad equivalente de glifosato isotópicamente marcado. Las muestras y la curva de calibración se dejaron en oscuridad durante 8 horas. Pasado ese tiempo, se agregó 3 ml de diclorometano agitándose manualmente para remover posibles subproductos de derivatización e interferencias propias de la matriz. La fracción acuosa se pasó por un **filtro de nylon de 0.45 µm** y se guardó en un vial cromatográfico para su **análisis por LC-MS**.

El peso seco de las muestras de suelo se determinó por gravimetría en balanza analítica (precisión $\pm 0,1$ mg) hasta peso continuo a 105°C.

2.3 Análisis instrumental

Para la cuantificación se empleó un **cromatógrafo líquido de alta eficacia (HPLC)** marca Agilent, modelo 1100, con fuente de ionización ESI operando en modo negativo, acoplado a un espectrómetro de masas de cuadrupolo simple, marca Agilent modelo VL. La separación cromatográfica se realizó con una columna C₁₈ X-SELECT™ (75 mm × 4.6 mm y 3mm de tamaño de poro) de Waters Corp., Milford, MA, USA, mantenida a 25 ± 1 °C; con un gradiente de metanol-agua 5 mM NH₄Ac.

En el caso de la detección se utilizaron al menos dos iones para cada molécula estudiada, uno para cuantificación (el de mayor abundancia) y otro para confirmación (el de menor abundancia), posteriormente se utilizó el cociente de áreas de cada uno de ellos en comparación al estándar para aplicar como criterio de identidad (Furlong *et al.*, 2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Figura 1** se muestran los resultados que se han obtenido y se expresan como la suma de las respectivas concentraciones promedio de glifosato y AMPA, diferenciándose entre espacios urbanos y rurales.

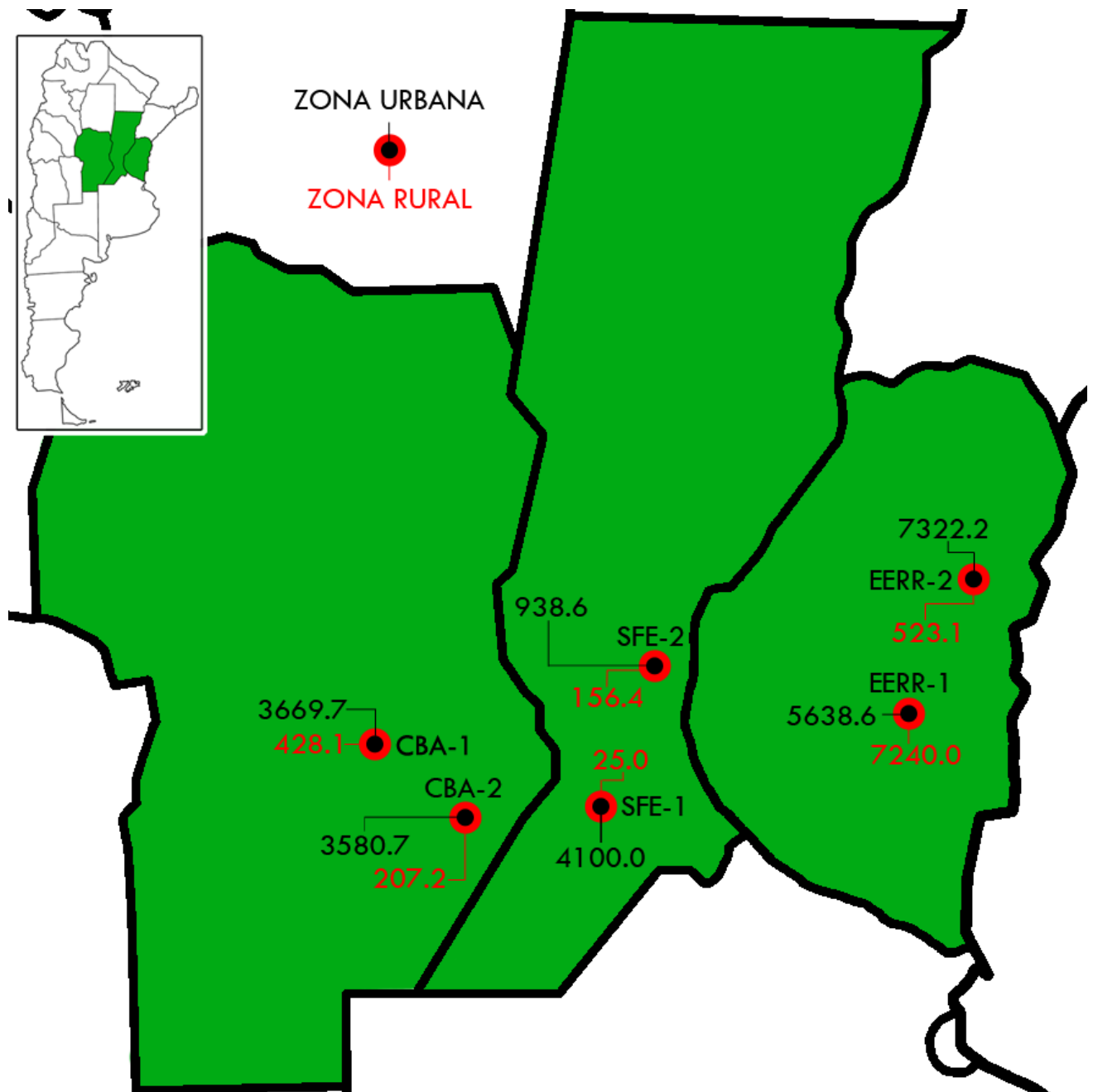


Figura 1. Suma de concentraciones promedio de glifosato y AMPA en los distintos lugares estudiados, expresadas en µg/kg peso seco.

En la **tabla 1** se presentan el número de muestras y la relación que se encontró entre las concentraciones en la zona urbana y la zona rural.

Tabla 1. Zona de estudios, número de muestras y relación de concentraciones entre las concentraciones en zona urbana y zona rural.

LUGAR	ZONA	NÚMERO DE MUESTRAS	RELACIÓN URBANO/RURAL
CBA-1	URBANA	4	9
	RURAL	3	
CBA-2	URBANA	3	17
	RURAL	1	
SFE-1	URBANA	3	164
	RURAL	2	
SFE-2	URBANA	7	6
	RURAL	4	
EERR-1	URBANA	5	0.8
	RURAL	3	
EERR-2	URBANA	6	14
	RURAL	2	

Dado que el glifosato es un insumo de uso agrícola, es de esperarse que la relación urbana/rural sea menor a 1, por varios órdenes de magnitud. Sin embargo, en los casos analizados no se cumple. Con excepción de EERR-1, en los otros 5 sitios estudiados la cantidad de glifosato y AMPA en la zona urbana supera desde 6 hasta 164 veces las encontradas en las zonas rurales circundantes.

Que la relación urbana/rural para EERR-1 sea aproximadamente 1 implica que las concentraciones encontradas en la zona urbana son del mismo orden que las de la zona rural.

La plaza central en los pueblos cumple la función de punto de encuentro y de interacción social, así como de recreación. Uno de los resultados más relevantes fue la presencia de glifosato y AMPA en las plazas principales de todos los sitios de muestreo. Se genera así una instancia innecesaria de potencial exposición para la población.

También se encontraron altos niveles de este herbicida en zonas próximas a lugares de expendio de plaguicidas-agroinsumos o galpones de maquinaria que se encontraban dentro del ejido urbano.

4. CONCLUSIÓN

Los sitios más impactados corresponden a suelos de áreas urbanas (plazas, baldíos, veredas de galpones y expendedoras de agroquímicos), siendo los niveles hasta más de 100 veces que los encontrados en suelos donde se realizan prácticas

agropecuarias y se aplican para ello glifosato. Los niveles de AMPA muestran que el uso del herbicida es sostenido en el tiempo y que no constituye una práctica eventual.

El relevamiento ambiental realizado en el presente trabajo pretende aportar conocimientos que incluya las voces de los actores involucrados en pos de generar herramientas de intervención que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de la población.

Un claro ejemplo de esto se ve reflejado en una de las localidades estudiadas de Córdoba, donde los resultados contribuyeron para la elaboración de la ordenanza que regula las distancias de aplicación de agroquímicos en las zonas rurales respecto a la zona urbana. A raíz de la gran preocupación con respecto a este tema, surge la necesidad de solicitar e **implementar ordenanzas municipales, leyes provinciales y nacionales que prohíban específicamente el uso de glifosato y la venta fraccionada de formulados agrícolas para uso en espacios públicos urbanos**, ya que las reglamentaciones vigentes, en caso de existir, respecto a la regulación de distancias de fumigaciones, pueden resultar ambiguas en esta instancia. Al mismo tiempo que es necesario un **ordenamiento territorial para que los lugares de acopio de maquinaria e insumos agrícolas se ubiquen fuera del ejido urbano**.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BCR, Bolsa de comercio de Rosario (2017).
<http://www.bcr.com.ar/Pages/GEA/default.aspx>.
- Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe Bridging Science and Regulation at the Regional and European Level*. 2016 28:3.
- Fabiano, M. I. (2014). Estudio de niveles de plaguicidas en suelos de la Región Pampeana, Tesis de Grado. Biblioteca de la Facultad de Cs. Exactas, UNLP.
- Furlong, E.T., Anderson, B.D., Werner, S. L., Soliven, P.P., Coffey, L.J. & Burkhardt, M.R. (2001). Determination of Pesticides in Water by Graphitized Carbon-Based Solid-Phase Extraction and High-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry. *Methods of Analysis by the U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory*.
- IARC (2015). Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides, WHO.
- Lupi, L., Miglioranza, K. S. B., Aparicio, V. C., Marino, D., Bedmar, F., & Wunderlin, D. A. (2015). Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of the Total Environment*, 536, 687–694.
- Mac Loughlin, T. M., Peluso, L., & Marino, D. J. G. (2017). Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata. *Science of the Total Environment*, 598, 572–580. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.116>
- Myers, J. P., Antoniou, M. N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L.G., Hansen, M., Landrigan, P.J., Lanphear, B. P., Mesnage, R., Vandenberg, L. N., vom Saal, F. S., Welshons W. V., Benbrook, C. M. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*. 15:19.
- Nandula, V.K., Reddy, K.N., Duke S.O., & Poston, D.H., (2005). Glyphosate-resistant weeds: Outlooks on Pest Management. *Saffron Walden* 16.4 (Aug 2005): 183-187.
- Pengue, W.A. (2000). *Cultivos Transgénicos, ¿Hacia dónde vamos?* Buenos Aires. Lugar Editorial, UNESCO. 190p.
- Salazar López, N. J., & Aldana Madrid, M. L. (2011). Herbicida Glifosato: usos, toxicidad y regulación. *BIOTecnia / XIII* (2): 23-28.
- Souza Casadinho, J. (2015). Fases en el proceso histórico de utilización y percepción de los efectos socioambientales derivado de la utilización de plaguicidas. De la invisibilización a las disputas en los territorios en conflicto. Cátedra de Extensión y Sociología Rurales FAUBA. Coordinador Regional de la Red de Acción en plaguicidas sus Alternativas de América Latina. RAPAL.