

# GLIFOSATO

## Aplicaciones e impactos en la salud

Lic. Susana Beatriz Espinosa

### Resumen

Los productos *fitosanitarios*<sup>1</sup>, dentro de los que se encuentra el herbicida *glifosato*, ocupan un lugar preponderante en el universo de sustancias químicas a las que el hombre está expuesto. En Argentina, en 1996 se introdujeron los cultivos genéticamente modificados y tolerantes a glifosato, un herbicida de amplio espectro que elimina las malezas. En la campaña agrícola 2015/2016 en Argentina, 24.5 millones de hectáreas fueron cultivadas con soja transgénica (cerca del 90% de la soja producida). Otros cultivos tolerantes a este herbicida lo constituyen el trigo, maíz, girasol, algodón, canola, remolacha azucarera y alfalfa.

Ante este panorama la incorporación de prácticas que conlleven a una gestión responsable del glifosato a fin de minimizar su potencial impacto en el hombre y en el ambiente.

### Glifosato

#### Características generales

La molécula de glifosato fue sintetizada por primera vez en 1950. En 1970, la compañía MONSANTO extendió estudios observando su potencial contra malezas perennes. Comercialmente fue introducido con la denominación Roundup<sup>®</sup> (formulación del glifosato con un surfactante). Actualmente es uno de los herbicidas de amplio espectro de mayor uso, con una participación de alrededor del 25% en el mercado mundial de herbicidas.

#### Modo de acción

El glifosato a nivel molecular, inhibe una ruta metabólica de las plantas de orden superior y en virtud de su excelente solubilidad en agua es capaz de ser transportado desde las raíces hasta las hojas de las plantas conduciendo a su rápida necrosis. La ruta metabólica inhibida existe en plantas, hongos y bacterias y no así en animales<sup>2</sup>. Sin embargo se han reportado consecuencias ambientales y efectos tóxicos en animales por el uso de este herbicida, que se suponen principalmente *asociadas a efectos sinérgicos entre el glifosato y los aditivos utilizados en sus formulaciones*<sup>3</sup> (surfactantes no iónicos, coadyuvantes).

#### Usos y aplicaciones

Los herbicidas a base de glifosato son utilizados principalmente en el sistema de cultivos sin roturación mecánica del suelo, denominado siembra directa.

<sup>1</sup>Producto fitosanitario: cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, controlar o destruir cualquier organismo nocivo, incluyendo las especies no deseadas de plantas o animales, que causan perjuicio o interferencia negativa en la producción, elaboración o almacenamiento de los vegetales y sus productos. *Art. 4º Ley 27.279.*

<sup>2</sup> Szekacs, Andras & Darvas, Béla. (2012). Forty Years with Glyphosate. *Herbicides-Properties, Synthesis and Control of Weeds.* 10.5772/32491. P. 249.

<sup>3</sup> Szekacs, Andras & Darvas, Béla. (2012). Forty Years with Glyphosate. *Herbicides-Properties, Synthesis and Control of Weeds.* 10.5772/32491. P. 261.

En Argentina, SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria<sup>4</sup>) cuenta entre sus bases de datos con más de 400 formulaciones de glifosato aprobadas, con un amplio espectro, que no solo contempla la efectividad del herbicida en cultivos de soja sino también en trigo, maíz y girasol. En países europeos existen alrededor de 300 formulaciones aprobadas que son utilizadas en una extensa variedad de cultivos que incluyen los cereales, viñedos, olivares, cítricos, frutos secos y para la renovación de pastizales.

El glifosato, forma parte de los denominados *herbicidas organofosforados*. Si bien puede ser utilizado en diferentes momentos del manejo del cultivo (previo a la cosecha, posterior a la cosecha, previo a la siembra, tratamientos posteriores de emergencia) encuentra su mayor efectividad si es utilizado en la fase de crecimiento activo de las malezas, por eso suele aplicarse cuando las especies de maleza ya están brotadas pero las semillas de los cultivos aún no han comenzado a germinar.

No obstante el uso descripto, el glifosato también es utilizado, en menor medida, para controlar malezas en terraplenes, complejos industriales y vías del ferrocarril, que puedan ocasionar por ejemplo peligros de incendio o bien restringir drenajes o acelerar procesos de deterioro de materiales.

### **Modo de aplicación del glifosato**

Los herbicidas a base de glifosato pueden ser utilizados diluidos en agua en un tanque pulverizador o bien ser aplicados sin diluir con un equipo especializado. Para su aplicación es importante tener en cuenta la topografía del terreno y el tipo de malezas a controlar. La cantidad de glifosato pulverizado puede variar entre 0,36 kg y 2,52 kg por hectárea según se informe en la ficha técnica del producto<sup>5</sup>.

Entre los métodos de aplicación del glifosato encontramos los pulverizadores hidráulicos montados en tractores<sup>6</sup> y que pueden alcanzar volúmenes de pulverización entre 100 y 400 litros.

Algunas situaciones pueden requerir el uso de equipo manual, como pulverizadores rotativos y mochilas de pulverización, equipo aéreo, aplicadores por contacto. Las técnicas especializadas abarcan desde aplicadores para tratamiento local, pinceles aplicadores, jeringas para inyecciones en malezas y pulverizadores para casas y jardines.

### **Riesgos vinculados al uso de fitosanitarios**

El uso inadecuado de los fitosanitarios y el de sus envases vacíos puede generar impactos negativos en el ambiente o en la salud. Las consecuencias de la exposición a estos agroquímicos dependen de factores múltiples, a saber: tipo de fitosanitario, toxicidad, cantidad o dosis de exposición, la duración, el momento y circunstancias de exposición<sup>7</sup>. Además, tanto la sobre o sub-dosificación de herbicidas, como el uso repetido de un mismo principio activo puede dar la aparición de resistencia en algunas plagas, bajando la eficiencia del mismo.

### **Riesgos ocupacionales**

Los principales riesgos ocupacionales están vinculados a la etapa de aplicación del glifosato y son comunes a los riesgos por aplicación de otros fitosanitarios.

---

<sup>4</sup> [www.senasa.gob.ar](http://www.senasa.gob.ar)

<sup>5</sup> Ficha técnica glifosato Roundup: <http://studylib.es/doc/7338614/roundup-amonio-x-20-senasa>

<sup>6</sup> Conocido como mosquito fumigador

<sup>7</sup> SAyDS. "La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta por el ambiente", 2007.

Los modos de acción tóxica, en el caso de las diferentes formulaciones de glifosato y de acuerdo a estudios recientes<sup>8</sup>, dependerán de la combinación con los excipientes utilizados en las mismas. Se ha evidenciado que la combinación glifosato+POEA<sup>9</sup> es la más tóxica.

En general como consecuencia de la aplicación de un agroquímico, pueden ocurrir casos de exposiciones agudas o crónicas. La vía dérmica y la inhalatoria son las vías de ingreso más importantes para los aplicadores de agroquímicos, especialmente cuando se aplican en forma de aerosoles, finas gotas que contengan el agroquímico disuelto o en suspensión de las gotas en el aire. La vía inhalatoria presenta la absorción rápida del producto y aumenta el riesgo de intoxicaciones agudas. La vía dérmica juega un rol principal si el compuesto es liposoluble, lo que no ocurre en el caso del glifosato. En cuanto a la vía oral, es relevante en casos de intoxicaciones accidentales o intencionales.

### Riesgos para la población en general

Como toda sustancia química, los fitosanitarios, pueden provocar efectos adversos sobre el hombre, otras especies del ambiente y del cual se obtienen alimentos o son esenciales para mantener el equilibrio ecológico, o cuando no se respetan las normas de higiene y seguridad. Si bien pueden existir casos agudos por exposición de la población a los agroquímicos, estos están asociados a accidentes por altas monodosis y las manifestaciones de sus efectos suelen ser tempranas (vómitos, cefaleas, muerte). En referencia a los efectos crónicos, estos se manifiestan luego de un largo periodo de exposición a bajas dosis y se evidencian generalmente por el desarrollo de algún tipo de cáncer, alergias, etc.

El impacto en la salud del trabajador y en la población en general por exposición a glifosato es muy discutida. Los principales proveedores de este agroquímico destacan sus cualidades como herbicida de menor riesgo en referencia a sus efectos sobre la salud y el ambiente, comparados con otros herbicidas. Según la Resolución 350/99 del SENASA el glifosato se encontraba dentro del grupo de agroquímicos de improbable riesgo agudo (clase IV), es decir que según el criterio que es el mismo adoptado por la OMS, no ofrecía peligro. Sin embargo, dicha Resolución fue derogada en 2012 por la Resolución SENASA 302/12 por lo que no tendría vigencia. Ese mismo año, el glifosato pasó de ser considerado clase IV (producto que normalmente no ofrece peligro) a clase III (ligeramente peligroso)<sup>10</sup>.

En base a esta clasificación, se establece el color de la banda para la etiqueta del producto, siendo la banda verde la de menor riesgo toxicológico y la roja la que más precauciones requiere, pasando por la azul y la amarilla. Las formulaciones de glifosato, como el *roundup*, en Argentina pasaron de ser consideradas de banda verde a banda amarilla.

Informes ofrecidos por MONSANTO basados en una publicación de la OMS<sup>11</sup> del año 2004 indican que el glifosato posee baja toxicidad aguda, no es genotóxico (no provoca daños ni cambio en el material genético), no es cancerígeno (no produce cáncer), no es teratogénico (no afecta el normal desarrollo embrionario, no provoca malformaciones), no es neurotóxico (no afecta el sistema nervioso) y no tiene efectos sobre la reproducción. No obstante, lo mencionado precedentemente, existen múltiples estudios que ponen en evidencia que la exposición ocupacional a formulaciones de glifosato pueden producir alteraciones endocrinas y genotóxicas. También se ha reportado que el glifosato puede actuar como promotor de ciertos tumores<sup>12</sup>.

<sup>8</sup> Arregui, MC y otros. "Informe acerca del grado de toxicidad del Glifosato", UNL-CONICET, 2010.

<sup>9</sup> POEA. Polioxiethyl amina coadyuvante. Se utiliza principalmente como emulsionante para formulaciones agroquímicas, tales como pesticidas y herbicidas.

<sup>10</sup> ANEXO I. Resolución SENASA 302/12. Clasificación toxicológica según riesgos y valores de DL 50 aguda.

<sup>11</sup> Reunión Conjunta FAO/OMS - Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues, JMPR, 2004.

<sup>12</sup> Szekacs, Andras & Darvas, Béla. (2012). Forty Years with Glyphosate. Herbicides-Properties, Synthesis and Control of Weeds. 10.5772/32491.P.265-266.

Asimismo, cabe destacar que en 2015, la OMS y países europeos han sometido a revisión por expertos las características de peligrosidad antes mencionadas.

### **Carcinogenicidad**

La OMS, a través del IARC (Agencia Internacional de Investigación del Cáncer) cataloga a los agentes de acuerdo a su potencial carcinogénico en base a dos criterios principales: (a) la evidencia de exposición en humanos; (b) si hay evidencia o sospecha de carcinogenicidad.

La relación causa- efecto (en referencia a que una sustancia pueda producir cáncer) requiere de: una asociación persistente y fuerte entre la exposición y el efecto; una relación clara entre dosis y respuesta; una explicación biológica creíble; resultados favorables de estudios pertinentes con animales; coherencia entre los distintos estudios.

Según la IARC, el glifosato en tanto plaguicida organofosforado, se clasifica como probablemente carcinógeno en humanos, *clase 2A*. Esta clasificación es de 2015, siendo con anterioridad clasificado como *clase 4 (probablemente no carcinógeno en humanos)*. Por esto varios gobiernos están considerando establecer restricciones al uso del glifosato en la agricultura.

<b>CLASIFICACION DEL GLIFOSATO - IARC</b>			
Evidencia en humanos (sitios cancerígenos)	Evidencia en animales	Evidencia mecanística (mecanismos relevantes para humanos)	Clasificación
Limitada (linfoma no Hodking).	Suficiente	Genotoxicidad y stress oxidativo.	2A. Probablemente carcinógeno para humanos

Para arribar a estas conclusiones, se evaluaron distintas formulaciones de glifosato. Estos estudios determinaron que se indujeron daños cromosómicos y al DNA en mamíferos, en humanos y en células animales in vitro. Un estudio evidenció un aumento en los marcadores sanguíneos de daño cromosómico en población residente de varias comunidades luego de la pulverización de formulaciones de glifosato.

En relación a que la evidencia en humanos sea limitada implica que se ha establecido la relación causal entre la exposición al agente, mezcla o circunstancias de exposición y cáncer humano. La probabilidad estadística, el error y las variables de confusión no han sido evaluadas con una confianza razonable.

En cuanto a la evidencia en animales, la suficiencia, implica que se ha establecido la relación causal entre la exposición al agente, mezcla o circunstancias de exposición y un aumento de la incidencia de neoplasias malignas o de una apropiada combinación de neoplasias benignas y malignas en (a) dos o más especies de animales o (b) en dos o más estudios independientes en una especie en diferentes periodos, en diferentes laboratorios o bajo diferentes protocolos. En Argentina, la SRT regula a través de la Resolución 844/17, aquellos agentes cancerígenos a los que la exposición en el trabajo quedará prohibida, o sujeta a autorización o control. El glifosato no se encuentra entre los listados en el anexo I de la mencionada norma.

### **Prevención Ocupacional**

En lo referente a la gestión responsable de fitosanitarios, en Argentina, el productor agropecuario debe asegurarse de comprar solo productos registrados y autorizados por SENASA. El distribuidor contará con la autorización de la autoridad competente. Los productos fitosanitarios solo pueden venderse a clientes con la receta agronómica fitosanitaria vigente, se debe solicitar al proveedor la hoja de datos de seguridad y la ficha de intervención para el transporte y entregar al cliente la información sobre seguridad y salud en el uso del producto.

Las operaciones que producen mayor riesgo en el manejo de cualquier agroquímico, lo constituyen la manipulación del producto concentrado, o sea, la apertura de envases, el pesaje, la mezcla y la carga. La inhalación por las vías respiratorias no contribuye significativamente a la absorción total, excepto durante el proceso de pulverización con equipos manuales. La incorporación vía dérmica representa generalmente más del 90% de la absorción de agroquímicos por el cuerpo.

Para el manejo de glifosato, el trabajador responsable de su aplicación deberá utilizar los siguientes elementos de protección personal<sup>13</sup>, los que serán provistos por el empleador y en cumplimiento de la Resolución SRT 299/2011:

**Protección de Ojos:** Si existe posibilidad de contacto usar antiparras para sustancias químicas. Máscara facial.

**Protección dérmica:** En caso de contacto repetido o prolongado usar guantes apropiados, látex, PVC, acrilonitrilo o neoprene según el tipo de aplicación.

**Protección Respiratoria:** No existe requisito especial cuando se lo utiliza según se recomienda. Cuando sea necesario, se consultará al fabricante del equipo de protección personal para saber cuál es el tipo de equipo que se debe usar para una determinada aplicación.

Además es conveniente la utilización de mamelucos o delantales impermeables para proteger torso, muslos y rodillas. También el uso de botas de caña alta y suela gruesa.

Otras recomendaciones abarcan la prohibición de comer, beber o fumar durante el tratamiento, o cuando se están manipulando los productos. La regulación del equipo debe realizarse con agua solamente, antes de añadir al depósito el producto que se va a aplicar. Durante la preparación de la mezcla se deben extremar las precauciones utilizando recipientes reservados sólo para este uso y tratando de evitar el derrame de producto concentrado.

Para evitar intoxicaciones las formulaciones deben almacenarse en sitios secos y protegidos contra incendios, respetando siempre las indicaciones del fabricante.

En lo que respecta al almacenamiento, las formulaciones de glifosato deben guardarse en un lugar especial, bien ventilado, cerrado con llave e inaccesible a los niños y a personas inexpertas, con la cartelería de advertencia apropiada. Deben conservarse en su envase original con sus respectivas etiquetas. Luego de usado el producto se deben inutilizar los envases. Si la aplicación debe realizarse con la presencia de viento lo recomendable es trabajar en forma transversal para evitar que la nube tóxica tome contacto con el operador y/o utilizar tecnología antideriva. No debe procederse a la aplicación con velocidades de viento mayores a 10 km/h.

Aquellos que manipulen glifosato deberán estar capacitados en la lectura de las fichas de seguridad del producto, atendiendo principalmente la información en cuanto a primeros auxilios y actuación ante emergencias. Las etiquetas de los productos deberán estar normalizadas según los requerimientos plasmados en la Resolución SRT 801/15 (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos- SGA).

## Conclusiones

El glifosato es un herbicida ampliamente utilizado en todo el mundo. En particular en nuestro país acompaña los cultivos de soja, trigo, maíz y algodón que abarcan el 90% de las áreas cultivadas (alrededor de 24.944 hectáreas)<sup>14</sup>. Estos cultivos pertenecen a los denominados OGM

---

<sup>13</sup> Para realizar estas recomendaciones se tuvo en cuenta, lo mencionado en la etiqueta del producto *roundup*. No obstante se ampliaron los EPP allí sugeridos dado a los cambios recientes en cuanto a la peligrosidad del producto.

<sup>14</sup> Fuente: Ministerio de Agroindustria de la Nación. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar). Dirección de Biotecnología

(Organismos Genéticamente Modificados o Transgénicos). Argentina, ocupa el tercer puesto en cuanto a superficie en hectáreas cultivada con transgénicos<sup>15</sup>.

Por otro lado, el glifosato, que ocupaba un lugar de privilegio al momento de optar por un herbicida seguro, ha sido sometido a discusión en los últimos años, debido a numerosos estudios que evidencian que las formulaciones de glifosato (el principio activo combinado con excipientes) tienen diferentes grados de toxicidad. Estas evidencias científicas, han llevado incluso a que la OMS lo clasifique como probablemente carcinógeno en humanos.

En Argentina hay estudios aun no concluyentes pero que advierten la peligrosidad de la exposición sin protección a glifosato<sup>16</sup>.

Lo hasta aquí desarrollado hace concluir que la exposición del trabajador y de la población en general, a este agroquímico debe ser atendida de manera responsable y con un principio precautorio de máxima, dado la falta de evidencias concluyentes y considerando que se supone significativo el universo de trabajadores y población en general que tienen contacto con este controversial herbicida.

## **Bibliografía**

Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo

Decreto N° 351/99. Reglamentario de la Ley 19.587

Ley N° 27.279. Gestión de envases vacíos de productos fitosanitarios

Resolución SENASA N°302/2012. Actualización clasificación toxicológica de productos fitosanitarios. Deroga Anexo I Res. SAGPYA N° 350/1999.

Resolución SAGPYA N° 350/1999. Clasificación toxicológica de productos fitosanitarios.

Resolución SRT N° 801/15. Implementación del Sistema Globalmente Armonizado para etiquetado de productos químicos.

Resolución SRT N° 299/11. Provisión de Elementos de Protección Personal a los trabajadores.

Szekacs, Andras & Darvas, Béla. (2012). Forty Years with Glyphosate. Herbicides-Properties, Synthesis and Control of Weeds. 10.5772/32491.

Graham Brookes, Farzad Taheripour & Wallace E. Tyner (2017) The contribution of glyphosate to agriculture and potential impact of restrictions on use at the global level, <https://doi.org/10.1080/21645698.2017.1390637>

Arregui, M y otros. "Informe acerca del grado de toxicidad del Glifosato", UNL-CONICET, 2010.

SAyDS. "La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta por el ambiente", 2007

CASAFE (Cámara de sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). Manual de uso responsable de los productos para la protección de cultivos, (2016).

<http://monographs.iarc.fr/ENG/classification/index.php>

---

<sup>15</sup> Según un informe presentado por el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA) el área global de cultivos transgénicos en 2014 fue de 181,5 millones de hectáreas, de los cuáles 24,3 millones de hectáreas correspondieron a la Argentina, lo que implica algo más del 13% del área global sembrada con OGMs.

<sup>16</sup> Arregui, MC y otros. "Informe acerca del grado de toxicidad del Glifosato", UNL-CONICET, 2010.