

# Plaguicidas en ambientes rurales argentinos\*

Virginia Aparicio <sup>1 2</sup>

## Introducción

La República Argentina posee un gran predominio de climas templados en los cuales ha sido posible el desarrollo de suelos muy aptos para la producción agropecuaria. Si bien el trabajo del hombre tiene relevancia en la producción, la combinación clima-suelo es lo que nos da la posibilidad de ser buenos productores de granos y fibras.

Los ingenieros agrónomos trabajamos fundamentalmente con dos recursos naturales muy importantes, uno de ellos es el suelo. Según la FAO, el cuidado del planeta comienza en el cuidado del suelo y esa institución señala que los suelos saludables son una clave importante para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos, lograr seguridad alimentaria, preservar la biodiversidad, proveer de agua limpia, mejorar la nutrición y reducir la migración forzada de personas. La migración forzada de personas se refiere al desplazamiento de campesinos y pequeños productores hacia centros poblados debido a la concentración de la tierra.

El otro recurso con el cual trabajamos es el agua. Del total de las extracciones de agua, el 70% es de uso agropecuario. Entonces, en la producción de granos y fibras estamos hablando de dos recursos importantes que son el suelo y el agua. Por otro lado, a partir de 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas establece que el agua es un derecho humano y el artículo 41 de nuestra Constitución Nacional, dice que todos tenemos el derecho de gozar de un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas se puedan desarrollar sin comprometer a las generaciones futuras. Con igual ánimo, la encíclica Laudato Si, del Papa Francisco señala que los seres humanos que destruyen la biodiversidad de la creación divina, degraden la integridad de la tierra o contaminan el agua y el aire, son pecadores.

## ¿Cómo es nuestro sistema productivo nacional?

En el mundo, apenas el 10% de la superficie cultivable está bajo agricultura de conservación, y de ese porcentaje, 75% se lo reparten entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Cuando hablamos de Agricultura de Conservación, nos referimos a siembra directa sin emplear ninguna herramienta que remueva el suelo. En el sistema de siembra directa, la posibilidad más simple de desmalezar los cultivos es aplicar plaguicidas. En 2013, en Argentina, del total de plaguicidas comercializado el 87 % corresponde a los herbicidas (65 % del mismo corresponde a glifosato). Con datos de FAO, estimamos que Argentina usa 5.5 kilos de ingrediente activo (i.a.) por hectárea mientras que países como

---

\*Exposición organizada por el Programa de Investigación de la Producción y Comercio de Granos (PROINGRA) en el marco de las Jornadas de Economía y Gestión 2019 en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires, Sede Avellaneda, jueves 3 de octubre de 2019. Desgrabación a cargo de Joaquín Claros, Becario PROPAL y revisada por la Dra. Aparicio.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Balcarce

Estados Unidos Francia e Italia, por nombrar algunos, apenas superan 1 kilo i.a. por hectárea.

Nuestro país emplea una amplia carga de herbicidas, fundamentalmente asociado a una elevada superficie bajo siembra directa y al empleo de materiales genéticamente modificados tolerantes a herbicidas, en aproximadamente 23 millones de hectáreas. La superficie global de cultivos transgénicos aumentó 110 veces en los últimos 21 años.

Debido a todo este tipo de información, en el año 2009 se creó una Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos, por decreto presidencial 21/2009 que se conoce comúnmente como informe CONICET. La conclusión más importante que se señaló es que no sabemos las concentraciones ambientales de los plaguicidas. Si bien había grupos de investigación que venían logrando algunos resultados, *“No se cuenta con datos de concentraciones de glifosato y productos de degradación en compartimientos ambientales”*. Y, teniendo en cuenta la intensificación del uso del producto debemos: *“controlar sistemáticamente las concentraciones de glifosato en el ambiente y evaluar, a largo plazo los efectos de este herbicida sobre especies vegetales y animales”* (CONICET, 2009 , págs. 118-119). Para el mismo momento, el investigador Andrés Carrasco logró publicar los efectos teratogénicos del glifosato en modelos de animales de sangre caliente, analizando las malformaciones que pueden producir en embriones el estar en contacto con este agro toxico (Carrasco, Paganelli, Gnazzo, Acosta, & López, 2010).

En bibliografía internacional (Krüger et al., 2014) se presenta una comparación de la concentración de glifosato en la orina de humanos con alimentación convencional y predominantemente orgánica y en seres humanos sanos y crónicamente enfermos, resultando en todos los casos la presencia de trazas de esta molécula en la orina de esas personas. La información científica rigurosamente controlada, fue revisada por la agencia internacional para la investigación del cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC). En 2015 la IARC propuso ubicar al glifosato en el grupo de los compuestos probablemente carcinogénicos para el ser humano (IARC, 2015). *“La evaluación de la IARC es una revisión de toda la literatura científica publicada, realizada por los mejores expertos mundiales en el tema que, además, no tienen ningún conflicto de intereses que pudieran influir en su evaluación (Dr. Kurt Straif)”*.

De los plaguicidas que nosotros usamos mayoritariamente, los tres más importantes que aparecen en este informe son el glifosato que corresponde al grupo de probablemente carcinogénico para el ser humano, el 2,4-D clasificado como posiblemente carcinogénico para el ser humano y la atrazina que no es carcinogénica aunque está probada su responsabilidad como disruptor endocrino. La IARC fue muy cuestionada por sus idas y venidas en las modificaciones en este tipo de listas. Por eso, en el trabajo de” IARC Monographs: 40 years of evaluating carcinogenic hazards to human”, un grupo de investigadores dice que *“Las monografías de la IARC han hecho, y siguen haciendo, las principales contribuciones a los cimientos científicos para las acciones de mejora de la salud pública.”*(Pearce et al., 2015: 508).

El debate y la crítica facilitan la autocorrección y comprobación de la validez de la ciencia. Sin embargo, las críticas expresadas por una minoría con respecto a las evaluaciones de algunos agentes ‘plaguicidas’, pueden promover el menosprecio de un proceso que ha servido a la salud pública durante muchas décadas, por razones que no son compatibles con los datos científicos disponibles (Idem. pag 513).

Por otro lado, en el trabajo “Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement” llegan a la conclusión de que: *“Las estimaciones reguladoras de ingestas diarias tolerables para el glifosato, en los Estados Unidos y la Unión Europea, se basan en ciencia obsoleta”* (Peterson Myers et al., 2016: 10)

Entre las externalidades del sistema productivo de granos y fibras argentino, se pueden citar por ejemplo el trabajo “Survey of glyphosate residues in honey, Corn and Soy products”(Rubio, Guo & Kamp, 2014), en el que un grupo de investigadores de Estados Unidos va al supermercado y compra mieles distintas y las clasifica por su origen. Ellos muestran que distintas mieles que tienen procedencia argentina superan el umbral de glifosato en miel permitido ( $50 \mu\text{g kg}^{-1}$ ). Entonces, una producción como la apícola, que no tiene que ver con la aplicación de agrotóxicos, está siendo perjudicada por la producción agropecuaria. También se halló glifosato en algodón, gasas, hisopos, elementos de higiene femenina, etc<sup>3</sup>.

Finalmente, en nuestro país, en 2018, se realizó un informe del SENASA donde se reportó la presencia de 80 plaguicidas en frutas y verduras, que en algunos casos están prohibidos y en otros casos no están autorizados para ser usados en una determinada producción fruti-hortícola. En los controles realizados, se detectaron muchísimos casos en los que los valores están por encima de los Límites Máximos de Residuos (LMR), que representan la mayor cantidad de restos de plaguicidas presentes en los alimentos que el SENASA considera que son inocuos. SENASA admitió que la “evaluación de sinergia o efectos acumulativos de residuos no es formalmente realizada”<sup>4</sup>.

En 2019 la empresa Nestlé reforzó pruebas de glifosato para granos de café porque sabe que el café, aunque no es una planta transgénica, está teniendo concentraciones que pueden llegar a superar el umbral crítico de glifosato<sup>5</sup>. Entonces, antes de comprar a los países productores de grano de café, quiere analizarlos. El hecho de que el café pueda tener glifosato explicaría que, por ejemplo, en las muestras de orina aparezca este plaguicida.

El libro “Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente” (Aparicio et al., 2015) tiene información sobre los distintos procesos que tienen lugar entre el plaguicida y el suelo en Argentina. Esta publicación se concretó después de reuniones en distintos centros regionales del INTA y con la opinión de muchos profesionales de las ciencias socioeconómicas con los que trabajamos. Del taller “Plaguicidas en el ambiente” realizado en el 2016 en la Estación Experimental de INTA Balcarce y financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, se propuso la elaboración de una publicación en la que se presentaba información respecto de “Presencia de plaguicidas, biodiversidad y toxicología, Salud humana; legislación y aprobación de plaguicidas en Argentina; Manejo agronómico, manejo agroecológico y biorremediación.” El libro, puesto a disposición de la población en la página institucional con el título de “Plaguicidas en el

<sup>3</sup> <https://www.infobae.com/2015/10/20/1763672-hallaron-glifosato-algodon-gasas-hisopos-toallitas-y-tampones-la-plata/>

<sup>4</sup> <https://www.infobae.com/sociedad/2018/07/30/que-comemos-los-argentinos-los-increibles-resultados-de-los-controles-del-senasa-sobre-frutas-y-verduras/>

<sup>5</sup> <https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-nestle-refuerza-pruebas-de-glifosato-para-granos-de-cafe.phtml>

Ambiente'' (Aparicio, Gonzalo Mayoral & Costa, 2017) estuvo censurado alrededor de 15 días hasta que logramos modificar esa situación.

### ¿Qué sabemos sobre estas moléculas en el ambiente?

La información generada en el país fue suficiente para entender que la molécula de glifosato se disipa en el ambiente por varios mecanismos alejándose inclusive del sitio en que fue necesario su uso. En la figura 1 se puede observar las vías de disipación ambiental de glifosato y AMPA (producto de degradación del glifosato), luego de una aplicación. Se han reportado concentraciones de glifosato y AMPA en diferentes matrices, por ej.

- Suelo: de 1.000 a 10.000  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (Okada et al., 2018; Primost et al., 2017; Lupi et al., 2017; Aparicio et al., 2013 y otros)
- Material erosionado por viento: de 100 a 1.000  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (Aparicio et al., 2018a; Méndez et al., 2017)
- Agua subterránea: de 1 a 10  $\mu\text{g L}^{-1}$  (van Bruggen et al., 2018; Caprile et al., 2017 y otros),
- Agua superficial: de 1 a 10  $\mu\text{g L}^{-1}$  (van Bruggen et al., 2018; Mc Loughlin et al., 2017; Pérez et al., 2017; Peruzzo et al., 2008; Aparicio et al., 2013 y otros),
- Agua de lluvia: de 0,1 a 1  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Alonso et al., 2018; Lupi, 2017)
- Granos, fibras y alimentos: de 1.000 a 100.000  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (Székács et al., 2012; Curha 2015; Copley, 2016; Berg et al., 2018; Rubio et al., 2014; SENASA 2018, etc)

La información generada en muestras de suelo de diferentes sub-cuencas de Argentina (n=376) por el Proyecto Nacional de INTA (PN SUELO 1134044) nos permitió identificar que las concentraciones promedio y máximas respectivamente, fueron:

- 1.- AMPA (0,451  $\text{mg kg}^{-1}$  y 7,355  $\text{mg kg}^{-1}$ ) y
- 2.- glifosato (0,138  $\text{mg kg}^{-1}$  y 4,273  $\text{mg kg}^{-1}$ ).

En general, los resultados obtenidos en Argentina superan el valor de 0.1  $\text{mg kg}^{-1}$  reportado por Neuwirthová et al., (2019) como umbral de concentración en suelo para no incidir en la cadena trófica.

Por otra parte, existen antecedentes de la interacción de algunos plaguicidas con macronutrientes de uso masivo en la producción agropecuaria. El ejemplo probablemente más estudiado es la relación glifosato – fosforo y se documentó que la fertilización con fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) aumenta la re-movilización del glifosato de las matrices del suelo, que luego se vuelve más disponible para la absorción por raíz (Bott et al., 2011; Beltrano et al., 2013).



Figura 1. Disipación de glifosato y AMPA desde una aplicación agronómicamente controlada.  
Fuente: Dr. José Luis Costa, Investigador retirado de INTA en 2018 (presentación académica).

En la revisión de “Environmental and health effects of herbicide Glyphosate” (Van Bruggen et al., 2018), se analizó la ocurrencia y concentración de glifosato en agua superficial y subterránea, en el que se reporta que el glifosato se queda mayormente en el material particulado, en los sedimentos y en el suelo más que en el agua superficial. En la Argentina estamos utilizando casi en todo momento del año este herbicida y no dejamos lugar a que el suelo lo pueda degradar ya que no tiene descanso. Si volvemos a aplicar antes de que se degrade estamos acumulando glifosato en el suelo. Se estimó un incremento de 1 mg de glifosato / Kg de suelo cada 5 eventos de pulverización (Primost et al., 2017). Por otra parte, en ensayos de larga duración de INTA también se pudo observar que en los dos primeros centímetros hay mayor cantidad de glifosato y de su principal producto de degradación que es el AMPA. Esto es importante porque si se acumula mucho arriba después cuando hay viento o se producen lluvias erosivas, se movilizan las partículas de suelo más enriquecidas con estas moléculas.

En parcelas permanentes de erosión eólica para medir cuánto suelo se vuela, evaluamos la concentración de glifosato y AMPA en función de la altura y vemos que a medida que aumenta la altura aumenta la concentración de glifosato porque se queda “pegado” más fácil en las partículas más pequeñas que son más livianas y van a volar más alto (Aparicio et al., 2018a). El problema de esto es que lo podemos respirar. Las partículas de menos de 10 micras no las filtra nuestro sistema respiratorio, esas pasan a nuestro torrente sanguíneo. En el agua de lluvia también lo ingerimos. Argentina aplica alrededor de 5.5 kg i.a. por hectárea de herbicidas y “nos llueven” casi 90 gramos,

mientras que en Estados Unidos aplican alrededor de 2 kg i.a. por hectárea y “les llueve” 0,82 gramos, 100 veces menos (Lupi et al., 2019).

Estudiando la deriva secundaria, unos colegas tomaron muestras en el centro de diferentes ciudades cercanas a situaciones productivas distintas y vieron un gradiente de concentración de este a oeste con mayor concentración en el oeste. Glifosato y Atrazina se detectaron en más del 80% de las muestras de lluvia y AMPA se detectó en el 34% de las muestras (Alonso et al., 2018). Es decir, que no estamos a salvo de recibir cualquiera de estas moléculas, aunque estemos lejos del sistema productivo porque son fenómenos de movimientos de masas de aire globales.

Sabemos que el agua es un bien escaso en muchos lugares. En el caso de la Argentina en la provincia de Santiago del Estero se toma agua de distintas fuentes. Se utiliza agua de aljibe que es agua lluvia que cae en los techos y se acumula en depósitos conocidos como aljibes, agua de pozo y agua de represas. Nosotros evaluamos la presencia y concentración de plaguicidas en las muestras de agua de consumo de la población y observamos una abundante mezcla de plaguicidas en esa matriz ambiental. Argentina no tiene regulada la concentración máxima de los plaguicidas de uso actual que pueden estar presentes en el agua. En el código alimentario nacional existe un listado de agroquímicos de los cuales solamente estamos usando el 2,4-D, se miden muchos otros plaguicidas pero que son muy viejos y que ya no se utilizan. Inclusive algunos ya están prohibidos; tenemos pendiente incorporar en esa normativa los plaguicidas de uso actual. En la Provincia de Santiago del Estero encontramos que, en un vaso de agua de los aljibes podría haber entre 8 y 15 moléculas. En el mundo existe preocupación por estudiar el efecto de mezclas de plaguicidas ingeridas por el hombre. La presencia de plaguicidas en aguas superficiales nos condujo a investigar qué vegetación puede filtrar, impedir o retardar la posibilidad de que ingresen las moléculas a los arroyos y ríos; vimos que cuando hay vegetación herbácea se produce un retardo de la llegada de los plaguicidas al curso de agua. Esto nos permitiría recomendar empastar los bordes de los Arroyos para retardar el ingreso de plaguicidas al cuerpo de agua, pero no se “desperdicia” superficie productiva.

La lixiviación de plaguicidas en el suelo es el movimiento vertical a través de los poros del suelo hasta el agua subterránea. En la Provincia de Córdoba trabajamos con un grupo de la universidad de Río Cuarto en el trabajo “Hydrogeological features influencing spatial distribution of glyphosate and AMPA in groundwater and surface water in an agroecosystem” (Lutri et al., 2019). La ubicación donde se elaboró fue en Piedemonte de las montañas de Las Peñas y un área llana extendida. Allí la agricultura es la actividad principal, con soja, maíz, trigo, maní y alfalfa en orden de importancia, sin labranza y uso intensivo de agroquímicos. Este grupo de investigación hizo una encuesta donde preguntó cuánto se usaba de glifosato y en qué cultivos. Las dosis reportadas son de 1.8 a 3.0 L / ha (líquido) o 1,5 a 1,8 kg / ha (sólido) y se observó que:

- El calendario agronómico comprende principalmente cultivos de verano, como la soja y el maíz (ambos transgénicos, cultivos RR),
- Siembra, entre octubre y diciembre, con la aplicación posterior de glifosato emergente durante noviembre-diciembre y enero en la mayoría de los establecimientos encuestados,

- Cosecha, en marzo / abril y mayo, de acuerdo con parámetros climáticos como las precipitaciones y las temperaturas, así como el manejo agronómico particular en cada granja,
- La gran mayoría de los agricultores aplican glifosato de abril a agosto durante el barbecho. Existen pequeñas diferencias temporales para la aplicación entre granjas, por lo tanto, a escala regional, casi siempre, se puede encontrar un campo bajo pulverización, ya sea para la aplicación a cultivos o en la temporada de barbecho.

Entonces no hay casi ni un mes en que el suelo no esté recibiendo algo de glifosato, se usa casi todo el tiempo. Por lo tanto, el suelo no tiene descanso y no lo puede degradar. Entonces se analizan las aguas y se detectan glifosato en el 66% aguas superficiales (rango de 0.2 a 167.4 µg / L) y en el 15.8% de las aguas subterráneas (rango de 1.3 a 2 µg / L). También se detectó AMPA en el 33% de las aguas superficiales y 15.8% de las aguas subterráneas.

En Brookes et al. (2017) se preguntó ¿Qué pasaría si las restricciones en el uso de glifosato provocaran que el mundo dejara de plantar cultivos genéticamente modificados tolerantes a herbicidas (GM HT)? Los autores enuncian que:

- Habría emisiones de carbono adicionales derivadas del aumento en el uso de combustible y la disminución del secuestro de carbono en el suelo, equivalente al de agregar 11.77 millones de autos a las carreteras,

- Habría una pérdida anual de ganancias de ingresos agrícolas globales de \$ 6.76 mil millones y niveles más bajos de producción global.

Sin embargo, en el trabajo “Distribución profunda de glifosato y materia orgánica después de 5 años de transición agroecológica en comparación con la agricultura industrial”(Aparicio et al., 2018b), hemos evaluado qué pasa después de 5 años de un manejo de sistema productivo tradicional en comparación con uno alternativo con menor consumo de plaguicidas y vimos que podríamos mejorar sustancialmente el nivel de carbono, mejorar la condición de compactación del suelo ya que la densidad aparente sería menor, reducir la concentración de glifosato y AMPA porque le doy tiempo al suelo a que lo degradé. Por otro lado, si bien las productividades pueden ser menores, como los productores no tienen tanto costo de agroquímicos en general (porque consumen menos), sus márgenes son mayores que el modelo tradicional donde se gasta muchísimo en insumos químicos.

En un trabajo de Francia (Lechenet et al., 2017) se señaló que el uso total de plaguicidas podría reducirse en un 42% en el 60% de sus granjas sin ningún efecto negativo sobre la productividad y la rentabilidad. Tengamos en cuenta que en Francia se utiliza poco más de un kilo de herbicida por hectárea y de todas maneras estiman que se podría bajar el consumo. En Argentina se consumen más de 5 kilogramos de herbicidas por hectárea. Los resultados demuestran que la reducción de plaguicidas es accesible para los agricultores en la mayoría de las situaciones de producción. Pero esto implicaría cambios profundos en la organización del mercado y la balanza comercial. No es un impedimento agronómico trabajar con menos plaguicidas en el campo, pero hay que entender que algunas cosas se deben modificar respecto de cómo se maneja el sistema productivo.

## Conclusiones

Sabemos que el Clima y el Suelo son recursos claves que nos hacen un país muy apto para la producción de materia prima y fibras. El concepto de eficiencia, que ampliamente utilizamos cuando nos referimos a uso de nutrientes, agua o radiación, en general no es tenido en cuenta para los plaguicidas que son moléculas sintéticas masivamente utilizadas en Argentina. Hemos visto que Argentina es uno de los países menos eficientes en la conversión de Toneladas de Grano por Kg i. a. herbicida empleado porque estamos produciendo menos de 1 tonelada. Debemos reducir la carga de plaguicidas aplicados en el ambiente y contemplar la diversificación de la producción. También debemos profesionalizar la actividad agropecuaria con una visión amplia, integrando la parte ambiental, social y productiva (espíritu crítico - constructivo y compromiso social, siendo actores fundamentales en la práctica de producciones sustentables).

### Agradecimientos:

Agradezco a INTA, Institución del Estado Nacional al servicio del pueblo argentino y a sus autoridades.

Agradezco a mi mentor y mayor aliado, el **Dr. José Luis Costa** y a mis compañeros de trabajo de INTA: Dr. Eduardo De Gerónimo, Ing. Agr Claudia Vidal, Ing. Agr Rosa Holzmann, Ing. Agr Rocio Portocarrero, Lic. Keren Hernandez Guijarro, Ing. Agr Laura Mas, Ing. Agr Ana Clara Caprile, Ing. Agr Tania Montoya, Ing. Luciana Herber, Ing. Agr Lía Oyesqui, Ing. Agr. Maria Florencia Roldan, Lic. Mónica Boccolini, Ing. Agr. Cristian Cazorla, Dra. Valeria Faggioli, Ing. Agr. Martin Zamora, Ing. Agr. Agustin Barbera, Dr. Gustavo Giaccio, Dra. Cecilia Aranguren, Dra. Elena Okada, Sra. Natalia Gulle, Sres. Luis Alonso y Agustin Mosca y de la vida: Dr. Damián Marino, Dr. Mauricio Castro Franco, Ing. Agr. Marisa Domenech, Dra. Débora Perez, Ing. Yenith Bonilla.

### Bibliografía:

- Alonso, Lucas; Demetrio, Pablo; Etchegoyen, M; Marino, Damián. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *The Science of the total environment*. 645. 89-96. 10.1016/j.scitotenv.2018.07.134.
- Aparicio, Virginia; De Gerónimo, Eduardo; Marino, Damian; Primost, Jezabel; Carriquiriborde, Pedro ; Costa, Jose L. (2013). Environmental fate of glyphosate and aminomethyl phosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere*.93:1866-1873.
- Aparicio, Virginia; De Gerónimo, Eduardo; Hernández Guijarro, Keren; Pérez, Débora; Portocarrero, Rocío; Vidal, Claudia (2015) “Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente”, 1a ed. Balcarce, Buenos Aires; Famaillá, Tucumán; Reconquista, Santa Fe. Ediciones INTA.
- Aparicio, Virginia; Gonzalo Mayoral, Eliana S.; Costa, Jose Luis (2017) “Plaguicidas en el ambiente”, 1a ed. - Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Aparicio, Virginia; Aimar, Silvia; De Gerónimo, Eduardo; Mendez, Mariano J.; Costa, Jose L. (2018a). Glyphosate and AMPA concentrations in wind-blown material



under field conditions. LDD 29 (5)1317-1326

- Aparicio, Virginia; Zamora, Martin; Barbera, Agustin; Castro Franco, Mauricio; Domenech, Marisa; De Gerónimo, Eduardo; Costa, José. (2018b). Industrial agriculture and agroecological transition systems: A comparative analysis of productivity results, organic matter and glyphosate in soil. *Agricultural Systems*. 167. 103-112. 10.1016/j.agsy.2018.09.005.
- Beltrano, Jose; Ruscitti, M; Arango, M.C; Ronco, M. (2013). Effects of arbuscular mycorrhiza inoculation on plant growth, biological and physiological parameters and mineral nutrition in pepper grown under different salinity and P levels. *Journal of soil science and plant nutrition*. 13. 0-0. 10.4067/S0718-95162013005000012.
- Berg CJ; King HP; Delenstarr G; Kumar R; Rubio F; Glaze T (2018) Glyphosate residue concentrations in honey attributed through geospatial analysis to proximity of large-scale agriculture and transfer off-site by bees. *PLoS ONE* 13(7): e0198876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198876>
- Bott, Sebastian; Tesfamariam, Tsehay; Kania, Angelika; Eman, Birceyudum; Aslan, Nergiz; Römheld, Volker; Neumann, Günter. (2011). Phytotoxicity of glyphosate soil residues re-mobilised by phosphate fertilisation. *Plant and Soil*. 342. 249-263. 10.1007/s11104-010-0689-3.
- Brookes, Graham; Taheripour, Farzad; Tyner, Wallace. (2017). The Contribution of Glyphosate to Agriculture and Potential Impact of Restrictions on Use at the Global Level. *GM Crops & Food*. 8. 00-00. 10.1080/21645698.2017.1390637.
- Caprile, A.C.; Aparicio, V.; Sasal, M.C.; Andriulo, A.E. (2017). Variation in glyphosate and AMPA concentrations of surface water and groundwater. *EGU Gen. Assem. -Geophys. Res. Abstr.* 19, 2068.
- CONICET. (2009 ). *Evaluación de la Información Científica Vinculada al Glifosato en su Incidencia sobre la Salud Humana y el Ambiente*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires .
- Copley C. (2016). German beer purity in question after environment group finds weed-killer traces. <https://www.reuters.com/article/us-germany-beer/german-beer-purity-in-question-after-environment-group-finds-weed-killer-traces-idUSKCN0VY222>
- Carrasco, A. E., Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., & López, S. L. ( 2010). Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. *Chemical Research in toxicology* Vol. 23, No. 10.
- Cuhra M. (2015). Review of GMO safety assessment studies: glyphosate residues in Roundup Ready crops is an ignored issue. *Environ Sci Eur*. 27:20
- Hvězdová, M.; Kosubová, P.; Košíková, M.; Scherr, K.E.; Šimek, Z.; Brodský, L.; Šudoma, M.; Škulcová, L.; Sáňka, M.; Svobodová, M.; Krkošková, L.; Vašíčková, J.;

- Neuwirthová, N.; Bielská, L.; Hofman, J. (2018). Currently and recently used pesticides in Central European arable soils. *Sci. Total Environ.*, 613–614  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.049>
- IARC. (2015). *20 March 2015 IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides*. Lyon, France. Obtenido de <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>
  - IARC. (2018). IARC response to criticisms of the Monographs and the glyphosate evaluation.
  - Infobae. (20 de octubre de 2015). Hallaron glifosato en algodón, gasas, hisopos, toallitas y tampones de La Plata.
  - Krüger, M., Schledorn, P., Schledörn, W., Hoppe, H.-W., Lutz, W., & Shehata, A. A. (2014). Detection of glyphosate residues in animals and humans. *Environmental and analytical Toxicology*.
  - Lechenet, Martin; Dessaint, Fabrice; Py, Guillaume; Makowski, David; Munier-Jolain, Nicolas. (2017). Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. *Nature Plants*. 3. 17008. 10.1038/nplants.2017.8.
  - Lupi L; Miglioranza K.; Aparicio V; Marino D.; Bedmar F; Wunderlin D. (2015). Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of the Total Environment* 536 (2015) 687–694
  - Lupi, Leonardo; Bedmar, Francisco; Puricelli, Marino; Marino, Damián; Aparicio, Virginia; Wunderlin, Daniel; Miglioranza, Karina. (2019). Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina.. *Chemosphere*. 225. 10.1016/j.chemosphere.2019.03.090.
  - Lutri, V.F.; Matteoda, Edel; Blarasin, M.; Aparicio, V.; Giacobone, Daniela; Maldonado, Luciana; Bécher Quinodoz, Fátima; Cabrera, A.; Giuliano Albo, María. (2019). Hydrogeological features affecting spatial distribution of glyphosate and AMPA in groundwater and surface water in an agroecosystem. Córdoba, Argentina. *Science of The Total Environment*. 134557. 10.1016/j.scitotenv.2019.134557.
  - Mac Loughlin T. M.; L. Peluso; D.J.G. Marino. 2017. Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Science of the Total Environment* 598572–580
  - Mendez, M.J., Aimar, S.B., Aparicio, V.C., Ramirez Haberkon, N.B., Buschiazzo, D.E., De Gerónimo, E., Costa, J.L. 2017. Glyphosate and Aminomethylphosphonic acid (AMPA) contents in the respirable dust emitted by an agricultural soil of the central semiarid region of Argentina. *Aeolian Research* 29, 23-29
  - Myers, J.P., Antoniou, M.N., Blumberg, B. *et al.* (2016) Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environ Health* 15, 19 doi:10.1186/s12940-016-0117-0
  - Neuwirthová Natália, Marek Trojan, Markéta Svobodová, Jana Vašíčková, Zdeněk

Šimek, Jakub Hofman, Lucie Bielská. 2019. Pesticide residues remaining in soils from previous growing season(s) -Can they accumulate in non-target organisms and contaminate the food web?. *Science of the Total Environment* 646 (2019)1056–1062

- Pearce, Neil I. A. (2015). IARC Monographs: 40 years of evaluating carcinogenic hazards to human. *Environmental Health Perspectives*, vol. 123, num. 6.
- Okada, E.; Pérez, D.; De Gerónimo, E; Aparicio, V.; Massone, H.; 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.; Okada, E.; De Gerónimo, E.; Menone, M. L.; Aparicio, V. C; Costa, J. L. (2017). Spatial and temporal trends and flow dynamics of glyphosate and other pesticides within and agricultural watershed in Argentina. *Environ Toxicol Chem.*, Accepted Article • DOI: 10.1002/etc.3897.
- Peruzzo, P.J.; Porta, A.A.; Ronco, A.E. (2008). Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environ. Poll.* 156,61–66.
- Primost J. E.; Marino, D. J. G.; Aparicio, V. C.; Costa, J. L.; Carriquiriborde, P. (2017). Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *ENVIRONMENTAL POLLUTION*. Amsterdam: ELSEVIER issn 0269-7491.
- Pullagurala V L.; Swati Rawat; Ishaq O. Adisa; Jose A. Hernandez-Viezcas; Jose R. Peralta-Videa; Jorge L. Gardea-Torresdey. (2018). Plant uptake and translocation of contaminants of emerging concern in soil. *Science of the Total Environment* 636: 1585–1596
- Rubio F.; Guo E.; Kamp L. (2014). Survey of Glyphosate Residues in Honey, Corn and Soy Products *J Environ Anal Toxicol* 5:1 <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000249>
- SENASA, 2018. <https://www.infobae.com/sociedad/2018/07/30/que-comemos-los-argentinos-los-increibles-resultados-de-los-controles-del-senasa-sobre-frutas-y-verduras/>
- Szekacs A; Darvas B. (2012).Forty years with Glyphosate. In: *Herbicides -Properties, Synthesis and Control of Weeds*. Edited by Nagib Hasaneen M, vol. Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-properties-synthesis-and-control-of-weeds/forty-years-with-glyphosate>. : InTech, doi: 10.5772/32491
- Van Bruggen AHC; He MM; Shin K; Mai V; Jeong KC; Finckh MR; Morris JG Jr. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Sci Total Environ.* 2018 Mar;616-617:255-268. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.309. Epub 2017 Nov 5

**Fuentes estadísticas:**

- Usos del agua

[http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water\\_use/indexesp.stm#maps](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm#maps)

- Superficie en siembra directa

<http://www.fao.org/argentina/noticias/detail-events/en/c/1027623/>

- Consumo de herbicidas.

<http://faostat3.fao.org/browse/R/RL/S>