

# FICHA TÉCNICA DEL GLIFOSATO

El glifosato es el ingrediente principal en el herbicida más usado en el mundo, Roundup de Monsanto. Sus residuos se pueden encontrar en agua y suelo. Es rociado a los costados de carreteras, caminos, parques y zonas de juego, jardines y en terrenos escolares. Distintos análisis muestran una variedad de alimentos que contienen glifosato. Ha sido detectado en la orina de la mayoría de las personas que han entregado muestras para examinar. El glifosato ha sido encontrado en la leche materna, daña la placenta y la atraviesa, lo cual puede resultar en defectos de nacimiento.

Estudios elaborados por científicos independientes muestran que a los niveles encontrados en el ambiente, en nuestros alimentos y en nuestros cuerpos – niveles éstos que son más bajos que aquellos permitidos por agencias regulatorias de nuestro alimento – el glifosato causa una amplia variedad de enfermedades y defectos de nacimiento.

## Cánceres y tumores

En marzo de 2015, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasificó al glifosato como “Probable carcinógeno para humanos” basándose en numerosos estudios científicos relacionando al glifosato con una variedad de cánceres, incluyendo linfoma no hodgkiniano, cánceres renales, cánceres de piel y de páncreas. El CIIC inicialmente publicó su conclusión en el Periódico Lancet Oncology Journal, el periódico científico líder en estudios de cáncer de todo el mundo.

Un estudio dirigido por Flower et al. 2004, examinó los niveles de cáncer en hijos de personas que fueron rociadas con glifosato para control de hierbas. Descubrieron que estos infantes habían aumentado sus niveles de todos los cánceres infantiles, incluyendo todos los linfomas como el linfoma no hodgkiniano.

Un estudio de caso controlado, publicado en marzo de 1999 por los científicos suecos Lennart Hardell y Mikael Eriksson también relacionó el linfoma no hodgkiniano (LNH) a la exposición a una variedad de pesticidas y herbicidas, incluyendo el glifosato.

El único estudio publicado, revisado por pares, de comparación de duración de vida descubrió que ratas alimentadas con una dieta que contuviera una proporción de maíz GM o residuos diminutos de Roundup tenían unos niveles mucho más altos de tumores, enfermedad renal, daño al hígado y otros efectos a la salud negativos. Las hembras que fueron alimentadas ya sea con maíz GM o maíz no GM con residuos diminutos de Roundup desarrollaron tumores mamarios grandes casi siempre más seguidos, y mucho más rápido que las control. Todas las hembras de no control, excepto por una que tuvo un

tumor de ovarios, tuvieron hipertrofias mamarias (glándulas mamarias agrandadas) Cuando fueron comparadas con las ratas de control, los machos tratados presentaron cuatro veces el número de tumores que eran lo suficientemente grandes para ser sentidos con las manos, y estos ocurrieron hasta 600 días antes.

## Daño celular - Precursores de Cáncer y Defectos de Nacimiento

Un estudio publicado en 2004 descubrió que herbicidas con base de glifosato causaban una desregulación del ciclo celular. “La desregulación del ciclo celular es un distintivo de las células de tumores y cánceres humanos. El fracaso en los controles del ciclo celular lleva a inestabilidad genómica y el subsecuente desarrollo de cánceres de la célula inicial afectada.” Investigadores examinaron varios pesticidas con base de glifosato y descubrieron que todos ellos causaban una desregulación del ciclo celular.

Las investigaciones han mostrado que el glifosato puede causar daño genético, trastorno del desarrollo, morbilidad y mortalidad hasta en los que actualmente son considerados niveles normales de uso. El artículo “Efectos Diferenciales del Glifosato y Roundup en las Células Humanas de la Placenta y Aromatasa,” publicado por Richard et al. en Perspectivas de Salud Ambiental, revela evidencia de que el glifosato daña las células humanas de la placenta a las 18 horas de exposición, hasta en concentraciones más bajas que aquellas encontradas en pesticidas y herbicidas disponibles comercialmente. “Científicos aseguraron que este efecto aumenta la concentración y tiempo, o en la presencia de adyuvantes de Roundup.” (Un adyuvante es cualquier sustancia en la formulación de un herbicida o añadido al tanque de rociado para mejorar la actividad herbicida o características de aplicación).

Investigadores de un estudio publicado en el periódico Toxicología estudiaron cuatro formulaciones distintas de glifosato y observaron rupturas en 50 por ciento de las hebras de ADN en células de hígado humanas con dosis tan bajas como cinco partes por millón (ppm). Este daño afecta la forma en que el ADN envía mensajes a varios sistemas fisiológicos, incluyendo al sistema endocrino. Investigadores aseguraron que esto es importante debido a que el hígado es el primer órgano desintoxicante y es sensible a contaminantes dietéticos.

### **Estrés oxidante y daño celular**

El estrés oxidante, definido como un desbalance entre radicales libres y la habilidad del cuerpo de reparar el daño causado por radicales libres, es uno de los distintivos del cáncer, y un factor contribuyente a muchas enfermedades crónicas. (Un radical libre es un átomo o grupo de átomos que tienen por lo menos un electrón impar y por lo tanto son inestables y altamente reactivos. En tejidos animales, los radicales libres pueden dañar células y se cree que aceleran el avance del cáncer, enfermedad cardiovascular y enfermedades relacionadas con la edad). El estrés oxidante ha sido relacionado con el Alzheimer, cáncer y enfermedad de Parkinson, entre otros problemas de salud.

Cattani et al. descubrió que la exposición tanto aguda como crónica al Roundup inducía el estrés oxidante, resultando en una muerte de células de neuronas y efectos neurotóxicos en la región del hipotálamo del cerebro en ratas inmaduras.

Lushchak et al. Descubrió que una exposición de 96 horas a niveles bajos de Roundup y glifosato causaban estrés oxidante a las células en cerebro, hígado y riñones de peces dorados.

Estudios de El-Shenawy y de Liz Oliveira Cavalli et al. confirman que el Roundup y el glifosato causaron estrés oxidante y necrosis en células, incluyendo células del hígado, testículos y de Sertoli (responsables de la formación de testículos y producción de esperma) en ratas.

### **Teratogenicidad (defectos de nacimiento) en animales**

Clements et al. publicaron un estudio en 1997, mostrando el daño al ADN en renacuajos de rana Toro después de la exposición al glifosato. Los científicos concluyeron que la “genotoxicidad del glifosato en concentraciones relativamente bajas” era una preocupación.

Un estudio de 2003 realizado por Lajmanovich et al. descubrió que hasta 55 por ciento de los renacuajos expuestos al herbicida glifosato tenían deformidades en la boca, ojos, cráneo, vértebras y colas.

Un estudio de 2003 por Dallegrave et al. encontró que la descendencia de ratas embarazadas dosificada con glifosato tenía anomalías de esqueleto aumentadas.

Un estudio de 2004 realizado por biólogos(as) en la Universidad de Trent, Universidad Carleton (Canadá) y la Universidad de Victoria (Canadá) mostraron que las concentraciones de varios herbicidas de glifosato en los niveles encontrados en el ambiente causaron problemas de desarrollo en renacuajos. Los renacuajos expuestos no crecieron a su tamaño normal, les tomó más tiempo de lo normal desarrollarse, y entre un 10 a 25 por ciento tenían órganos sexuales anormales.

Un estudio de 2010 descubrió que casi un 60 por ciento de renacuajos tratados con Roundup a una ppm tenían malformaciones como cifosis, escoliosis y edema. Un estudio del 2012 realizado por Relyea descubrió que renacuajos expuestos a concentraciones de Roundup encontradas en el ambiente tenían cambios en sus colas.

Paganelli et al., en 2010, encontró que tanto el Roundup y el glifosato por sí mismo causaron malformaciones severas en los embriones de pollos y ranas y que esto podría ocurrir en las ranas cuando eran expuestas a menos de 0.5 ppm. Los investigadores identificaron el mecanismo específico que el glifosato y Roundup usan para causar las malformaciones. Descubrieron que los químicos alteraban un mecanismo bioquímico clave, la señalización del ácido retinoico. La señalización del ácido retinoico es usada por todos los vertebrados, incluyendo humanos, para asegurar el desarrollo normal de órganos, huesos y tejidos en los embriones. También es esencial para el desarrollo sexual normal, especialmente en los machos. La trayectoria señala el momento y lugar exactos en que el desarrollo de órganos y tejidos ocurre en los embriones. También corrige malformaciones si comienzan. Alterar su balance normal significa que varios órganos y tejidos pueden recibir señales para formarse de forma incorrecta, y la trayectoria no podrá corregir a ninguna de estas malformaciones de embriones cuando comiencen a formarse.

Una investigación realizada por Mesnage et al. encontró que el Roundup de 1 ppm a 20,000 ppm causa que las células del cuerpo humano mueran. A 50 ppm, el Roundup retrasa la apoptosis celular (un proceso, también conocido como muerte celular programada, donde las células que no son necesarias o son una amenaza para el organismo se autodestruyen) que es esencial para el funcionamiento normal y la regeneración de células, tejidos corporales y órganos. Retrasar o parar la apoptosis es considerada una de las causas del cáncer.

## Alteración endócrina

Gasnier et al. en el 2009, reportó acciones alteradoras del sistema endócrino del glifosato a 0,5 ppm. De acuerdo a los autores esto es 800 veces más bajo que el nivel autorizado en algunos alimentos o pienso (400ppm, USEPA, 1998).

El estudio del Profesor Séralini de 2014, publicado en Ciencias Ambientales Europa encontró que tanto el maíz GM y el Roundup actúan como perturbadores endócrinos, y el consumo de maíz GM y Roundup resultó en ratas hembras muriendo – a un nivel dos o tres veces más alto que los animales de control. La glándula pituitaria era el segundo órgano más discapacitado y el equilibrio sexual hormonal fue modificado en hembras alimentadas con los tratamientos OGM y de Roundup.

## Perturbación de los procesos metabólicos

Uno de los estudios más significativos fue publicado por Samsel Y Senneff en el periódico científico revisado por pares Entropía en el 2013. Esta revisión comprehensiva, titulada “La supresión del glifosato de biosíntesis de enzimas de Citocroma P450 y de aminoácidos por el microbioma intestinal: Caminos a enfermedades modernas,” mostró cómo el glifosato alteraba los numerosos caminos bioquímicos dentro del cuerpo humano, incluyendo microorganismos intestinales, y consecuentemente podría llevar a numerosas enfermedades.

## Perturbación del Microbioma Intestinal

El trabajo de Samsel y Senneff identificó cómo el glifosato alteraba el microbioma intestinal, causando la supresión de la biosíntesis de las enzimas de citocroma P450 y aminoácidos clave. En un reporte posterior, “Glifosato, Caminos a Enfermedades Modernas II: Esprúe Celíaco e Intolerancia al Gluten,” Samsel y Senneff mostraron cómo el aumento actual en enfermedad celíaca y la intolerancia al gluten en las personas estaba relacionada a los efectos adversos del glifosato en el microbioma intestinal. Resaltaron que el glifosato es patentado como un biocida, y consecuentemente mata a la bacteria intestinal benéfica, llevando a un aumento en enfermedades intestinales.

Krüger et al. mostró que el glifosato tiene este efecto en el microbioma de cabaShehata et al. encontró los

mismos efectos en aves de corral. Los investigadores aseguran que, “Bacterias altamente patogénicas como la Salmonela Entritidis, Salmonela Gallinarum, Salmonela Typhimurium, Clostridium perfringers y Clostridium botulinum son altamente resistentes al glifosato. Sin embargo, la mayoría de las bacterias benéficas como el Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium, Bacillus badius, Bifidobacterium adolescentes y Lactobacillus spp. se descubrió que eran susceptibles de moderado a altamente.”

Ambos grupos de investigadores postularon que el glifosato está asociado con el aumento de enfermedades mediadas por el botulismo en estos animales de granja domésticos.

## Enfermedad renal y de hígado

Desde 1990, investigadores en Sri Lanka han reportado una epidemia de fallas de riñón en trabajadores de campos de arroz expuestos al glifosato en combinación con minerales en agua dura. De acuerdo a Jayasumana et al., las fuertes propiedades quelantes le permiten combinarse con metales pesados y arsénico en aguas pesadas, resultando en daño a los tejidos renales y por lo tanto causando enfermedades de riñones crónicas.

En el estudio de alimentación durante el periodo de vida conducido por Séralini et al. en el 2014, los machos tratados mostraron congestiones de hígado y necrosis a niveles 2.5 a 5.5 veces más altas que los controles, así como nefropatías marcadas y severas del riñón (daño al riñón) a niveles generalmente de 1.3 a 2.3 más grandes que los controles.

En un estudio publicado más recientemente, diseñado para entender por qué el Roundup y herbicidas con base de glifosato causaban daño de riñón e hígado en ratas, científicos descubrieron que dosis muy bajas de los herbicidas alteraron las funciones de numerosos genes, lo cual resultó en cambios consistentes con problemas de enfermedades múltiples de riñón e hígado. “Nuestros resultados sugieren que la exposición crónica al GBH (herbicidas con base de glifosato) en un laboratorio animal establecido con un sistema de modelo de baja toxicidad a una dosis muy baja ambiental puede resultar en daño de riñón e hígado con implicaciones potencialmente significativas a la salud para las poblaciones humana y animal.



## REFERENCIAS

- 1 “Glyphosate,” IARC Monographs—112.
- 2 K. B. Flower, J. A. Hoppin, C. F. Lynch, A. Blair, C. Knott, D. L. Shore, et al., “Cancer Risk and Parental Pesticide Application in Children of Agricultural Health Study Participants,” *Environmental Health Perspectives* 112, no. 5 (2004): 631–35.
- 3 Lennart Hardell and Mikael Eriksson, “A Case-Control Study of Non-Hodgkin Lymphoma and Exposure to Pesticides,” *Cancer* 85, no. 6 (March 15, 1999): 1353–60.
- 4 Gilles-Éric Séralini et al., “Long-Term Toxicity of a Roundup Herbicide and a Roundup-Tolerant Genetically Modified Maize,” *Environmental Sciences Europe*, republished study (2014): 14.
- 5 Julie Marc, Odile Mulner-Lorillon, and Robert Bellé, “Glyphosate-Based Pesticides Affect Cell Cycle Regulation,” *Biology of the Cell* 96, no. 3 (April 2004): 245–49.
- 6 Cox, “Glyphosate (Roundup).”
- 7 Richard et al., “Differential Effects of Glyphosate and Roundup.”
- 8 Céline Gasnier et al., “Glyphosate-Based Herbicides are Toxic and Endocrine Disruptors in Human Cell Lines,” *Toxicology* 262 (2009): 184–91.
- 9 Daiane Cattani et al., “Mechanisms Underlying the Neurotoxicity Induced by Glyphosate-Based Herbicide in Immature Rat Hippocampus: Involvement of Glutamate Excitotoxicity,” *Toxicology* 320 (March 2014): 34–45.
- 10 Oleh V. Lushchak et al., “Low Toxic Herbicide Roundup Induces Mild Oxidative Stress in Goldfish Tissues,” *Chemosphere* 76, no. 7 (2009): 932–37.
- 11 Nahla S. El-Shenawy, “Oxidative Stress Responses of Rats Exposed to Roundup and Its Active Ingredient Glyphosate,” *Environmental Toxicology and Pharmacology* 28, no. 3 (November 2009): 379–85; Vera Lúcia de Liz Oliveira Cavalli et al., “Roundup Disrupted Male Reproductive Functions By Triggering Calcium-Mediated Cell Death In Rat Testis And Sertoli Cells,” *Free Radical Biology & Medicine* 65 (December 2013): 335–46.
- 12 Chris Clements, Steven Ralph, and Michael Petras, “Genotoxicity of Select Herbicides in *Rana catesbeiana* Tadpoles Using the Alkaline Single-Cell Gel DNA Electrophoresis (Comet) Assay,” *Environmental and Molecular Mutagenesis* 29, no. 3 (1997): 277–88.
- 13 Rafael C. Lajmanovich, M. T. Sandoval, Paola M. Peltzer, “Induction of Mortality and Malformation in *Scinax nasicus* Tadpoles Exposed to Glyphosate Formulations,” *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology* 70, no. 3 (March 2003): 612–18.
- 14 Eliane Dallegrave et al., “The Teratogenic Potential of the Herbicide Glyphosate-Roundup in Wistar Rats,” *Toxicology Letters* 142, nos. 1–2 (April 2003): 45–52.
- 15 Christina M. Howe et al., “Toxicity of Glyphosate-Based Pesticides to Four North American Frog Species,” *Environmental Toxicology and Chemistry* 23, no. 8 (August 2004): 1928–38.
- 16 Uthpala A. Jayawardena et al., “Toxicity of Agrochemicals to Common Hourglass Tree Frog (*Polypedates cruciger*) in Acute and Chronic Exposure,” *International Journal of Agriculture and Biology* 12 (2010): 641–48.
- 17 Rick A. Relyea, “New Effects of Roundup on Amphibians: Predators Reduce Herbicide Mortality; Herbicides Induce Antipredator Morphology,” *Ecological Applications* 22 (2012): 634–47.
- 18 Alejandra Paganelli et al., “Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling,” *Chemical Research in Toxicology* 23, no. 10 (August 2010): 1586–95.
- 19 Ibid.
- 20 Mesnage, Bernay, and Séralini, “Ethoxylated Adjuvants of Glyphosate-Based Herbicides.”
- 21 Gasnier C, Dumont C, Benachour N, Clair E, Chagnon MC, Séralini GE. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*. 2009 Aug 21;262(3):184-91. doi: 10.1016/j.tox.2009.06.006. Epub 2009 Jun 17.
- 22 Séralini et al., “Long-Term Toxicity.”
- 23 Anthony Samsel and Stephanie Seneff, “Glyphosate’s Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases,” *Entropy* 15, no. 4 (2013): 1416–63.
- 24 Anthony Samsel and Stephanie Seneff, “Glyphosate, Pathways to Modern Diseases II: Celiac Sprue and Gluten Intolerance,” *Interdisciplinary Toxicology* 6, no. 4 (2013): 159–84, [sustainablepulse.com/wp-content/uploads/2014/02/Glyphosate\\_II\\_Samsel-Senefff.pdf](http://sustainablepulse.com/wp-content/uploads/2014/02/Glyphosate_II_Samsel-Senefff.pdf) (accessed March 21, 2014).
- 25 Monika Krüger, Awad Ali Shehata, Wieland Schrödl, and Arne Rodloff, “Glyphosate Suppresses the Antagonistic Effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*,” *Anaerobe* 20 (April 2013): 74–78.
- 26 Awad Ali Shehata, Wieland Schrödl, Alaa A. Aldin, Hafez M. Hafez, and Monika Krüger, “The Effect of Glyphosate on Potential Pathogens and Beneficial Members of Poultry Microbiota in Vitro,” *Current Microbiology* 66, no. 4 (2012): 350–58.
- 27 Channa Jayasumana, Sarath Gunatilake, and Priyantha Senanayake, “Glyphosate, Hard Water and Nephrotoxic Metals: Are They the Culprits Behind the Epidemic of Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology in Sri Lanka?,” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, no. 2 (February 2014): 2125–47.
- 28 Robin Mesnage, Matthew Arno, Manuela Costanzo, Manuela Malatesta, Gilles-Éric Séralini, and Michael N. Antoniou, “Transcriptome Profile Analysis Reflects Rat Liver and Kidney Damage Following Chronic Ultra-Low Dose Roundup exposure,” *Environmental Health* 14 (2015): 70.