

# GLIFOSATO

**Elaborado por** Dr Meriel Watts (PAN Asia del Pacífico), Peter Clausing (PAN Alemania), Angeliki Lyssimachou (PAN Europa), Gesine Schütte (PAN Alemania), Rina Guadagnini (PAN Reino Unido) y Emily Marquez (PAN América del Norte)

**Traducido por** Ibtissam El yahyati Anahas, de Traductores/as en Acción, la red de traductoras/es e intérpretes voluntarios de Ecologistas en Acción

**Informe completo en inglés:** <http://pan-international.org/wp-content/uploads/Glyphosate-monograph.pdf>



## CONTENIDO

### Resumen

#### Perfil químico

- Identificación
- Ingredientes y contaminantes inertes
- Metabolitos
- Modo de acción/forma de actuar frente a malas hierbas
- Usos
- Fabricantes
- Reglamento

#### Asesoramiento impactos sobre salud

- Absorción, distribución, metabolismo y eliminación
- Toxicidad aguda
- Toxicidad subcrónica
- Toxicidad crónica
- Interacciones tóxicas

#### Exposición humana

- Directrices de exposición
- Exposición ocupacional
- Exposición no ocupacional
- Residuos en humanos

### Envenenamiento

- Efectos agudos
- Incidentes de envenenamiento

### Efectos medioambientales

- Efectos directos de la eliminación de plantas silvestres
- Ecotoxicidad – acuática
- Ecotoxicidad – terrestre

### Destino ambiental

- Persistencia del suelo, residuos y movilidad
- Persistencia en agua
- Biocentración/bioacumulación
- Transporte y deposición atmosférica

### Resistencia a los herbicidas y malas hierbas

#### Alternativas al glifosato

- Herbicidas alternativos
- Control alternativo de las malas hierbas

### Referencias

# RESUMEN

## INTRODUCCIÓN

El glifosato, comúnmente conocido como por su nombre original Roundup tm (elaborado por Monsanto), es el herbicida más usado en todo el mundo. Muchas empresas en distintos países elaboran herbicidas a base de glifosato.

La acción que hacen los herbicidas del glifosato se debe principalmente a su capacidad para bloquear la producción de aminoácidos esenciales en las plantas y algunos microorganismos a través de una vía llamada sikimato, que está presente sólo en las plantas. Por lo tanto, se vendió como "seguro" para los animales y los seres humanos.

El glifosato se pulveriza en numerosos cultivos y plantaciones, en alrededor del 80 % de cultivos modificados genéticamente (canola, maíz, algodón, soja, remolacha azucarera); con niveles relativamente altos a los residuos permitidos en alimentos y piensos. Se utiliza como un desecante antes de la cosecha y, debido a que es un herbicida sistémico, no puede eliminarse completamente de los alimentos mediante lavado, pelado o elaboración.

Se utiliza mucho en los jardines caseros y en los lugares públicos, como caminos y también en hábitats seminaturales y naturales. La exposición humana es generalizada y constantemente recurrente. Los residuos están muy extendidos en los alimentos, sobre todo en aquellos que contienen cereales (donde se ha usado el glifosato previamente en su cosecha) o maíz transgénico o productos derivados de la soja. Además, se ha detectado en agua potable, vino y cerveza e incluso en los productos no alimenticios derivados del algodón transgénico. El grado de exposición humana se refleja en la presencia generalizada de glifosato en la orina humana en cualquier lugar donde se haya probado, principalmente en Europa. En los Estados Unidos también se ha encontrado en la orina y en la leche materna. Debido a una fuerte y agresiva publicidad y comercialización que ha creado su fabricante Monsanto, se ha dado a creer que el glifosato es "seguro". Por ejemplo, Monsanto afirmó que el glifosato es "biodegradable" y que "deja el suelo limpio". Sin embargo, en 2009, el Tribunal Supremo de Francia confirmó las sentencias de dos tribunales anteriores de que estas afirmaciones eran falsas (Anon 2009). Los procesos de registro continúan permitiendo el uso del herbicida sin preocuparse por

la seguridad, incluso cuando salen a la luz nuevos datos que identifican efectos adversos. Sin embargo, la clasificación que hizo en 2015 la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, siglas en inglés) el cual muestra al glifosato como posible carcinógeno para el ser humano está generando una preocupación generalizada sobre su uso continuo, especialmente antes de la cosecha y en lugares públicos. Además, los estudios científicos independientes y la vasta expansión de envenenamientos en América Latina (resultantes del uso del glifosato en las áreas) han comenzado a revelar numerosos efectos agudos y crónicos de los herbicidas hechos a base de glifosato.

Como resultado, las prohibiciones y restricciones nacionales, la acción voluntaria de las autoridades locales y los minoristas han dado lugar a una bajada drástica en el uso de este herbicida. Sri Lanka fue el primer país en prohibirlo completamente, aunque esta prohibición puede que sea en parte moderada. La Unión Europea ha ampliado la aprobación del glifosato durante solo 18 meses en lugar de los 15 años habituales, ha prohibido el uso del surfactante POEA en las formulaciones y ha propuesto minimizar su uso, entre ellos la cosecha en lugares públicos. La Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA, siglas en inglés) declaró que existen muchas lagunas de datos sobre el surfactante POEA que es imposible de establecer los límites de exposición aceptables. Italia también ha prohibido el glifosato para usos anteriores a la cosecha, así como su uso en lugares públicos y los sitios que frecuentan los niños y los ancianos, además del uso no agrícola en suelos con alta cantidad de arena, para así reducir el nivel de contaminación de las aguas subterráneas. La enorme capacidad de producción de glifosato en China ha hecho que el mundo esté sobreabastecido de este herbicida. La capacidad total de producción global es más del doble de la demanda mundial, la cual cosa pone presión a la industria para que disminuya los precios y disipe los cultivos transgénicos Roundup Ready.

## PESTICIDAS ALTAMENTE PELIGROSOS

El hecho de que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) haya catalogado el glifosato como un probable carcinógeno para el ser humano significa que ahora el glifosato cumple con los criterios para ser considerado un pesticida altamente peligroso según ha definido la Red de Acción en Plaguicidas (RAP Internacional 2016b) y la FAO/OMS en la reunión conjunta sobre Manejo de Plaguicidas organizada por la FAO en Mozambique (Come et al 2013).

## ENVENENAMIENTOS

Los herbicidas de glifosato se han usado frecuentemente como autoenvenenamientos y se han producido muchas muertes, especialmente en Asia, desde tan sólo 3/4 de taza de este producto formulado.

También ha habido muchos casos de envenenamientos involuntarios entre consumidores y transeúntes. Los consumidores experimentaban a menudo graves quemaduras químicas y problemas respiratorios.

Se han producido envenenamientos generalizados en América Latina como resultado de la fumigación aérea de cultivos de soja transgénica y de cultivos de coca en Colombia, registrándose hasta 10 km de la supuesta zona de rociado. La fumigación de coca (instigada por un programa financiado por el gobierno estadounidense para eliminar la producción de cocaína en Colombia) también provocó la muerte de muchos animales.

Los médicos en Argentina informan de que la pulverización aérea de glifosato en cultivos transgénicos produce como consecuencia vómitos, diarrea, problemas respiratorios y erupciones cutáneas. Otros síntomas agudos de envenenamiento que aparecen comúnmente a causa de una exposición no intencional incluyen dolor abdominal, infecciones gastrointestinales, picazón o ardor en la piel, infecciones de la piel (particularmente prevalentes en niños), ampollas, ojos ardientes o llorosos, visión borrosa, conjuntivitis, palpitaciones, aumento de la presión arterial, mareos, dolores en el pecho, entumecimiento, insomnio, depresión, debilitamiento, dificultad para respirar, infecciones respiratorias, tos seca, dolor de garganta y sabor desagradable en la boca. Los síntomas menos comunes que se han reportado incluyen trastorno del equilibrio, capacidad cognitiva reducida, convulsiones, visión alterada, olor, oído y gusto, caída de la presión arterial, contracciones y tics,

parálisis muscular, neuropatía periférica, pérdida de las habilidades motrices gruesas y finas, sudoración excesiva y fatiga severa.

## TOXICIDAD AGUDA

El glifosato tiene una baja toxicidad (OMS Tabla 5) a pesar de la evidencia sustancial de efectos adversos para la salud. Los surfactantes añadidos a los productos formulados de glifosato pueden ser más tóxicos: el surfactante POEA que se encuentra en muchas formulaciones es aproximadamente 5 veces más tóxico que el propio glifosato. Además, las formulaciones de glifosato contienen una serie de sustancias químicas que o bien las incorporan o las contaminan. Algunos de estos componentes se sabe que son perjudiciales, pero muchos de ellos permanecen como secretos comerciales y se desconocen, lo cual podría estar afectando a nuestra salud.

## TOXICIDAD A LARGO PLAZO

Los herbicidas hechos a base de glifosato pueden afectar a numerosos órganos de mamíferos y a vías bioquímicas, incluyendo la inhibición de numerosas enzimas, trastornos metabólicos y estrés oxidativo que conduce a una excesiva peroxidación lipídica de membrana y al daño de células y tejidos. La genotoxicidad y la alteración endocrina también producen problemas de salud crónicos en la salud y en el desarrollo.

Se conoce desde hace tiempo que el glifosato tiene propiedades antimicrobianas y que fue patentado por Monsanto como un antimicrobiano en 2010 y reclamaba ser activo contra un amplio rango de organismos. Sin embargo, unos estudios recientes demuestran que puede ocasionar desequilibrios en el microbiome normal del aparato gastrointestinal lo que provoca que sean más propensos a padecer bacterias patógenas e influyen en la manera de responder a los antibióticos y en el funcionamiento intestinal de los seres humanos y de los animales.

Incluso con niveles de glifosato bastante bajos como para tener un efecto herbicida, el glifosato tiene efectos nocivos sobre las células humanas. Así lo explican los científicos, los cuales se han encontrado niveles de glifosato similares en alimentos. Los adyuvantes en la formulación Roundup, se amplifican aún más, éstos ayudan a la penetración de las células por glifosato. Varios investigadores han informado que según parece el glifosato se acumula en las células humanas.

El glifosato incluso a bajas concentraciones daña el hígado, los riñones y las células de la piel; y más adelante provoca envejecimiento y probablemente también cáncer. La posibilidad de que penetre en la piel aumenta 5 veces cuando la piel está dañada.

Los médicos en Argentina han informado sobre un aumento dramático en los efectos de salud que provoca el glifosato a largo plazo en las áreas donde se ha rociado este herbicida en los cultivos de soja modificados genéticamente. Entre estos efectos se encuentran: el cáncer, la infertilidad, problemas de embarazo, defectos de nacimiento y enfermedades respiratorias.

### **Los riñones**

El riñón y el hígado son los principales órganos afectados por el glifosato. Estudios de laboratorio reportan una amplia variedad de efectos adversos, por ejemplo, daños en las células y/o su muerte, daños en el ADN y aparición de tumores. El glifosato se asocia con una epidemia, una 'enfermedad renal crónica de causa desconocida' (CKDu) que padecen algunos agricultores de Sri Lanka, de Andhra Pradesh (India) y de Centroamérica, en parte debido a la capacidad que tiene este herbicida para quelar metales nefrotóxicos.

### **Cáncer, genotoxicidad**

La monografía publicada en 2015 por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) sobre el glifosato, concluye que "existen pruebas limitadas en humanos que prueban la carcinogenicidad del glifosato" y "existen pruebas suficientes que se han hecho en animales de experimentación que demuestran la carcinogenicidad del glifosato". Además de las pruebas que se han obtenido de estudios de carcinogenicidad en ratas y ratones, el IARC habla de la demostración de "dos características clave de los carcinógenos humanos conocidos" y concluyó que hay pruebas sólidas que muestran que la exposición al glifosato o a formulaciones elaboradas a base de glifosato es genotóxica y puede inducir estrés oxidativo. Este último efecto también se atribuyó al ácido aminometilfosfónico (AMPA), el principal metabolito del glifosato. Como resultado, el IARC clasificó el glifosato como un elemento que probablemente es carcinogénico para los seres humanos (Grupo 2A).

Ese mismo año, la Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA) reiteró que tal y como muestra su análisis el glifosato no es ni carcinógeno ni genotóxico, exponiendo unas valoraciones similares a las realizadas anteriormente por el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) y por la Agencia

de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA). Por otro lado, siguen saliendo a la luz pruebas sustanciales de laboratorio y algunas evidencias epidemiológicas que llegan a una conclusión totalmente opuesta.

Por su parte, Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA) sigue analizando el glifosato y se espera que los resultados estén listos para finales del 2017, año en que también expira la extensión de la actual aprobación para el glifosato en la Unión Europea. Algunos estudios han demostrado que el glifosato y/o el Roundup causan daño genético en: linfocitos humanos y en células hepáticas; en linfocitos bovinos; en células de médula ósea de ratón, en el hígado y en el riñón; en células de agallas de pescado y en eritrocitos; en eritrocitos caimanos; en renacuajos; en embriones de erizo de mar; en las moscas de la fruta; en las células de la punta de raíz de la cebolla; y en la bacteria Salmonella. Otros estudios han demostrado que causa estrés, disfunción del ciclo celular e interrumpe la transcripción de ARN. Por lo cual todos estos efectos pueden contribuir a la carcinogenicidad.

Varios estudios epidemiológicos han relacionado la exposición al glifosato con el linfoma no Hodgkin, la leucemia de células pilosas, el mieloma múltiple y daño al ADN.

El glifosato y el Roundup causaron daño al ADN en células bucales humanas y fue clastogénico en células de la médula ósea del ratón, lo que se suma a una serie de estudios previos que muestran que es genotóxico.

### **Interrupción endocrina**

Una serie de estudios han demostrado que tanto el glifosato como la formulación Roundup perturban los estrógenos, los andrógenos y otras vías esteroidogénicas, y también causan el crecimiento de células de cáncer de mama.

Un estudio resume que estos efectos que se producen a dosis sustancialmente inferiores a las utilizadas en la agricultura, o permitidos como residuos: a 0,5 mg / kg (40 veces menos que los niveles permitidos en la soja en los EE.UU.) eran antiandrogénicos; a 2 mg / kg eran anti-estrogénicos; a 1 mg / kg alteraron la enzima aromatasas; a 5 mg / kg dañaron el ADN y a 10 mg / kg fueron citotóxicos. Estos efectos pueden afectar en la diferenciación sexual y celular, en el metabolismo óseo, en el metabolismo del hígado, en la reproducción, en el desarrollo y en el comportamiento, además de enfermedades relacionadas con las hormonas como puede ser el cáncer de mama y de próstata (Gasnier et al 2009).

Los experimentos in vivo que se han hecho en ratas muestran que los bajos niveles de

herbicidas elaborados a base de glifosato alteran la producción de testosterona, de estradiol y de otras hormonas esteroideas; regulan la expresión de los receptores de estrógenos progesterona; inducen la actividad de la aromataza y los niveles de proteína en los testículos y causan morfologías anormales en los espermatozoides.

Las consecuencias de los efectos producidos por las alteraciones endocrinas pueden ser graves y de gran trascendencia, entre ellos, un fuerte impacto en el desarrollo, por ejemplo, en: la diferenciación sexual y de otras células, en el metabolismo óseo, en el metabolismo hepático, en el metabolismo lipídico, en la reproducción, en el embarazo, en el crecimiento, en el desarrollo del cerebro y de los órganos. Así como también en la cognición, en el comportamiento y en las enfermedades relacionadas con la endocrina, tales como el cáncer de mama, de testículos y de próstata. Además de que afecta los trastornos neurodegenerativos y los metabólicos (diabetes, obesidad).

### **Problemas en reproducción y desarrollo**

La exposición a herbicidas elaborados a base de glifosato, aunque sea con dosis muy bajas, puede resultar en problemas reproductivos, incluyendo abortos espontáneos, partos prematuros, bajo peso del bebé al nacer y deformaciones en su nacimiento. Algunos estudios de laboratorio han demostrado que incluso con niveles muy bajos de glifosato, de Roundup, de POEA y del metabolito AMPA, pueden matar células umbilicales, embrionarias y placentarias humanas. Roundup puede matar las células testiculares, reducir el número de espermatozoides, aumentar los espermatozoides anormales, retardar el desarrollo del esqueleto y causar deformidades en los embriones de anfibios. Monsanto desde los años 80 y el gobierno alemán desde 1998 saben que el glifosato causa defectos en los embriones. Después de analizar los datos de la industria, los cuales fueron reportados en el proyecto de informe de evaluación de 1998 de las autoridades alemanas, los científicos independientes concluyeron que "un cuerpo sustancial de pruebas demuestra que el glifosato y el Roundup causan efectos teratogénicos y otros efectos tóxicos sobre la reproducción", incluyendo el corazón, los riñones, el esqueleto y problemas

craneales (Antoniou et al 2012).

Unos estudios más recientes muestran malformaciones en las cabezas de las ranas, estas malformaciones son similares a las que padecen en el nacimiento las personas expuestas a la fumigación en las áreas de cultivo de soja transgénica en América Latina.

### **Problemas neurológicos**

Los reguladores asumen que el glifosato no tiene efectos neurológicos, la EPA de EE.UU. no solicitó análisis de neurotoxicidad para llevar a cabo el registro de Roundup. Sin embargo, una serie de estudios han demostrado que el glifosato puede afectar negativamente a las células nerviosas y también al desarrollo neuronal. Cada vez hay más evidencias de que el glifosato puede afectar áreas del cerebro asociadas con la enfermedad de Parkinson, particularmente las neuronas dopaminérgicas. Estudios epidemiológicos y de casos vinculan la exposición al glifosato con parkinsonianos, Atención-Déficit/Trastorno de déficit (TDAH) y autismo.

### **Inmune**

Varios estudios indican que las formulaciones de glifosato pueden interferir en el sistema inmune resultando en efectos respiratorios adversos, como pueden ser: asma, artritis reumatoide y efectos autoinmunes de la piel y de las membranas mucosas.

### **Efectos medioambientales**

El glifosato tiene efectos eco-toxicológicos directos y efectos indirectos que aparecen después de la eliminación de la flora denominada malas hierbas. Los efectos directos e indirectos repercuten a modo de efecto dominó en la cadena alimenticia y en la biodiversidad. Trastornan las funciones de los ecosistemas de los insectos, por ejemplo, el control natural de plagas y los servicios de polinización se ven amenazadas por la eliminación prácticamente total de las malas hierbas, ya que estas plantas son esenciales para la mayoría de las especies benéficas. Esto puede dar lugar a enormes dificultades para recuperar los sistemas agrícolas ecológicamente racionales. En los ecosistemas acuáticos los efectos eco-toxicológicos directos del glifosato que más preocupan son los que ocurren a un nivel sutil, lo que puede resultar en una alteración significativa del ecosistema.

## Efectos acuáticos

El glifosato es soluble en agua y se encuentra cada vez más en el medio ambiente en unos niveles que han causado efectos significativos en las especies que sustentan toda la cadena alimentaria acuática. El glifosato y/o Roundup pueden alterar la composición de las comunidades acuáticas naturales y alteran potencialmente el equilibrio ecológico, dando lugar a la proliferación de algas dañinas. Puede tener profundos impactos en microorganismos, plancton, algas y anfibios a bajas concentraciones. De hecho, un estudio mostró que hubo una reducción del 70% en especies de renacuajos y un aumento del 40% en las algas. Los insectos, los crustáceos, los moluscos, los reptiles y los peces también pueden verse afectados y la vulnerabilidad dentro de cada grupo varía drásticamente entre las especies. Los efectos incluyen anomalías reproductivas, anormalidades del desarrollo y malformaciones, daño al ADN, efectos inmunológicos, estrés oxidativo, actividad enzimática modificada, disminución de la capacidad para hacer frente al estrés y mantener la homeostasis, comportamiento alterado y olfacción alterada que puede amenazar su supervivencia. Los anfibios son particularmente los más vulnerables. Roundup es generalmente más tóxico que el glifosato, sobre todo para los peces.

## Efectos terrestres

### Suelo y fitosanidad

Al igual que con el medio acuático, los efectos sutiles que causan la alteración del ecosistema son los que más causan preocupación, particularmente los efectos sobre el agroecosistema. El glifosato es tóxico para algunos, pero no para todos los microorganismos del suelo. El glifosato altera la dinámica de la comunidad microbiana de una manera que es perjudicial para las plantas y para el equilibrio ecológico y también aumenta los microorganismos capaces de metabolizar el producto químico. Además de que puede reducir algunos organismos beneficiosos, tales como saprofitos y hongos que descomponen el material vegetal muerto y son importantes para la fertilidad del suelo. Numerosos estudios han demostrado que el glifosato estimula el crecimiento de una serie de patógenos fúngicos que causan enfermedades en muchos cultivos. El aumento del uso del glifosato en la agricultura sin labranza ha provocado la aparición de algunas enfermedades. El glifosato se mezcla con los micronutrientes del suelo y causa deficiencias de micronutrientes en las plantas que aumentan su susceptibilidad a las enfermedades, disminuyen su vitalidad y producen

cultivos alimentarios deficientes en micronutrientes. Además, puede reducir la producción de la planta de lignina y de compuestos fenólicos, los cuales también son importantes para la resistencia a enfermedades y también puede reducir la fijación de nitrógeno en leguminosas como la soja.

El glifosato puede causar cambios metabólicos y de composición, incluyendo la alteración de la composición nutricional de los alimentos, por ejemplo, la proteína y el contenido de ácidos grasos de la soja. Puede causar deficiencia de hierro en la soja, la cual cosa preocupa a los humanos ya que la deficiencia de hierro en nuestros organismos cada vez afecta a más gente.

## Lombrices de tierra e insectos beneficiosos

El glifosato tiene efectos adversos en algunas lombrices de tierra y en una serie de insectos beneficiosos útiles en el control biológico, particularmente ácaros depredadores, escarabajos carábidos, mariquitas y crisopas verdes. También puede afectar negativamente a otros insectos que juegan un papel importante en el equilibrio ecológico, como colas de primavera, piojos de madera y arañas de campo. El glifosato, a niveles que se encuentran comúnmente en entornos agrícolas, perjudica las capacidades cognitivas de las abejas, lo cual afecta su exploración con posibles consecuencias negativas a largo plazo para el forrajero de las colmenas.

## Aves y otros animales

El uso de glifosato puede resultar en pérdidas significativas en la población de varias especies terrestres por medio del hábitat y de la destrucción del suministro de alimentos. Se han elaborado varios informes sobre las numerosas muertes de ganado y de animales domésticos como resultado de la pulverización de glifosato en algunas áreas de Colombia.

## Destino medioambiental

El glifosato es un contaminante ambiental que se ha ido extendiendo y que se encuentra en los suelos y en los sedimentos; en una gran variedad de cuerpos de agua de superficie, de aguas subterráneas y del medio ambiente marino.

## Suelos

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) describe la persistencia del glifosato en el suelo con niveles que van de baja a muy alta y la persistencia de AMPA con niveles de moderada a muy alta, con una vida media que varía de menos de una semana a más de un año y medio, dependiendo de la extensión del suelo y descomposición microbiana (el glifosato se descompone por degradación microbiana). Los residuos se han encontrado hasta 3 años después de su aplicación en climas fríos. Es menos persistente en climas más cálidos, con una vida media entre 4 y 180 días. Está ligado a las partículas del suelo y lo que hizo pensar que significa que el glifosato no es biológicamente activo dentro del suelo, ni se lixivia a las aguas subterráneas. Sin embargo, ahora se sabe que puede volverse fácilmente desacoplado, ser absorbido por plantas o lixiviar y provocar un mayor riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Los fertilizantes fosfatados reducen la unión del glifosato a las partículas del suelo y, por tanto, aumentan la cantidad de glifosato no unido que queda en el suelo que queda disponible para la absorción de raíces, metabolismo microbiano y lixiviación en las aguas subterráneas. El riesgo de lixiviación es mayor en los suelos fertilizados. Sin embargo, la presencia de glifosato en algunos suelos puede reducir la retención y la disponibilidad de fosfato, de forma que disminuye la fertilidad del suelo.

## Agua

El glifosato es soluble en agua y se disipa lentamente del agua en sedimentos o partículas en suspensión. A pesar de que se descompone por fotólisis y degradación microbiana, puede ser persistente durante algún tiempo en el medio acuático, con una vida media de hasta cerca de 5 meses, y aún estar presente en el sedimento de un estanque después de 1 año. Se han encontrado residuos de glifosato en una amplia variedad de zanjas, drenajes, arroyos, ríos, estanques, lagos y humedales en muchos países, incluyendo Argentina, Canadá, China, Europa, Noruega, Estados Unidos y el Reino Unido. Así como también en aguas residuales en Francia y Canadá, lixiviación de vertederos en el Reino Unido.

El uso del glifosato en los suelos urbanos, es decir, en caminos y carriles está contribuyendo significativamente a esta contaminación y podemos encontrar residuos en las plantas de tratamiento de aguas residuales y depuradoras de aguas residuales. La contaminación de las "piscinas vernaes", que son superficiales y desaparecen en tiempo seco, son una

preocupación para los anfibios, ya que estas aguas son peligrosas para ellos.

También se han encontrado residuos en aguas subterráneas en Canadá, Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, España, Suecia, Suiza, Países Bajos, Reino Unido, Sri Lanka y EE.UU. Se han detectado en el medio marino de la costa atlántica de Francia; en sedimentos marinos en Nueva Zelandia, que se cree que han venido en gran parte de la rociadura de la vegetación urbana del borde de la carretera.

## Bioacumulación

EFSA da un factor de bioconcentración (BCF) de 1,2 (+ 0,61). Sin embargo, la bioacumulación de glifosato puede ser mayor de lo previsto. El BCF para el glifosato se incrementa en presencia del POEA en el medio acuático. Esto puede ser debido a que el POEA, que se sabe que mejora el transporte de glifosato en células vegetales, también facilita una mayor permeabilidad en células animales. Se encontró un BCF para glifosato variando entre 1,4 y 5,9 en el gusano negro de agua dulce. La bioacumulación también se ha demostrado en caracoles terrestres, peces, plantas acuáticas. También existen algunos estudios sobre células humanas informan de que hay bioacumulación en éstas.

## Transporte atmosférico y deposición

El glifosato es de baja volatilidad y se han encontrado residuos en el aire en materia particulada, lo que indica que el transporte aéreo es a través de partículas con deposición en polvo y no en vapor. Se ha encontrado en la lluvia en algunos países como Bélgica, Canadá, Francia y Estados Unidos.

## Resistencia

La resistencia de las malezas al glifosato se registró por primera vez en 1996, en Australia; Ahora se registra en 35 especies de malas hierbas y en 27 países, sobre todo los Estados Unidos.

La mayor parte de esta resistencia ha sido causada por el uso repetido de glifosato en los cultivos transgénicos, la agricultura sin arado y el uso de amenidades. Algunos han resultado de una evolución gradual de las especies de malezas expuestas y algunas del flujo de genes de cultivos transgénicos. Este último se ha observado con remolacha azucarera en Francia, canola en Canadá, Agrostis en Estados Unidos y también con maíz y soja. Ahora incluso Monsanto está recomendando el uso de otros herbicidas además del glifosato en cultivos Roundup Ready (cultivos modificados

genéticamente para ser tolerantes a Roundup), para retardar el inicio de la resistencia en malezas.

Tan generalizada es la resistencia ahora que Dow ha desarrollado un tipo de maíz transgénica resistente tanto a 2, 4-D y glifosato, como a Monsanto para desarrollar una soja resistente tanto a la dicamba como al glifosato.

## **EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Se puede esperar que varios efectos adversos del glifosato aumenten con el cambio climático: las temperaturas más altas aumentan la reducción de glifosato de la clorofila y los carotenoides en las algas verdes de agua dulce, aumentan la toxicidad de los peces y aumentan la susceptibilidad a la sarna de la cabeza de *Fusarium* en los cereales.

Un estudio ha demostrado que el aumento de los niveles de dióxido de carbono puede dar lugar a una mayor tolerancia de algunas hierbas al glifosato, lo que indica que a medida que el cambio climático progresa, las gramíneas pueden ser menos susceptibles al herbicida.

## **ALTERNATIVAS**

Existen numerosos métodos de diseño, de mecánicas y de cultivo, así como algunos herbicidas no químicos basados en extractos de plantas que pueden usarse en lugar de herbicidas de glifosato, dependiendo de las especies de malezas y la situación. Primero se debe tener cuidado para determinar si la planta considerada como mala hierba es realmente un problema para la producción o debe considerarse como una planta sin cultivos con usos beneficiosos o servicios ecosistémicos.



# PERFIL QUÍMICO

## IDENTIFICACIÓN

### Nombre común

Glifosato

### Nombre comercial común

Roundup

### Nombres químicos y forma

N- (fosfonometil) glicina

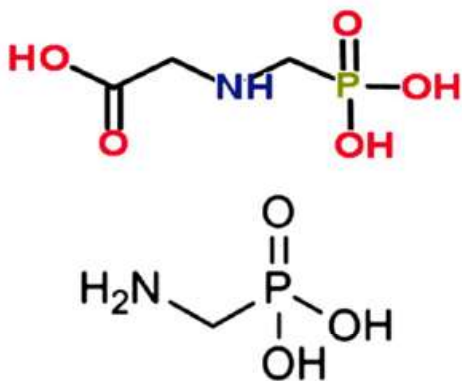
El glifosato es un ácido orgánico débil que consiste en una parte de glicina (parte de una molécula) y una parte de fosfonometilo.

El glifosato de grado técnico es un polvo cristalino, incoloro e inodoro, formulado en forma de concentrados y gránulos solubles en agua.

La mayoría de las formulaciones contienen la sal de amonio de isopropilamina del glifosato (glifosato-isopropilamonio).

### Fórmula y estructura molecular

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P



Ácido aminometilfosfónico

### Grupo químico

Ácido fosfínico

### Otros productos químicos relacionados

Glifosato, sal de diamonio

Glifosato, sal de dimetilamonio (glifosato dimetilamina)

Glifosato, sal de etanolamina

Glyphosate, monoammonium salt (glifosato sel d'ammonium)

Glifosato, sal de potasio

Glyphosate, sesquisodium (or sodium) salt Glifosato, trimethylsulfonium salt (glyphosate-trimesium)

### Números CAS

Glifosato 1071-83-6

Sal de isopropilamina 38641-94-0

Sal de monoamina 114370-14-8

Sal de diamonio 69254-40-6

Sesquisodium salt 70393-85-0

Glyphosate-trimesium 81591-81-3

(Aminometil) fosfónico 1066 - 51 -

### Nombres comerciales

Debido a que el glifosato es tan ampliamente utilizado y está fuera de la patente, ahora hay muchas formulaciones genéricas y un número muy grande de nombres comerciales.