



# BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 4 N° 34, Febrero, 2008

Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez MSc.  
FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

El **Boletín Electrónico Informativo sobre Productos y Residuos Químicos** se publica mensualmente para proporcionar a los lectores una visión integral y actualizada del manejo de los productos y residuos químicos, con la finalidad de proteger la salud y el ambiente.

## GLIFOSATO

El glifosato es uno de los plaguicidas más ampliamente utilizados en todo el mundo. Su uso incluye manejo agrícola, industrial, jardinería ornamental y manejo de malezas (en residencias).

En la agricultura, las aplicaciones de glifosato se están incrementando; por ejemplo, el uso en los cultivos de soya es probablemente mayor desde la introducción de cultivos resistentes al glifosato (Wolfenbarger y Phifer, 2000).



Foto N° 1 Ensayo de evaluación de soya frente a la aplicación de glifosato  
(Fuente: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar))

Entre los otros usos en agricultura se incluyen la preparación de los suelos antes de la siembra.

Los usuarios que no pertenecen al campo de la agricultura incluyen las empresas públicas, los municipios y los departamentos regionales de transporte que usan el glifosato para el control de malezas y de otras plantas dañinas, en los caminos y líneas férreas.

Las propiedades ambientales y aquellas relacionadas con la salud humana del glifosato han sido objeto de extensas revisiones en la literatura (Giesy *et al.*, 2000; Solomon y Thompson, 2003; Williams *et al.*, 2000) y por parte de agencias reguladoras (NRA, 1996; USEPA, 1993a, 1997, 1999; World Health Organization International Program on Chemical Safety, 1994).

(Continúa en la Página 2)

## ACCIÓN DEL GLIFOSATO

### Nota del Editor:

Como sucede en cualquier país productor de hoja de coca, los programas de erradicación de cultivos ilícitos tienen un considerable interés no sólo local sino también internacional, lo cual suscita intensos debates políticos, sociales, económicos y ambientales. En el presente resumen sólo se consideran aspectos relacionados con los efectos del glifosato, basados estrictamente en evidencia científica.

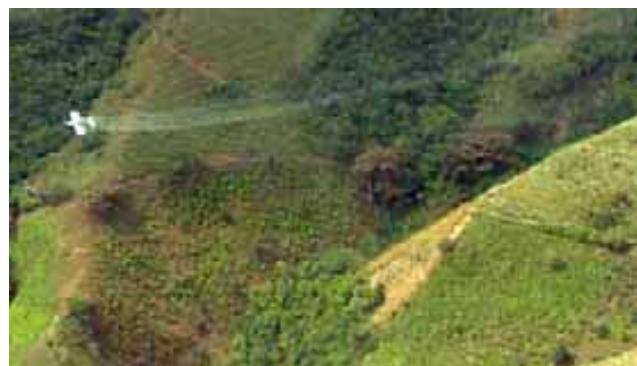


Foto N° 2 Aplicación aérea de glifosato para la erradicación de cultivos ilícitos

El glifosato es un herbicida que ha sido muy bien caracterizado en términos de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. El glifosato no es muy móvil en el ambiente y se une rápidamente con el suelo y con sedimentos acuáticos. El glifosato tiene una actividad biológica de corta duración en suelos y agua, no se biomagnifica ni se mueve a lo largo de la cadena alimenticia, y no se filtra a las aguas subterráneas desde el suelo.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL GLIFOSATO

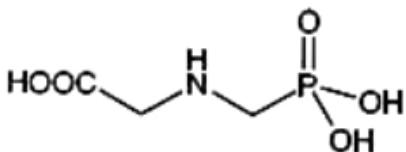
El mecanismo de acción del glifosato es por la vía de la inhibición de la enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-P sintetasa, una enzima esencial en el proceso de síntesis de los aminoácidos aromáticos en las plantas (Devine *et al.*, 1993). Esta inhibición conduce a una disminución de la síntesis de los aminoácidos aromáticos, triptófano, fenilalanina y tirosina, así como, a tasas reducidas de la síntesis de proteínas, ácido indol acético (una hormona de las plantas) y clorofila. La muerte de la planta es lenta y se manifiesta inicialmente por una suspensión del crecimiento, seguida de clorosis y, luego, de necrosis de los tejidos de la planta. La inhibición de la 5-enolpiruvil shikimato-3-P sintetasa es específica de las plantas. Muchos animales obtienen sus aminoácidos aromáticos de las plantas y de otras fuentes y no poseen esta vía de síntesis. Por esta razón, el glifosato es relativamente no tóxico para los animales pero es un herbicida eficaz en las plantas.

El glifosato, como herbicida de buena diseminación, afecta la mayoría de especies de plantas si suficiente herbicida puede penetrar los tejidos de la planta, en particular, las hojas. Los efectos típicamente resultan en la muerte de la planta en un período de 2 a 3 semanas, aunque pueden sobrevivir las especies con órganos grandes de almacenamiento, es decir, con rizomas largos, de gran tamaño o, especialmente, con hojas de superficie especialmente impenetrable.

(Continúa en la Página 2)

## ESTRUCTURA Y PROPIEDADES QUÍMICAS DEL GLIFOSATO

El nombre químico del glifosato (ácido) es el N-(fosfonometil) glicina (PM=167,09) y el de la forma técnica más común, la sal de isopropilamina (IPA) es la sal de N-(fosfonometil) glicina isopropilamina (PM=226,16).



Glyphosate/glifosato  
N-(phosphonylmethyl) glycine/N-(fosfonometil) glicina

Figura N° 1 Estructura química del glifosato

El número del ácido en el Chemical Abstracts Service (CAS) es el 114370-14-8 y para la sal IPA es el 1071-83-6. La química del glifosato es importante para determinar su destino en el ambiente. El glifosato es un ácido débil compuesto mitad de glicina y mitad de fosfonometil. Química y físicamente, el glifosato se semeja mucho a sustancias que se encuentran en la naturaleza y no reacciona químicamente; no es móvil en el aire ni en los suelos; no tiene una gran persistencia biológica y, tampoco, es bioacumulable ni se biomagnifica a lo largo de la cadena alimenticia (CWQG, 1999; Giesy et al., 2000; USEPA, 1993<sup>a</sup>; Williams et al., 2000; World Health Organization International Program on Chemical Safety, 1994).

El glifosato se ioniza fácilmente y, como anión, se adsorbe fuertemente a la materia orgánica en los suelos con pH normal. Por consiguiente, posee poca movilidad en los suelos y es rápidamente removido del agua por la adsorción a los sedimentos y a las partículas de materia suspendidas.



Foto N° 3 Presentación comercial del glifosato

Información adicional sobre el glifosato se puede encontrar en el Boletín N° 24 (Abril, 2007)

Una baja dosis de glifosato puede resultar en anormalidades del crecimiento en las plantas, lo más típico, ramificación acelerada localizada. Si la dosis del herbicida es insuficiente para causar la muerte, se ha propuesto que la adaptación de la planta también puede estar reducida, de tal forma que si existe competencia con otras plantas, la muerte puede resultar indirectamente, aunque existe poca evidencia publicada sobre esto. El efecto del glifosato está limitado a las plantas que reciben la aspersión en el momento de la aplicación, dado que el herbicida es rápidamente adsorbido en el suelo y no existe absorción por la raíz. El amplio espectro de especies de plantas controladas y el patrón de absorción de las hojas, además de la seguridad del compuesto, han llevado al amplio uso del herbicida para el control total de la vegetación, control de las malezas antes de la cosecha en los cultivos anuales y para la erradicación de las plantas perennes.

## TOXICIDAD DEL GLIFOSATO (APLICACIONES AÉREAS)

La toxicidad del glifosato ha sido rigurosamente evaluada en muchas partes y en la literatura publicada. El glifosato tiene baja toxicidad en otros organismos que no son el objetivo, excepto para las plantas verdes. Se considera de baja toxicidad en forma aguda o crónica; no es carcinogénico, ni mutagénico y tampoco es lesivo para la reproducción. Con respecto a los humanos, no se le considera nocivo, excepto por la posibilidad de irritación ocular transitoria y, probablemente, cutánea (con recuperación de ambas). La toxicidad de la formulación tal y como es usada en el programa de erradicación de cultivos ilícitos en Colombia, una mezcla de glifosato y Cosmo-Flux®, se ha caracterizado en pruebas específicas practicadas en animales de experimentación. La mezcla tiene poca toxicidad para los mamíferos por cualquier ruta de exposición, aunque se puede presentar irritación ocular pasajera. Por extrapolación, no se espera que la mezcla de aspersión sea tóxica para los mamíferos terrestres y vertebrados. Los estudios epidemiológicos llevados a cabo en diversas zonas en diferentes partes del mundo no han sugerido una asociación fuerte o consistente entre el uso del glifosato y resultados específicos en la salud humana. En Colombia, también se llevó a cabo un estudio epidemiológico preliminar para evaluar cualquier asociación que pudiere existir entre el glifosato y el resultado en la reproducción, el tiempo transcurrido para quedar en embarazo en los humanos. En el estudio de la referencia no se encontró ninguna asociación entre el tiempo para quedar en embarazo y el uso de glifosato en el programa de erradicación por aspersión aérea.

La caracterización de la exposición es uno de los componentes clave para cualquier evaluación del riesgo (NRC, 1993; USEPA, 1992, 1998). En Colombia no se han hecho mediciones de exposiciones en agricultores o en aplicadores de plaguicidas. En una evaluación del uso de plaguicidas entre agricultores de la cuenca amazónica del Ecuador se demostró que el paraquat y el glifosato eran ampliamente utilizados.

Los comportamientos de riesgo que se identificaron fueron el uso frecuente de plaguicidas, el lavado del equipo usado para los plaguicidas en las fuentes de agua utilizadas por las personas, la disposición inadecuada de los recipientes vacíos de los plaguicidas, el consumo de comidas y bebidas durante la aplicación de los plaguicidas, y el uso inadecuado de trajes de protección (Hurtig et al., 2003).



Foto N° 4 Aplicaciones aéreas sobre plantaciones de coca en La Macarena, Colombia (07-08-06) (Fuente: [www.fac.mil.co](http://www.fac.mil.co))

El lector podrá encontrar información detallada en el documento preparado por el Dr. Keith R. Salomon - Arturo Anadón - Antonio Luiz Cerdeira - Jon Marshall - Luz Helena Sanín y titulado **Estudio sobre los Efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos, mediante la aspersión aérea con herbicida glifosato y de los Cultivos Ilícitos en la Salud Humana y en el Medio Ambiente en Colombia**. Informe preparado para la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), División de la Organización de los Estados Americanos (OEA) Washington, D.C., EUA.. 31 de marzo de 2005.

## CATEGORÍAS DE DATOS (WHO/IPCS)

Con la finalidad de realizar análisis o estudios retrospectivos de accidentes químicos es necesario recabar información (datos). Estos datos pueden ser incluidos en categorías. Dependiendo de la magnitud del accidente la información puede ser complementada o condensada. Según la **WHO/IPCS**, se tienen las siguientes categorías para el análisis completo de un accidente:

1. Fuentes.
2. Causa aparente.
3. Razón aparente.
4. Lugar del accidente (sitio) y área afectada.
5. Cantidad de productos químicos siniestrados.
6. Propiedades de los productos químicos comprometidos en el accidente.
7. Dinámica del escape químico.
8. Rutas principales de los efectos sobre la salud humana.
9. Impactos sobre la salud humana.
10. Impacto ambiental, social y económico.
11. Métodos de rehabilitación ambiental.
12. Nivel de respuesta a la emergencia o rehabilitación.

**Fuente:** Health Aspects of Chemical safety Emergency-Rehabilitation Following Accidents Involving Toxic and Potentially Toxic and Hazardous Chemical, 1981.

## DATOS RELACIONADOS CON LAS FUENTES

Las posibles fuentes de accidentes pueden ser clasificadas en siete sub categorías:

1. Proceso de producción. Por ejemplo, reacción desencadenada de un producto químico (como en Seveso, Italia, 1976).
2. Transporte. Por ejemplo, explosión en un buque tanque (como el BAP Supe, en las costas de Piura, Perú, 2008).
3. Servicio. Por ejemplo, cualquier instalación donde se expenden derivados de petróleo (como en la estación de Petrobras, Santa Fe, Argentina, 2007).
4. Almacenamiento. Por ejemplo, se incluye almacenamiento en bodegas de ciertos productos químicos en tránsito del fabricante al distribuidos (como en el almacén de pinturas de la Fábrica Vencedor, Lima, Perú, 2007).
5. Manejo de residuos municipales, industriales y peligrosos. Por ejemplo, depósito de relaves (como en el caso de Aznalcóllar, España, 1998).
6. Desconocidos. Se incluyen todos los accidentes, donde después del proceso de investigación, la fuente de la fuga no puede ser determinada.
7. Otros. Se incluyen todas las fuentes no cubiertas por los grupos específicos anteriores. Por ejemplo, incendio en las gasolineras fijas de TAM en el aeropuerto Congonhas, Brasil. 2007)

## ACCIDENTES QUÍMICOS

### INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL ANÁLISIS DE UN ACCIDENTE QUÍMICO (Por: Lilia A. Albert)

El objetivo de la investigación de un accidente es identificar los hechos y las condiciones en que se produjo, así como cada uno de los daños que ocasionó, además de registrar estos datos y evaluarlos.

El registro de los daños es una guía sobre las áreas, condiciones y circunstancias a las que deben dirigirse los esfuerzos de prevención.



Foto N° 5 Incendio en los almacenes de la Fábrica Vencedor (www.peru21.com)

Los siete grupos de datos que reúnen lo mínimo que debe saberse sobre un accidente son:

1. **Características de las víctimas** (nombre, domicilio, edad, sexo, relación con el accidente). Si se trata de un empleado, se debe incluir las actividades que desempeña durante su trabajo, la antigüedad en él, y su experiencia.
2. **Naturaleza de las lesiones**, daños o síntomas. Éstos deben documentarse para cada uno de los afectados.
3. **Descripción del accidente**. De preferencia, debe prepararse como una narración e incluir: fecha, hora y lugar del accidente; datos climatológicos, etc. En la medida de lo posible, se debe describir lo que estaba haciendo cada uno de los afectados, los objetos y sustancias que estuvieron relacionados, y las acciones o movimientos que precedieron al accidente. Con estos datos debe elaborarse una secuencia detallada a partir del hecho o hechos que desencadenaron el accidente. Igualmente, deben describirse las características del equipo que se empleó para controlarlo y cualquier otro dato que sea de importancia.
4. **Descripción de las actividades previas**. Debe ser lo más completa posible e incluir las actividades generales y las específicas. Se debe anotar también la naturaleza de la supervisión en esta etapa (directa o indirecta), e indicar si no había supervisión.
5. **Factores de tiempo**. En este rubro se debe registrar la hora en que ocurrió el accidente y si esto tiene alguna relación con él; por ejemplo si era la primera hora del turno, si se trataba del tercer turno (en la noche), etc. También es de interés anotar la naturaleza de los turnos de trabajo (fijos, alternados, rotatorios, diurnos, etc.) y si los trabajadores afectados estaban en su hora de descanso, de comida, en tiempo extra, etc.
6. **Factores causales**. Estos son los eventos y condiciones que en una primera investigación se cree que contribuyeron directamente al accidente. Usualmente hay eventos previos que, aunque no tuvieron carácter de accidente, contribuyeron o pudieron haber contribuido a él; por ejemplo, algo que ocurrió y no debió haber ocurrido o, a la inversa, algo que no sucedió y que sí debió haber ocurrido.
7. **Acciones correctivas**. Deben incluir las que se tomaron durante el accidente e inmediatamente después de él para evitar su recurrencia; incluyen las acciones temporales y las permanentes; deben describirse con claridad.

**En este grupo también se deben anotar las acciones que debieron haberse tomado y no se tomaron, así como las recomendaciones sobre equipo personal de protección, adiestramiento, revisiones y modificaciones de los procedimientos operativos y cualquier otra acción correctiva que pueda contribuir a evitar que ocurran nuevamente accidentes similares.**

**Fuente: OPS-OMS Curso de AUTOINSTRUCCIÓN EN PREVENCIÓN, PREPARACIÓN Y RESPUESTA PARA DESASTRES CON PRODUCTOS QUÍMICOS**

<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/e/index.html>

Continúa en el Boletín N° 35

## CARTUCHOS Y FILTROS PARA RESPIRADORES



Foto N° 6 Respirador full face provisto de filtros y cartuchos

Los cartuchos y filtros son piezas que se elaboran para uno o un grupo de productos químicos de su mismo género; su protección es limitada, dependiendo de los niveles máximos permisibles de cada uno, por lo que se hace imprescindible conocer el tipo de sustancia química y su concentración en el ambiente, y así lograr un nivel óptimo de protección. Estas piezas deben cambiarse periódicamente cada vez que se saturen.

### GUÍA DE COLORES PARA IDENTIFICAR A LOS CARTUCHOS (Consultar al proveedor)

COLOR	AGENTE QUÍMICO
negro	Vapores orgánicos (metanol, acetona, acetaldehído, otros).
amarillo	Gases ácidos (cloruro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno, otros).
verde	Amoniaco
naranja	Aplicación de pinturas. Lacas y esmaltes
azul	Humos metálicos (soldadura eléctrica, fundición de metales)
verde	Plaguicidas (carbamatos, organofosforados, piretrinas)

### PRÓXIMOS EVENTOS

#### CONGRESO IBEROAMERICANO DE QUÍMICA “75 AÑOS DE LA SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ” XXIV CONGRESO PERUANO DE QUÍMICA

13 al 17 de Octubre - 2008  
Cusco, Perú

Informaciones e inscripciones:  
sqperu@gmail.com

## SEGURIDAD QUÍMICA

### RESPIRADORES MOTORIZADOS

Los PAPR (Powered Air Purifying Respirator) o respiradores motorizados, se utilizan con la intención de hacer más eficiente el trabajo de los filtros, pero para su utilización el oxígeno presente en el aire debe oscilar, como mínimo, entre 17 y 19.5 % en volumen, de lo contrario, se deben utilizar sistemas con suministro de aire.



Foto N° 7 Sistema PAPR (Fuente: [www.approvedgas\\_masks.com](http://www.approvedgas_masks.com))

### SISTEMAS CON SUMINISTRO DE AIRE

Cuando los métodos mencionados anteriormente son insuficientes, debido a que la concentración de las sustancias en el ambiente son tan altas que los cartuchos no son capaces de retenerlos o porque el producto en sí es tan tóxico a niveles permisibles muy bajos, se puede recurrir a sistemas de suministro de aire, que son de dos tipos: con líneas de aire y sistemas auto contenidos (SCBA).

Las líneas de aire funcionan por medio de un compresor ubicado en áreas externas o también por medio de tanques, cuya captura de aire puro se conduce a través de mangas a una máscara completa (tipo full face). Se les utiliza para largas jornadas de trabajo en áreas muy contaminadas.

Los equipos de aire auto contenido conducen aire limpio desde un cilindro de aire comprimido (tanque) que porta el trabajador en su espalda. El aire llega al trabajador a través de una máscara completa; éste sistema es apto para utilizarlo por períodos cortos de tiempo (30, 45 ó 60 minutos), ya que la capacidad del tanque es limitada y además puede generar cansancio al trabajador por el peso del equipo. Estos sistemas de aire son especialmente útiles para la atención de emergencias, lavado y mantenimiento de tanques y otras operaciones específicas.



Foto N° 8 Sistema SCBA (Fuente: [www.thesafetyequipmentstore.com](http://www.thesafetyequipmentstore.com))

### En el próximo número (Boletín N° 35):

Manejo Integrado de Plagas (MIP). Sistemas para el almacenamiento seguro de productos químicos. Investigación de accidentes químicos (continuación).

### CONSULTAS Y SUGERENCIAS

Dirigirse al Ing. Jorge Loayza (Oficina N° 222). Facultad de Química e Ingeniería Química. Pabellón de Química. Ciudad Universitaria. UNMSM. Lima. Perú. Correos electrónicos: [jloayzap@yahoo.es](mailto:jloayzap@yahoo.es) / [jloayzap@unmsm.edu.pe](mailto:jloayzap@unmsm.edu.pe)

Se autoriza la reproducción y difusión del material presentado, citando las fuentes (4)