

## **TOXICOLOGIA DEL GLIFOSATO: COMPOSICION, EFECTOS SOBRE EL HOMBRE Y DINAMICA DE LA CONTAMINACION EN EL AMBIENTE**

El gran aumento en el uso de glifosato en cultivos tolerantes modificados genéticamente tendrá efectos directos sobre la naturaleza, como también efectos indirectos causados por una reducción en las malezas utilizada por la vida silvestre como alimento y cubierta. Los ensayos en escala de campo para investigar el efecto de los cultivos modificados genéticamente tolerantes a herbicidas no eran lo suficientemente sensibles como para detectar sus efectos en el ambiente. El conocimiento de los impactos adversos de los herbicidas ha estimulado la investigación y el desarrollo de nuevas prácticas de control de malezas que reducen dramáticamente el uso de estos agroquímicos.

### **Marco regulatorio:**

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) clasificó al glifosato en 1985 como posible cancerígeno para los seres humanos (Grupo C). En 1991, después de una reevaluación de ese estudio con ratones, la EPA cambió su clasificación a la categoría de no carcinogénico para los seres humanos (Grupo E).

El 20 de Marzo de 2015 la IARC (Agencia Internacional de Investigación en Cáncer) anunció que había completado los estudios que aseguraban la carcinogenicidad de varios agroquímicos. Específicamente, clasificó al herbicida Glifosato y a los insecticidas Malatión y Diazinón, como probables cancerígenos para el ser humano (Grupo 2A), y a los insecticidas Tetraclorvinfós y Paratión como posibles cancerígenos del ser humano (Grupo 2B). Esta Agencia también informó que hay “evidencia limitada” que sugiere que el Glifosato puede causar linfoma No-Hodgkin y cáncer de pulmón en humanos.

La IARC basa su decisión en diversos estudios científicos y, de hecho, publica un resumen de su evaluación en el último número de la revista *The Lancet Oncology*, mientras que las evaluaciones detalladas fueron publicadas como Volumen 112 de las monografías de la IARC.

La incorporación del glifosato a la lista 2A es importante porque se trata de un producto muy utilizado en todo el mundo -al que están expuestos millones de agricultores y también muchos otros ciudadanos- pero se debe recordar que esta decisión de la IARC no implica ninguna prohibición sobre el uso de esta sustancia (que corresponde a las autoridades estatales y otros organismos internacionales). También se debe recordar que en la lista 2A de la IARC se

incluyen productos "probablemente" causantes de cáncer mientras que los productos que se considera que está demostrado que causan cáncer se incluyen en la lista 1 de la IARC.

### **Composición y toxicidad del Glifosato**

El glifosato es usado extensamente como herbicida no selectivo y es uno de los principales agroquímicos para los cuales se han modificado genéticamente los cultivos para aumentar su tolerancia. Las formulaciones comerciales comúnmente contienen 41% o más de este principio activo. Generalmente consiste en una mezcla acuosa de glifosato como sal de isopropilamonio (IPA), un surfactante y varios componentes menores que incluyen agentes antiespumantes, biocidas e iones orgánicos que están para ajustar el pH.

Los mecanismos de toxicidad de las formulaciones de glifosato son complejos, no sólo porque el glifosato es usado como diferentes sales, sino también porque se lo combina con distintos surfactantes quienes varían en naturaleza y concentración y contribuyen a la toxicidad general descrita en seres humanos.

Estudios experimentales sugieren que la toxicidad del surfactante, polioxietilenamina (POEA), es mucho mayor que la del glifosato, pero, aunque la evidencia no es suficiente, se cree que potencia la toxicidad aguda de las formulaciones del herbicida.

### **Efecto sobre el hombre**

La toxicidad aguda (LD50) para el glifosato comercial por vía oral y cutánea es mayor de 5.000 mg/kg, y por inhalación, mayor de 3.400 mg/L. Los estudios toxicocinéticos en animales de experimentación muestran una absorción de 30% a 36% en el tubo digestivo y una escasa absorción por vía cutánea. Una vez absorbido, se distribuye ampliamente en todo el organismo; 15% a 29% se excreta por la orina, 2% por el aire espirado y el 70% restante por las heces. Su metabolismo es escaso y el 97% de la dosis oral se elimina como glifosato; su único metabolito es el ácido amino-metil-fosfónico (AMPA), con una vida media de dos días, aproximadamente.

La Environmental Protection Agency (EPA) en 1993 evaluó el riesgo dietario y, considerando el peor escenario posible concluyó que el consumo crónico de glifosato en la dieta es mínimo. El residuo teórico máximo calculado para la población de USA era de 0.025 mg/Kg/día. La exposición para los subgrupos más expuestos (niños menores a 1 año) es de 0.058 mg/kg/día. La mayor contribución es por alimentos húmedos, los cual está muy por debajo de la Ingesta Diaria Admisible (IDA) propuesta por la EPA. La IDA es una forma de evaluar el riesgo ya que define el límite de exposición debajo del cual no se esperan efectos indeseables a la salud.

En 2003 se publicó un estudio de la exposición potencial al glifosato de 48 agricultores y sus familias. Así, se recolectaron muestras de orina de la familia un día antes, durante y tres días luego de la aplicación. Los resultados mostraron que 60% de los agricultores, 4% de las esposas y 12% de los hijos mostraron niveles detectables de glifosato en la orina en el día de la aplicación, con concentraciones máximas de 233, 3 y 29 ppb, respectivamente.

#### **Dinámica del Glifosato en el ambiente:**

Una vez en el suelo, luego de la aplicación, el glifosato se adsorbe fuertemente formando complejos insolubles con iones metálicos. El glifosato es degradado por los microorganismos del suelo a ácido amino metil fosfónico (AMPA), y luego degradado a compuestos inorgánicos incluyendo el CO<sub>2</sub> y el fosfato. La vida media del glifosato en el suelo está en un rango de 3 a 174 días dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas.

En el agua, el glifosato se adsorbe fuertemente a los sedimentos y al material particulado y no se degrada con facilidad. El tiempo requerido para la degradación del 50% de glifosato en un sistema de ensayo con agua y sedimento se estimó en menos de 14 días en condiciones aeróbicas y entre 14 y 22 días bajo condiciones anaeróbicas.

El glifosato se absorbe por las hojas de las plantas y se trasloca a diferentes partes y frutos. No se metaboliza en los tejidos de las plantas. La concentración de glifosato puede incrementarse en éstas luego de la aplicación. La ingesta de productos de origen vegetal tratados con este agroquímico o de productos de animales alimentados con vegetales contaminados puede conducir a la exposición al glifosato.

#### **El rol de los laboratorios:**

La incorporación de equipos de última generación para el análisis de estos tóxicos tanto en matrices humanas (sangre, orina, leche materna), alimenticias o ambientales (suelos, agua, aire) permite monitorear su uso.

Los análisis de residuos de glifosato son complejos y requieren de laboratorios altamente especializados, por eso no son realizados rutinariamente. Pero existen investigaciones que demuestran que el glifosato puede ser absorbido por las plantas y trasladado a frutos, semillas y hojas, que posteriormente serán utilizados como alimentos. Por esta razón es necesario establecer políticas de control que aseguren la inocuidad de los productos destinados al consumo humano.

**Bibliografía:**

Comisión Nacional de investigación sobre agroquímicos DECRETO 21/2009. Evaluación de la información científica vinculada al Glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente. Informe CONICET.

Bradberry S., Proudfoot A., Vale J. 2004. Glyphosate poisoning. *Toxicol Rev.* 23(3):159-67.

Lynn L. Bergeson, James V. Aidala, and Lisa R. Burchi. 2015. IARC Announces Cancer Classification for Glyphosate and Other Pesticides

Varona, M., Henao, G., Díaz, S., Lancheros, A., Murcia, Á., Rodríguez, N., Álvarez V. 2009. Evaluación de los efectos del glifosato y otros plaguicidas en la salud humana en zonas objeto del programa de erradicación de cultivos ilícitos. *Biomédica* 29:456-75.

Frederick M. Fishel y Tatiana Sánchez. Exposición de familias agricultoras al glifosato. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida. PI-214-SPAN

*Dra. Sandra K. Medici*

*MP B-BI-291*

*Co-Directora Técnica Centro de Alimentos y Medio Ambiente*

*Fares Taie Instituto de Análisis*

*alimentos@farestaie.com.ar*