

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**



**ANÁLISIS DEL ROL DE LA CIENCIA Y OTROS ACTORES SOCIALES EN  
RELACIÓN A LA PROBLEMÁTICA DEL USO DE FORMULACIONES  
AGROQUÍMICAS CON GLIFOSATO**

“Bioética. Un desafío en la investigación y en la práctica profesional”

Área Tecnología en Salud Pública

**Autor:**

Guillermo Tocchetti

**Junio 2013**

## Índice

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción                                                                                               | 3  |
| Desarrollo                                                                                                 |    |
| Descripción general, modo de acción, formulaciones comerciales                                             | 4  |
| Normas sobre el tema                                                                                       | 7  |
| Categorización de los agroquímicos según su toxicidad y análisis de la confiabilidad de esta clasificación | 11 |
| Análisis de las publicaciones científicas                                                                  | 17 |
| Rol de los actores sociales – Análisis de las implicancias bioéticas                                       | 28 |
| Conclusión                                                                                                 | 39 |
| Referencias bibliográficas                                                                                 | 40 |

## Introducción

En nuestro país, la soja es uno de los productos agrícolas más importantes y de mayor valor económico. La gran exportación de soja argentina está asociada al fuerte crecimiento de la producción desde la aparición de la variedad transgénica y a la creciente demanda internacional.

El empleo de variedades transgénicas de soja (RR) que son selectivas a glifosato ha colaborado para que este agroquímico se transforme en el compuesto utilizado mayoritariamente, ya que permite el control de malezas durante el ciclo del cultivo de soja. Ofrece ciertas características que seducen a los productores: dejaron de utilizarse otros herbicidas de amplio espectro (algunos de alto impacto) que se usaban en preemergencia o presembrado, para utilizar glifosato en forma posemergente sin producir daño al cultivo y permitiendo una aplicación acorde al grado de enmalezamiento observado. También facilitó la utilización y expansión del sistema de labranza cero, brindando muchas ventajas económicas (aumento en la productividad).

Sin embargo, el incremento extraordinario en su empleo desde la aprobación en 1996 (actualmente se usan más de 300 millones de litros anuales en nuestro país) ha ocasionado preocupación en las poblaciones urbanas respecto de los riesgos toxicológicos de este agroquímico, especialmente en las áreas limítrofes con la zona rural. Una gran cantidad de médicos de todo el país han denunciado numerosos casos de cáncer, abortos espontáneos y nacimientos con malformaciones en zonas sometidas a los agroquímicos; también se han publicado más de cien trabajos de investigación que sugieren que los herbicidas a base de glifosato pueden ser responsables de estos problemas de salud y también de otros efectos perjudiciales para el medio ambiente.

En este trabajo presentaremos al agente en cuestión, revisaremos las legislaciones y normas en torno a la temática y las consecuencias que traen aparejadas, revisaremos la vasta información científica publicada y finalmente analizaremos el rol y las responsabilidades de los diferentes actores sociales, así como también las controversias y los conflictos éticos que aparecieron en torno a ellos.

## **Descripción general, modo de acción, formulaciones comerciales**

El glifosato, N-(fosfonometil) glicina, es un herbicida organofosforado de amplio espectro, no selectivo, utilizado para eliminar malezas indeseables (pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas) en ambientes agrícolas, forestales y paisajísticos.

Este compuesto interactúa en un rango de procesos fisiológicos en plantas y su ambiente. Aunque su efecto más reconocido es actuar a través de la inhibición de la fitoenzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS), involucrada en la producción de aminoácidos aromáticos en la vía del shikimato (esenciales para el crecimiento y supervivencia de la planta), fue primeramente patentado como un potente quelante que se une a metales tales como el manganeso, magnesio, hierro, níquel, zinc y calcio, muchos de los cuales son importantes micronutrientes que actúan como cofactores enzimáticos en las plantas, en diferentes procesos fisiológicos involucrados en el sistema de defensa. Aun más, es realmente a través de la quelación del manganeso que la enzima EPSPS es inhibida.

Dejar a las plantas más susceptibles a la enfermedad a través de la actividad patogénica del glifosato es realmente la vía a través de la cual ejerce su acción herbicida. Esto sucede no sólo a través de la inmovilización de nutrientes en la planta sino que impactando al sistema agrícola como un todo. Consistentemente, si el glifosato no alcanza la raíz de la planta o la planta crece en un suelo esterilizado, la planta no muere.

Una vez aplicado el glifosato, éste es fuertemente adsorbido por los componentes del suelo, tales como arcillas, óxidos de hierro y ácidos húmicos. Sin embargo, el fósforo (incluyendo los fertilizantes en base a fósforo), pueden llevar a la desorción al herbicida, activándolo nuevamente en el suelo. Además, sufre una importante degradación, principalmente de tipo biológico, siendo su metabolito mayoritario el ácido aminometilfosfónico (AMPA).

Todo producto pesticida contiene, además del ingrediente "activo", otras sustancias cuya función es facilitar su manejo o aumentar su eficacia. En general, estos ingredientes, engañosamente denominados "inertes", no son

especificados en la hoja de seguridad ni en las etiquetas del producto (ya que es información secreta de la empresa, ver<sup>1</sup>). En el caso de los herbicidas con glifosato, se han identificado muchos ingredientes "inertes". Para aumentar la permeabilidad y ayudar al glifosato a atravesar la barrera cuticular vegetal, la mayoría de sus fórmulas comerciales incluye una sustancia química surfactante. Por lo tanto, las características toxicológicas de los productos de mercado son diferentes a las del glifosato solo. La formulación herbicida más utilizada (Round-Up) contiene el surfactante polioxietileno-amina (POEA), ácidos orgánicos de glifosato relacionados, isopropilamina y agua.

El Dr. Jorge Kaczewer, docente de la Facultad de Medicina de la Universidad Maimónides y de la Universidad de Buenos Aires (UBA), en su trabajo "Toxicología del glifosato: Riesgos para la salud humana" confeccionó la siguiente lista de ingredientes inertes identificados en diferentes fórmulas comerciales en base a glifosato; además la acompañó de una descripción clásica de sus síntomas de toxicidad aguda. Los efectos de cada sustancia corresponden, en algunos casos, a síntomas constatados en el laboratorio mediante pruebas toxicológicas a altas dosis. La mayoría de síntomas se compiló a partir de informes elaborados por los fabricantes de las diferentes fórmulas:

- Sulfato de amonio: Irritación ocular, náusea, diarrea, reacciones alérgicas respiratorias. Daño ocular irreversible en exposición prolongada.
- Benzisotiazolona: eccema, irritación dérmica, fotorreacción alérgica en individuos sensibles.
- 3-yodo-2-propinilbutilcarbamato: Irritación ocular severa, mayor frecuencia de aborto, alergia cutánea.
- Isobutano: náusea, depresión del sistema nervioso, disnea.
- Metil pirrolidinona: Irritación ocular severa. Aborto y bajo peso al nacer en animales de laboratorio.
- Ácido pelargónico: Irritación ocular y dérmica severas, irritación del tracto respiratorio.
- Polioxietileno-amina (POEA): Ulceración ocular, lesiones cutáneas (eritema, inflamación, exudación, ulceración), náusea, diarrea.

- Hidróxido de potasio: Lesiones oculares irreversibles, ulceraciones cutáneas profundas, ulceraciones severas del tracto digestivo, irritación severa del tracto respiratorio.
- Sulfito sódico: Irritación ocular y dérmica severas concomitantes con vómitos y diarrea, alergia cutánea, reacciones alérgicas severas.
- Acido sórbico: Irritación cutánea, náusea, vómito, neumonitis química, angina, reacciones alérgicas.
- Isopropilamina: Sustancia extremadamente cáustica de membranas mucosas y tejidos de tracto respiratorio superior. Lagrimeo, coriza, laringitis, cefalea, náusea.

## **Normas sobre el tema**

### ***Artículo 41 - Constitución Nacional Argentina***

- Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
- Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.
- Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.
- Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.

### ***Ley Nacional 25675 – Ley General del Ambiente***

ARTICULO 4º — La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política Ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los siguientes principios:

Principio de congruencia: La legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.

Principio de prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.

**Principio precautorio: Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como**

**razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.**

Principio de equidad intergeneracional: Los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

Principio de progresividad: Los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

Principio de responsabilidad: El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

Principio de subsidiariedad: El Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

Principio de sustentabilidad: El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

Principio de solidaridad: La Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

Principio de cooperación: Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional, El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.

### ***Ley Provincial de Productos Fitosanitarios 11273<sup>2</sup>***

Esta ley regula el uso de agroquímicos pero no fija límites para las fumigaciones. Otorga esa facultad a los intendentes y presidentes comunales.

Aunque la ley fue sancionada en 1995, la gran mayoría de los municipios aún no establecieron las áreas fumigables.

***Resolución 350/99: "Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina"***

La norma nacional que categoriza los agroquímicos por su toxicidad en Argentina no es una ley, ni tampoco el reglamento de una ley. Es parte del texto de un manual que está incluido como anexo de la Resolución mencionada.

La metodología de categorización y las categorizaciones que indica ese manual son las que después utilizan los gobiernos provinciales para legislar sobre la aplicación de los agroquímicos en sus propios ámbitos.

Para medir la toxicidad de un producto, el Manual de Procedimientos, en su Capítulo 2, denominado Consideraciones Generales, señala: *"Se adoptará como clasificación toxicológica la de la Organización Mundial de la Salud que conforma el Anexo correspondiente en el presente Manual, utilizando para tal fin la toxicidad aguda del producto formulado"*.

***Actualidad***

Hace casi dos años se ha presentado un pedido formal de cambios profundos a la ley 11273, con aval de organizaciones de más de 50 poblaciones y de 100 instituciones. La reforma de la ley de agroquímicos había sido votada en 2009 por la Cámara de Diputados pero perdió estado parlamentario porque el Senado nunca la trató. En noviembre de 2011 –a pocos días de dejar su banca– el representante del departamento Rosario, Juan Carlos Zabalza, reingresó el proyecto, aunque hasta el momento la Comisión de Salud y Medio Ambiente no le dio dictamen.

Esta mora obedece a que los senadores no pudieron encontrar todavía un punto de acuerdo que sintetice la necesidad de preservar el ambiente y la salud con los requerimientos del sector productivo. Por un lado, los que defienden la legislación actual señalan que los reformistas no pueden probar con rigor científico sus denuncias respecto de los daños que causa el uso de

agroquímicos. En la vereda de enfrente, aluden a un supuesto interés particular de parte de los senadores para frenar el tratamiento del proyecto. Por ello, entregaron una petición formal en la Cámara alta requiriendo la lista de senadores con participación personal, familiar o societaria en emprendimientos de carácter comercial con fines de lucro relacionados con actividades agropecuarias o que pudieran verse afectados por la nueva ley regulatoria del uso de agroquímicos.

## **Categorización de los agroquímicos según su toxicidad y análisis de la confiabilidad de esta clasificación**

Analizar la forma en que la OMS categoriza los agroquímicos en general y al glifosato en particular es muy importante porque las clasificaciones resultantes (y las derivadas de ellas) son utilizadas por instituciones públicas y privadas para diversos fines:

- Por el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, más específicamente el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), para justificar las aprobaciones y clasificaciones de los pesticidas.
- Por los gobiernos provinciales y locales para elaborar las normas que regulan la aplicación de los pesticidas, especialmente en lo referido a la determinación de las distancias libres de pulverización aérea y terrestre y a los correspondientes controles. Por ejemplo, en la Provincia de Santa Fe, la Ley 11273 sobre Productos Fitosanitarios dice:

*Art. 33º) Prohíbese la aplicación aérea de productos fitosanitarios de clase toxicológica A y B dentro del radio de 3000 metros de las plantas urbanas. Excepcionalmente podrán aplicarse productos de clase toxicológicos C ó D dentro del radio de 500 metros, cuando en la jurisdicción exista ordenanza municipal o comunal que lo autorice, y en los casos que taxativamente establecerá la reglamentación de la presente. Idéntica excepción y con iguales requisitos podrán establecerse con los productos de clase toxicológica B para ser aplicados en el sector comprendido entre los 500 y 3000 metros.*

*Art. 34º) Prohíbese la aplicación terrestre de productos fitosanitarios de clase toxicológica A y B dentro del radio de 500 metros de las plantas urbanas. La aplicación por este medio de productos de clase toxicológica C y D se podrá realizar dentro del radio de los 500 metros y conforme a la reglamentación.*

Sin tener en cuenta que la norma está desactualizada en cuanto a la nomenclatura de la clasificación, es claro que cuanto menos tóxico es la

clasificación del producto, las precauciones y prevenciones son menos exigentes.

- Por los productores agrarios y los productores y comercializadores de insumos agrícolas, así como las asociaciones que los agrupan, como la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFA), la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA) y la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA), para promocionar y difundir en la sociedad y presionar a los organismos públicos argumentando que los plaguicidas aplicados masivamente no hacen daño a la salud y al ambiente.

¿Por qué poner en tela de juicio los informes y las clasificaciones de la OMS?

1. Porque la misma OMS en su publicación “Clasificación de los plaguicidas recomendada por la OMS según su peligrosidad y directrices para la clasificación: 2009” dice que la clasificación no tiene garantías de ningún tipo y que no se hace responsable de los daños derivados de su uso:

*...el material publicado se distribuye sin garantía de cualquier tipo, ya sea explícita o implícita. La responsabilidad de la interpretación y el uso del material recaen en el lector. En ningún caso la Organización Mundial de la Salud será responsable por daños derivados de su uso.*

Reafirmando aún más la responsabilidad de la autoridad de aplicación (en nuestro caso el SENASA), el informe dice:

*Las precauciones específicas necesarias para el uso de un plaguicida dependen de la naturaleza de la formulación y el patrón de uso; y son mejor decididas por una autoridad de registro de plaguicidas cuando acepta una etiqueta comercial.*

2. Porque la OMS señala que los criterios de clasificación son sólo una guía complementaria.

Los criterios de clasificación son una guía para complementar pero nunca para sustituir un conocimiento especial, el juicio clínico profundo y fundamentado o la experiencia con un compuesto.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SENASA) debería tener especialmente en cuenta los conocimientos de los médicos que atienden a la población afectada por el uso de los pesticidas. Ellos vienen difundiendo desde hace varios años numerosos y detallados informes que ponen de manifiesto el avance de enfermedades como el cáncer, los abortos espontáneos y las malformaciones congénitas asociadas al incremento de las pulverizaciones. Muchos de estos reportes están contenidos en el informe del 1er Encuentro de Médicos de Pueblos Fumigados<sup>3</sup> realizado en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba en agosto de 2010. Se trata claramente de un conocimiento especial y fundamentado que no debe ser sustituido por los criterios de clasificación de la OMS, tal cual lo señala esa misma institución desde hace ya más de 35 años.

**3.** Porque la OMS referencia su clasificación en investigaciones desactualizadas y sesgadas.

La información que utiliza está absolutamente sesgada y desactualizada; y esa desactualización forma parte del sesgo, ya que precisamente los estudios posteriores a los considerados, realizados por investigadores independientes, son los que principalmente muestran los daños a la salud que produce el glifosato.

a) Referencia a trabajos desactualizados.

Los trabajos más actualizados citados son de 1992, lo que implica que OMS 2009 fue realizado ignorando por lo menos las investigaciones sobre el glifosato de los últimos 17 años. Es decir que el informe de la OMS más actualizado que es utilizado para regular las prácticas y las legislaciones en todo el mundo en general y en la Argentina en particular, ignora todas las investigaciones sobre el glifosato entre 1992 y 2009.

A esto es necesario añadir que el contexto para los investigadores con criterio independiente de las empresas es particularmente hostil, ya que deben enfrentarse a las críticas y desacreditaciones sistemáticas de organismos oficiales y privados, que montan campañas de desprestigio en su contra. Así

quedó en evidencia, entre tantos otros, en los casos tal vez más conocidos de Gilles-Eric Seralini en Francia y Andrés Carrasco en Argentina.

Estos trabajos muestran la vinculación del glifosato con múltiples daños toxicológicos, que van desde cáncer hasta malformaciones congénitas, pasando por alergias; mal funcionamiento de enzimas; la afectación del metabolismo energético de las mitocondrias, lo que pone en riesgo la sobrevivencia celular; abortos espontáneos; la disrupción hormonal, con concentraciones muchísimo más bajas que las que incluso pueden llegar a ser ingeridas con el consumo de alimentos de origen transgénico provenientes de vegetales tratados con estos productos.

La lista de esos trabajos es muy larga, y serán analizados más en detalle posteriormente. Como veremos también en esa sección, existen varios estudios sobre ecotoxicidad del glifosato. Estos trabajos son ignorados en la clasificación realizada por la OMS.

b) Quiénes realizaron los trabajos citados por la OMS.

Los informes referenciados por OMS (1994) no sólo están desactualizados, ignorando la mayoría de los que demuestran la toxicidad real del glifosato, sino que además se basan principalmente en trabajos suministrados por las empresas interesadas en la producción y comercialización del producto y sus formulados. Por ejemplo, 180 fueron realizados y/o suministrados por Monsanto.

Más de 150 de los informes citados no fueron publicados, es decir, que no fueron sometidos a referato ni crítica de pares, de los cuales una centena fueron suministrados por Monsanto.

Muchos de los otros trabajos referenciados también fueron provistos por otras empresas que producen y comercializan el producto y/o sus formulados, y no fueron publicados, como por ejemplo los 17 de Agrichem B.V., productora y comercializadora de pesticidas con sede en los Países Bajos; los 5 de Luxan B.V., también de los Países Bajos, o los 5 de Rhône Poulenc.

Estos informes no son utilizados en forma complementaria, como cabría esperar, sino como información principal en las consideraciones utilizadas para la clasificación. Basta citar un par de ejemplos. El informe no publicado Monsanto (1990a) Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid

in forestry sites. St. Louis, Missouri, Monsanto Ltd (Unpublished report No. MSL-9940) aparece citado dos veces para justificar consideraciones sobre la disipación del glifosato, y Monsanto (1988a) Metabolism of glyphosate in Sprague-Dawley rats. Part II. Identification, characterization, and quantitation of glyphosate and its metabolites after intravenous and oral administration. St. Louis, Missouri, Monsanto Ltd (Unpublished report No. MSL-7206) dos veces en referencia a aspectos metodológicos y transformaciones metabólicas.

**4.** Por la metodología usada para la clasificación (DL50 como garantía de inocuidad).

Hay otros motivos para no considerar suficiente la clasificación de la OMS para proteger la salud de la población y el ambiente de los daños que producen los agroquímicos.

La metodología que se utiliza para la clasificación toxicológica es, exclusivamente, la denominada DL50. Consiste en determinar cuál es la dosis letal media aguda, es decir, determinar cuál es la cantidad de agroquímico que mata al 50% de una población de ratas, cuando es expuesta por un tiempo relativamente corto al producto investigado. Así, cuanto menos producto es necesario para matar a la mitad de las ratas, se considera que el agroquímico (producto fitosanitario) es más peligroso.

La penetración del producto en la rata se analiza por vía oral (sólido o líquido), dérmica (sólido o líquido) o por inhalación (fumigantes o gaseosos), que son las tres vías en que un agroquímico puede penetrar en el cuerpo de un mamífero.

Los agroquímicos, siguiendo la clasificación por la DL50 de la OMS, son categorizados e indicados como:

Ia - Sumamente peligroso, muy tóxico. Banda roja

Ib - Sumamente peligroso, tóxico. Banda roja

II - Moderadamente peligroso, Nocivo. Banda amarilla

III - Poco peligroso, cuidado. Banda azul

IV - Normalmente no ofrece peligro, cuidado. Banda verde

Las cantidades correspondientes a cada categorización están disponibles en el mismo manual, y en diferentes sitios de Internet.

Ahora bien, lo que no considera esta metodología son:

- **la toxicidad subletal**, es decir, la que no mata en un plazo corto, pero causa otros daños y/o mata en un plazo largo.
- **la toxicidad crónica**, es decir, aquella que produce daños y/o muerte por exposición repetida.

La metodología de clasificación basada en la DL50 no tiene en cuenta, por ejemplo, si el agroquímico analizado mata un par de años después de una aplicación, porque no es toxicidad aguda; o si mata después de exposiciones repetidas a lo largo de varios años; o si produce o induce malformaciones congénitas, abortos espontáneos, cáncer, afecciones cardíacas, afecciones neurológicas, alergias, daños oculares, y tantos otros daños a la salud que señalan los estudios realizados por investigadores que no dependen de las empresas productoras y/o comercializadoras de estos productos.

Todo agroquímico que cause estos daños, pero que no mate a la mitad de la muestra de ratas en forma aguda con altas dosis, es categorizado como producto clase IV, considerado como que normalmente no ofrece peligro.

Además, los agroquímicos no se aplican en forma pura, sino combinados con otros productos (formulados del agroquímico principal). Como vimos anteriormente, el Round Up contiene, además del glifosato, diversas concentraciones de otros aditivos (como el POEA) que aumentan la toxicidad. Sin embargo, la metodología DL50 realiza la investigación de la toxicidad aguda a partir del principio activo principal en forma pura; es decir, para el glifosato puro, sin analizar qué es lo que pasa con el formulado que se aplica en la realidad.

Finalmente, podemos agregar que no son difundidos los procedimientos de conformación de los equipos responsables de la elección de los estudios a utilizar como referencia, su análisis, evaluación y elaboración de las consideraciones y clasificación finales.

## Análisis de las publicaciones científicas

Si bien es cierto que en muchas materias o ciencias hay dos bibliografías, acá este aspecto es muy marcado: un grupo dice que contamina y el otro grupo dice que no contamina. De ambos lados encontramos evidencias científicas y son las que se analizarán en esta sección.

En primer lugar analizaremos lo que tiene para decirnos la empresa Monsanto. La misma asegura que “se ha demostrado, por medio de diferentes análisis, que el glifosato no presenta efectos nocivos sobre la fauna (mamíferos, aves), microfauna (artrópodos), ni sobre la salud humana, ni tiene efectos adversos para el ambiente, cuando es empleado correctamente para los fines previstos en su etiqueta. No existen al momento, en Argentina o en el mundo, estudios científicos serios que cuestionen o invaliden ninguno de los múltiples estudios realizados sobre el glifosato, y que avalan sus características y propiedades” y agrega que “de acuerdo al Informe publicado por la Reunión Conjunta FAO/OMS (Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues, JMPR)<sup>4</sup>, el glifosato:

- posee baja toxicidad aguda
- no es genotóxico (no provoca daños ni cambios 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)
- no tiene efectos sobre la reproducción.

Y ofrece como aval el siguiente material de consulta:

- Estudio de bio-monitoreo que evalúa la exposición real a pesticidas John F. Acquavella, Bruce H. Alexander, Jack S. Mandel, Christophe Gustin, Beth Baker, Pamela Chapman, and Marian Bleeke, 2004 Glyphosate Biomonitoring for Farmers and their Families: Results from the Farm Family Exposure Study. Environmental Health Perspectives, doi:10.1289/ehp.6667<sup>5</sup>

- World Health Organization, 1997. Rolling revision of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO/EOS/97/7. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2004. IPCS and IOMC (UNEP,ILO,FAO,WHO,UNIDO,UNITAR & OECD) table 5, page 31-33
- U.S. EPA. 1993. R.E.D. Facts: Glyphosate [Glifosato: hechos esenciales sobre la decisión de un nuevo registro]. EPA-738-F-93-011. Environmental Protection Agency, Washington, D.C<sup>6</sup>
- U.S. EPA (2006) Glyphosate; Pesticide Tolerances. Final Rule; Environmental Protection Agency. Federal Register 62(154): 42921-42928.
- Williams G, Kroes R, Munro IC. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup® and its active ingredient, glyphosate, for humans [Evaluación de riesgos y seguridad del herbicida Roundup® y su ingrediente activo, el glifosato, en los humanos] . Regulatory Toxicology and Pharmacology, (2000) Vol. 31, pp. 117-165.
- Giesy JP, Dobson S, and Solomon KR., Ecological Risk Assessment for Roundup® Herbicide. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology [Evaluación del riesgo ecológico del herbicida Roundup® . Análisis de la contaminación medioambiental y de la toxicología], (2000) Vol. 167, pp. 35-120.
- James, C. 2007. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007 [Situación mundial de los cultivos biotecnológicos/MG comercializados: 2007], ISAAA brief No. 37
- WHO (1994) Environmental Health Criteria 159: Glyphosate. World Health Organization. Geneva, Switzerland<sup>7</sup>.
- EGEIS toolbox: European Glyphosate Environmental Information Source: sitio de consulta europeo.<sup>8</sup>

Por otra parte, una gran cantidad de científicos de todo el mundo han publicado muchos trabajos que muestran exactamente lo contrario a lo que dice Monsanto. A continuación se expone un resumen de las conclusiones de algunas de estas investigaciones, agrupadas por categorías:

Toxicidad en suelo

Glifosato tiene la capacidad de translocarse del tejido vegetal (raíz) hacia el suelo e incrementa la persistencia de dos a seis veces en suelos en los que pudiesen existir restos de plantas a los que previamente se aplicó el herbicida (Doublet et al., 2009)<sup>9</sup>. El glifosato una vez en el suelo puede removilizarse por competencia con el fósforo, lo cual podría representar una ruta de transferencia adicional del herbicida hacia plantas no consideradas (blanco u objetivo), esto estará fuertemente influenciado por las características del suelo como potencial de fijación de fósforo, contenido de hierro disponible para la planta, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de arena y materia orgánica del suelo (Bott et al., 2011)<sup>10</sup>.

#### Toxicidad en ecosistemas acuáticos

El uso de herbicidas basados en glifosato como por ejemplo Roundup, afecta la calidad del agua y a organismos acuáticos, modificando con esto la estructura y funcionalidad de estos ecosistemas.

Las afecciones incluyen retardo en el crecimiento de organismos como algas y peces, inhibición de la eclosión en erizos, cambios histopatológicos en branquias de tilapia como proliferación de células filamentosas e hiperplasia celular, dilatación del espacio de Bowman, vacuolación de hepatocitos y picnosis nuclear en hígado y en riñón; alteraciones de parámetros enzimáticos (acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa, carboxilesterasa y glutatión S-transferasa) en *R. arenarum*, alteración de la actividad sexual y de transaminasas en peces, así como distorsiones metabólicas, hematológicas y bioquímicas de algunos órganos y constituyentes de tejidos como lípidos totales, glucosa, entre otros. Dichas alteraciones dependen de la especie u organismo, tipo de compuesto, la concentración de glifosato en agua y el tiempo de exposición (Frontera et al., 2011<sup>11</sup>; Jiraungkoorskula et al., 2002<sup>12</sup>; Lajmanovich et al., 2011<sup>13</sup>).

En el año 2005, Rick Relyea estableció una serie de evidencias<sup>14</sup> respecto a que numerosas formulaciones que contienen el surfactante POEA son potencialmente letales para anfibios: la aplicación de Round-up sobre fuentes de agua con estos animales provocó una disminución del 70% en la diversidad

de renacuajos, un 86% en la biomasa de renacuajos y una mortalidad de 98-100% en cuatro de las cinco especies de anfibios estudiados. En relación a este tema en particular, se ha dado un notable debate científico entre Thompson y Relyea sobre los efectos reales de las formulaciones de glifosato sobre los anfibios. El mismo fue publicado en el volumen 16 de la revista *Ecological Applications*, de la *Ecological Society of America*.

En la misma línea pero en nuestro país se llevó a cabo un estudio interinstitucional entre el Instituto Tecnológico de Chascomús (Intech) y el Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA): en el trabajo “Efectos del herbicida Roundup en comunidades microbianas de agua dulce: un estudio de mesocosmos<sup>15</sup>” se encontró que el glifosato destruye y altera la flora y la fauna de las lagunas bonaerenses.

#### Toxicidad en animals

Romano et al. (2010)<sup>16</sup>, encontraron que el glifosato cambia significativamente el desarrollo de la pubertad de ratas macho Wistar en forma dependiente de la dosis; reduciendo la producción de testosterona y disminuyendo significativamente el espesor del epitelio de los conductos seminíferos con lo que sugieren que la formulación comercial de glifosato es un potente disruptor endocrino in vivo en el desarrollo reproductivo en ratas cuando la exposición es en el período de pubertad; esto concuerda con lo expuesto por Dallegrave et al. (2007)<sup>17</sup> quienes concluyeron que la formulación comercial de glifosato (Roundup), induce efectos reproductivos adversos en ratas macho Wistar durante la exposición prenatal y postnatal; una disminución en el número de espermatozoides durante la etapa adulta, un incremento en el porcentaje de espermatozoides anormales y una disminución del nivel sérico de testosterona en la pubertad.

El año pasado, siguiendo en la misma línea, se probó en otro trabajo<sup>18</sup> que los herbicidas basados en glifosato provocan la necrosis y apoptosis de células testiculares de ratas y provocan la disminución de sus niveles de testosterona.

Por otra parte, estudios de Marc han sugerido que el glifosato per se, deteriora los puntos de control del ciclo celular asociados a la reparación del DNA (activa

el mecanismo check-point, lo que favorece la transformación hacia una masa tumoral), (Marc J. y col, Res. Chem. Toxicology 2002<sup>19</sup>) y el glifosato y su principal metabolito (AMPA) alteran la transcripción en embriones de erizo de mar (Marc J. y col, Toxicol. Appl. Pharmacol. 2005<sup>20</sup>) afectando el desarrollo embrionario.

## Toxicidad en humanos

Diferentes estudios muestran que glifosato es nocivo para el organismo humano. El grupo dirigido por Gilles-Eric Seralini, de la Universidad de Caen en Francia, a través de sucesivos informes en 2005<sup>21</sup>, 2007<sup>22</sup> y 2009<sup>23,24</sup>, ha demostrado que el Roundup a través de su surfactante POEA produce la muerte de las células embrionarias, placentarias y del cordón umbilical, dando origen a malformaciones, teratogénesis y tumores. Estos estudios se realizaron usando marcadores enzimáticos de daño de la mitocondria (succinato dehidrogenasa) y de muerte celular programada (caspasas 3/7), que mostraron el efecto toxico en dosis inferiores 10 a 1000 veces menores a las usadas en agricultura.

Siguiendo en el ámbito europeo, un estudio publicado en el Journal of American Cancer Society<sup>25</sup> por eminentes oncólogos suecos, reveló una clara relación entre glifosato y linfoma no Hodgkin (LNH), una forma de cáncer. Los investigadores sostienen que la exposición al herbicida incrementa los riesgos de contraer LNH y, dado el creciente aumento de su uso mundial desde que se hizo este estudio, urge la necesidad de realizar nuevos estudios epidemiológicos. El hallazgo se basó en un estudio/control de casos poblacionales conducido en Suecia entre 1987 y 1990. Sus autores concluyeron que "la exposición al herbicida incrementa el riesgo de padecer LNH". El aumento en la incidencia de este cáncer detectado en las últimas décadas en países occidentales, ahora también se está viendo en muchos otros países. Según la American Cancer Society, tal incremento alcanzó, desde 1970, la alarmante cifra de un 80%.

En Argentina, el Dr. Andrés Carrasco (Director del Laboratorio de Embriología de UBA-CONICET y descubridor de los Genes Hox) informó en 2009<sup>26</sup>, haber

comprobado en ensayos realizados durante dos años, que el glifosato usado en dosis mucho menores a las de campo, y en diluciones similares a las que se encuentran en los cursos de agua como restos, produce malformaciones placentarias y embrionarias en una especie de anfibio llamada *Xenopus laevis*, alterando todo el proceso de morfogénesis del anfibio, proceso que a su vez es común a todos los vertebrados y por lo tanto común al ser humano.

Los trabajos de Simoniello et al., 2008<sup>27</sup>-2010<sup>28,29</sup>, realizados con poblaciones que pertenecen a la Provincia de Santa Fe, muestran que tanto los grupos expuestos directamente (los aplicadores de pesticidas), como los expuestos indirectamente (los trabajadores rurales que no fumigan en sus tareas cotidianas), revelaron un aumento significativo del índice de daño al ADN, utilizando el Ensayo Cometa, en comparación con los controles (no expuestos laboralmente a pesticidas). Además, hemos observado una diferencia significativa dentro de los aplicadores cuando se consideran sus años de antigüedad en el trabajo y cuando se analiza si usan o no equipos de protección personal. La influencia de los llamados “factores de confusión” fue investigada y no se observaron diferencias significativas al considerar edad, sexo, hábito de fumar y consumo de alcohol en ninguna de ambas poblaciones. La genotoxicidad positiva observada en los trabajadores expuestos de este estudio puede deberse a la falta de medidas de seguridad, ropa de protección, guantes o botas adecuados. Esto es coincidente con otras investigaciones. Por ejemplo, se ha determinado un aumento de micronúcleos en los expuestos a plaguicidas que no usaban guantes de protección (Bolognesi et al., 2002<sup>30</sup>); aumento de las aberraciones cromosómicas y en las frecuencias de micronúcleos se hallaron en una población portuguesa expuesta que no usaba protección durante el trabajo agrícola (Costa C. et al., 2006<sup>31</sup>) y del mismo modo en la Argentina (Dulout et al., 1985<sup>32</sup>). Curiosamente, cuatro estudios que informaron que la mayoría de los trabajadores utilizaban medidas de precaución (>60%) concluyeron con resultados negativos (Bolognesi et al., 2004<sup>33</sup>; Pastor et al., 2001<sup>34</sup> y 2002<sup>35</sup>; Piperakis et al., 2003<sup>36</sup> y 2006<sup>37</sup>). Esto indica la importancia del equipo de protección para prevenir daños durante la exposición.

En otros países sudamericanos también se realizaron estudios sobre exposición a glifosato y daños genéticos. Desde la Universidad Católica de

Ecuador, informan que el problema de las aspersiones aéreas con glifosato se ha agudizado en la zona de la frontera con Colombia; observándose un cambio en el estándar de salud de la población, los habitantes de la zona incrementaron dramáticamente los problemas respiratorios, gastrointestinales, alérgicos, dermatológicos, neurológicos y psicológicos (CIP, 2011<sup>38</sup>).

En el estudio de laboratorio que se realizó para evaluar el daño del material genético de los individuos expuestos en la zona de la frontera norte, se encontró que todos los individuos evaluados presentaban fragmentación de su material genético, que está relacionado con alteraciones de genes que pueden inactivarse, perderse o transponerse en otros sitios, alterando su función y relacionarse a mutaciones involucradas con el desarrollo de cáncer e incremento de abortos. La mayoría de los individuos reparan el daño al ADN mediante mecanismos propios de la célula, sin embargo, los grupos crónicamente expuestos, como el caso de las personas que habitan la frontera y reciben las aspersiones no logran reparar el daño (CIP, 2011).

A los estudios anteriores podemos agregar el de Saes et al., 2010<sup>39</sup> y el realizado sobre la aplicación aérea de plaguicidas en Colombia como parte del Programa de erradicación de cultivos ilícitos (Varona et al., 2009<sup>40</sup>), ambos afirman que existen efectos nocivos a la salud asociados al uso de glifosato.

También se han desarrollado estudios enfocados a los compuestos presentes en las formulaciones, como por ejemplo el surfactante POEA. De acuerdo con varias observaciones, POEA puede causar daño gastrointestinal, dificultad para respirar, afectar al sistema nervioso central y destruir eritrocitos en sangre humana. Estos trabajos también establecen que el compuesto POEA puede contener una impureza identificada como 1-4 dioxano, de la que se ha probado capacidad carcinogénica en animales, daño al hígado y riñones en humanos (U.S. Department of State, 2005<sup>41</sup>). Mitchell et al.<sup>42</sup> (1987), compararon dos formulaciones comerciales de glifosato, Roundup y Rodeo/X-77 en diferentes peces de agua dulce, y determinaron que la toxicidad aguda en términos de DL50 a las 96 horas difería aproximadamente 10 veces y adjudicaron esta diferencia al tipo de surfactante presente en las formulaciones. Cuando se probó Rodeo sin formulación previa con su surfactante X-77, la toxicidad

disminuyó considerablemente de 130 mg/L a 580 mg/L ( $p < 0.05$ ). Por otra parte Folmar et al.<sup>43</sup>(1979), determinaron el efecto del herbicida Roundup y glifosato grado técnico sobre peces e invertebrados acuáticos y sugieren que el surfactante es el agente tóxico primario en la formulación comercial de Roundup; los valores de DL50 a las 96 horas obtenidos en el estudio fueron de 2,0 mg/L para el surfactante y 140 mg/L para el glifosato grado técnico. Por su parte Servizi et al.<sup>44</sup> (1987), examinaron la toxicidad aguda de glifosato y MONO818 (mezcla que constituye a Roundup) en especies de peces de agua dulce como salmón y trucha, encontraron que el MONO818 es más tóxico que glifosato. Por otra parte se conoce que los tensoactivos son capaces de interferir con la morfología de las células del epitelio branquial en los peces. En conclusión, es muy probable que los surfactantes declarados como parte de los “constituyentes inertes” puedan potenciar el poder toxicológico de los herbicidas a base de glifosato.

Esta amplia y contradictoria información científica existente fue la madre de muchas discusiones y controversias que tienen que ver con el quehacer científico y sus sesgos de información, con los métodos que se aplican en las investigaciones y con el comportamiento ético.

El Estado Nacional también tomó cartas en el asunto. En base a la creciente preocupación que ha manifestado la sociedad, en el año 2009 el Poder Ejecutivo Nacional creó la Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos para que estudie esta problemática (decreto 21/2009). Esta comisión y un Consejo Científico Interdisciplinario del CONICET elaboraron un informe titulado “Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente”<sup>45</sup>.

El informe analiza temas puntuales y contrapone bibliografías. Entre sus conclusiones pueden destacarse la carencia de información suficiente para determinar algunas cuestiones y relativización de los posibles efectos negativos. También se afirma la poca probabilidad de contaminación de aguas subterráneas. Respecto al hallazgo de vestigios de glifosato en granos de soja lo relaciona directamente con las malas prácticas: “si se lo utiliza de modo responsable no habría ningún riesgo para la salud humana”. Respecto a los estudios sobre mamíferos no humanos considera que es improbable que las

vías de ingreso utilizadas se desarrollen en ambientes rurales. Por tanto sería “ligeramente tóxico” con dificultades para su absorción por todas las vías no parentales. Refieren también a los problemas para probar la relación causal en los estudios epidemiológicos que relacionan la exposición al glifosato con el cáncer, defectos de nacimiento y anormalidades reproductivas. Descartan las alteraciones de las estructuras de ADN y la enfermedad de Parkinson. Afirman la escasez de datos para analizar los efectos sobre el medio. Concluyen afirmando: en Argentina no existen suficientes datos sobre los efectos del glifosato en la salud humana, por lo cual sería importante promover la realización de los estudios pertinentes.

Este informe fue citado continuamente por los lobbies de apoyo a la agricultura industrial, sobre todo después del inédito “Fallo San Jorge”. Pero también fue víctima de un duro cuestionamiento por parte de la comunidad científica. Entre los tantos aspectos criticados se destacan:

- Total ausencia del Principio Precautorio (anteriormente descripto). El profesor titular de Biología Evolutiva en la Universidad Nacional de Córdoba y Premio Nobel Alternativo 2004, Raúl Montenegro, se pregunta: ¿es legal analizar el glifosato sin considerarlo en el marco de la legislación vigente? Mientras que el bioquímico y jefe del Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Nacional del Nordeste, Raúl Horacio Lucero, aseguró al respecto: “debe suspenderse la aplicación del producto en cuestión hasta tanto se realizan los estudios pertinentes que demuestran su inocuidad. No es ético ni razonable investigar una vez que el daño ya está hecho y es irreversible”
- Utiliza bibliografía sesgada y equipara estudios de Monsanto con trabajos científicos independientes. El informe utiliza reiteradamente la información proveniente de Monsanto para sostener su inocuidad, sin contradecirla o ponerla en duda. Entre las páginas 42 y 100 se menciona en 19 oportunidades a trabajos, reportes y fichas técnicas tomadas de Monsanto y que nunca fueron publicadas en su totalidad. Cuando el informe aborda la “experimentación en mamíferos no humanos”, explicita: “Los resultados originales no pudieron ser consultados directamente pues se trata de reportes nunca publicados del Laboratorio de Salud perteneciente al grupo Monsanto”, reconoce en la página 64. Sin embargo, los mismos materiales de Monsanto son utilizados para refutar investigaciones independientes. Se cita

reiteradamente un trabajo de Gary Williams, Robert Kroes y Ian Munro del 2000. Se referencia en 32 oportunidades y se utiliza como escudo de protección ante los estudios críticos sobre glifosato. “La recopilación de Williams fue patrocinada por la empresa Monsanto. El mundo académico lo sabe. Aún así, en el informe del Conicet muchas investigaciones independientes resultaron invalidadas por las observaciones realizadas por Williams para Monsanto”, manifestó Fernando Mañas, un investigador de CONICET con publicaciones internacionales sobre daño genético producido por glifosato y citado en el informe. El ya citado Raúl Lucero dijo: “Williams es Monsanto. Es increíble que para validar la toxicidad o no de un producto se tenga en cuenta bibliografía generada por el mismo actor que lo comercializa” Lo cierto es que la página 67 del informe oficial reconoce que, “utilizando la misma información que acepta y difunde Monsanto”, la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) clasificó al glifosato como perteneciente al “Grupo E” (sin evidencia de efecto carcinogénico en humanos). El equipo científico del Conicet no cuestiona ese hecho. Montenegro opinó que el informe debió ser sometido a referato y presentarlo sin una previa evaluación de sus contenidos fue un grave error.

- Temas que no se analizaron. Al respecto, Sánchez dice que “el Informe presenta una visión netamente productivista cuando habla del uso del glifosato en el sistema productivo. Subestima aspectos ecológicos, sociales y económicos fundamentales y estrechamente ligados a la sustentabilidad agrícola. No se mencionan libros, informes y artículos publicados que fundamentan estos aspectos” Mientras que Montenegro manifiesta que no se tuvo en cuenta el efecto combinado con otros agroquímicos ni la disrupción endocrina.
- Designación de los integrantes del Consejo Científico Interdisciplinario. No hubo convocatoria abierta ni concurso. Y es llamativo que no existen referencias sobre quiénes son los autores de cada capítulo. Las áreas de prensa de Conicet, INTA e INTI desconocen la metodología de elección. Claudio Marco Ghera fue uno de los convocados para el informe. Es ingeniero agrónomo y director del Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas. En 2008 fue director de “cursos de especialización” organizados por Aapresid (la ONG que impulsó la sojización, donde participan los mayores productores

del país) y la Facultad de Agronomía. Además, cuenta con al menos dos investigaciones en coautoría con Monsanto, Glyphosate-Resistant weeds of South American cropping systems (2008) y Evolution of Glyphosate-Resistant Johnsongrass in Glyphosate-Resistant Soybean (2007). Ghera también integró la Conabia (Comisión Nacional Asesora de Biotecnología de la Secretaría de Agricultura), el organismo que autorizó la soja transgénica y el uso de glifosato.

## **Rol de los actores sociales – Análisis de las implicancias bioéticas**

### **ESTADO**

Analizaremos el rol del Estado desde diferentes puntos de vista.

Primero, en relación a los organismos oficiales y la clasificación toxicológica, teniendo en cuenta que cualquier cambio en la metodología de categorización se puede realizar mediante una resolución ministerial, un decreto presidencial, o una ley nacional (cualquiera de las tres instancias es legal y legítima), podríamos plantearnos algunos interrogantes:

Los agroquímicos que no tengan evaluadas de forma precisa todas las toxicidades (letales agudas, subletales, crónicas) y que por lo tanto no sepamos sobre el daño que nos puedan hacer, ¿deberían estar prohibidos? ¿Deberían estar por lo menos categorizados como la: sumamente peligrosos, muy tóxicos; e identificados con banda roja para hacer que se tomaran muchas más prevenciones y precauciones en su aplicación?

Los formulados de los agroquímicos actualmente se caracterizan con la toxicidad del producto principal (glifosato), ¿deberían acaso ser categorizados con la toxicidad del producto más tóxico?

Sabiendo que en la realidad se pulverizan varios agroquímicos mezclados, precisamente porque así son más tóxicos que por separado, ¿debería considerarse la toxicidad sinérgica de todos los productos?

¿El concepto utilizado en la Resolución 350/99 “normalmente no ofrece peligro” induce a la confusión? Para la mayoría de la población “normalmente” se refiere a lo habitual, a lo que ocurre generalmente, y no a lo que ocurre si se cumplen las normas.

De acuerdo al Principio Precautorio de la Ley General del Ambiente, ¿somos los habitantes de la nación los que debemos demostrar que los agroquímicos y los procesos productivos nos causan daño, o en cambio son las empresas que los producen, comercializan, utilizan o inducen su utilización las que deben demostrarlo (y el Estado debe asegurarnos que esas demostraciones son válidas)? Esto se conoce como inversión en la carga de la prueba, y aprovecho

para destacar que mi ciudad de origen fue famosa en todo el país por haberse aplicado este principio correctamente en la Resolución N° 331 de la Sala Segunda de la Cámara de Apelación en lo Civil y Comercial de la Provincia de Santa Fe (conocido como “Fallo San Jorge”): ([www.cepronat-santafe.com.ar/data/arch\\_cont/archivos/21.doc](http://www.cepronat-santafe.com.ar/data/arch_cont/archivos/21.doc)). Este fallo prohibió la fumigación a menos de 800 metros de las viviendas del Barrio Urquiza de esta ciudad, sentó jurisprudencia, invirtió la carga de la prueba y solicitó un estudio a la Universidad Nacional del Litoral sobre el grado de toxicidad de los productos ([www.unl.edu.ar/noticias/media/docs/Informe%20Glifosato%20UNL.pdf](http://www.unl.edu.ar/noticias/media/docs/Informe%20Glifosato%20UNL.pdf)).

Pero ¿cuál es el camino para garantizar la protección de todas las personas? ¿debemos esperar a realizar un juicio por cada barrio y cada pueblo? ¿o es necesaria la modificación de la norma que fija la metodología de categorización de los agroquímicos?

Por otra parte, en la homologación del herbicida en Estados Unidos sólo se tuvo en cuenta su principio activo, cuando otros componentes como el surfactante POEA (como analizamos anteriormente) son varias veces más tóxicos que el glifosato solo. Argentina fue el segundo país del mundo en aprobar el combo soja RR-glifosato. Fue en el año 1996, sin tener estudios que avalen lo que se presentaba y sin traducir siquiera lo que entregó Monsanto: el expediente de la Resolución 167/96 tiene 136 folios de los cuales 108 son en inglés (situación de nulidad absoluta en términos de derecho).

¿Los organismos oficiales deberán tener que clasificar los productos y aprobarlos teniendo en cuenta sólo los de las propias multinacionales que venden los agroquímicos? Dados los intereses particulares de Monsanto y su negativa a abrir los resultados de las pruebas a la inspección del sistema de publicaciones científicas, ¿es científicamente correcto utilizar los datos procedentes de los estudios sobre el glifosato del propio Monsanto? ¿o deberían considerarse más criterios y más trabajos de investigación? ¿No sería la respuesta científica adecuada repetir los trabajos con independencia de esta multinacional para ver si los resultados resultan reproducibles? Además, ¿deberían registrarse productos que no detallen todos los ingredientes en su rótulo?

Con respecto a la posibilidad planteada de una reforma, debemos tener en cuenta que cualquier cambio de política que socave las ventas de glifosato se enfrentará a una fuerte resistencia del gobierno de la presidenta Cristina Fernández, que recientemente elogió un plan por el cual Monsanto producirá glifosato en Malvinas Argentinas (Córdoba). Además, los senadores con intereses personales, societarios o familiares se encontrarán en claro conflicto de intereses. Cuando más transparente es la política del Estado, más probable es que se reconozcan estas cosas y también las inseguridades científicas, esperando a que se traten más honestamente las consideraciones éticas.

Para este tipo de situaciones donde tenemos sospechas fundadas de que ciertos productos o tecnologías crean un riesgo grave para la salud pública o el medio ambiente, pero sin que se cuente todavía con una prueba científica definitiva de tal riesgo, la bioética ofrece el Principio de Precaución. En este caso me resulta interesante plantear la posibilidad de entenderlo como una especificación del clásico principio de no maleficencia. Así, cuando una evaluación multidisciplinaria, contradictoria, independiente y transparente (esta transparencia que garantiza ecuanimidad a los diversos intereses en juego resulta además una exigencia propia del principio de justicia), realizada sobre la base de datos disponibles, no permite concluir con certeza sobre un cierto nivel de riesgo, entonces las medidas de gestión del riesgo deben ser tomadas sobre la base de una apreciación política que determine el nivel de protección buscado. Dichas medidas deben, cuando es posible la elección, representar las soluciones menos restrictivas para los intercambios comerciales, respetar el principio de proporcionalidad teniendo en cuenta riesgos a corto y a largo plazo, y por último ser reexaminadas frecuentemente de acuerdo con la evolución de los conocimientos científicos. Como vimos anteriormente, el artículo 4° de la Ley General del Ambiente exige su cumplimiento. Así, teniendo en cuenta todo esto resulta fundamental que se respete la legislación vigente. Pero recordando también que esta legislación está subordinada a los compromisos establecidos por los Derechos Humanos, como el derecho a la salud y a un ambiente sano. Esto significa que los poderes del Estado y todos los actores sociales debemos estar a la altura de esos derechos, adecuando nuestras legislaciones, nuestra jurisprudencia y nuestras políticas públicas a las garantías requeridas por ellos. El Poder Legislativo deberá velar en todos sus

actos por los intereses del Estado orientados a la satisfacción del bienestar general, privilegiando el interés público sobre el particular. El Poder Ejecutivo deberá tener la madurez y la responsabilidad de implementar políticas agropecuarias coherentes que sean económicamente redituables pero, a la vez, ecológicamente sustentables.

A modo de propuesta, considero que sería importante la creación de un “Comité de Bioética Ambiental”, compuesto por profesionales multidisciplinarios que brindan soluciones objetivas, especializadas y concretas. Su importancia principal sería la repercusión social que puedan tener si se les da una adecuada publicidad y difusión. Estos comités brindan certeza, seguridad y permanencia, y de acuerdo a su incidencia y aceptación será su impacto en la comunidad científica y público en general.

## TRABAJADOR AGRÍCOLA

El trabajador agrícola representa al grupo poblacional más vulnerable. Es el particularmente afectado cuando es encargado de pulverizar o fumigar las áreas de cultivo. En la mayoría de los casos, los aplicadores no han sido capacitados para el manejo de agroquímicos, y no conocen o subestiman sus potenciales riesgos. El problema se acentúa cuando se realiza un mal manejo de los envases: la disposición inadecuada e incontrolada, la reutilización y el lavado de recipientes de preparación provoca la doble contaminación del suelo y agua, como así también la exposición a daños irreversibles para la salud del trabajador, su familia y el entorno. En la generalidad de los casos, los aplicadores de estos productos pertenecen a un sector de mano de obra de escasos recursos, donde además toda la familia colabora en las tareas; así la exposición comienza a edades muy tempranas, desde la misma concepción, debido a que la joven se incorpora a tareas domésticas y laborales jugando la mujer un rol muy activo y comprometido en el uso de la maquinaria de producción rural

Debemos tener en cuenta también que los trabajadores rurales que no fumigan pueden ser afectados por la falta de instalaciones de higiene y lavado en el sitio de trabajo, lo cual prolonga la absorción dérmica de los plaguicidas y otros productos químicos agrícolas. También por la cercanía de sus hogares

respecto de las zonas fumigadas, permaneciendo los productos químicos en la ropa y otros elementos de su vida cotidiana.

De acuerdo a la Teoría de los Principios, el Principio de Justicia es el que menos se cumple o respeta. Las poblaciones más vulnerables en relación a este tema están siendo seriamente afectadas, y esta denuncia nace principalmente desde las experiencias concretas de las víctimas, donde se evidencia una distribución desigual de cargas y beneficios entre las partes actuantes.

Como propositivas de acción encuadradas en el Principio de Beneficencia, resulta prioritario informar y capacitar a este sector poblacional acerca de los daños derivados del manejo inadecuado de agroquímicos y también sobre las medidas de protección y prevención para evitar intoxicaciones agudas y exposición crónica a bajas dosis.

## EMPRESAS PRODUCTORAS DE AGROQUÍMICOS

Estas empresas multinacionales están cada vez más en la mira de la sociedad. Movimientos sociales de todo el mundo oponen resistencia y rechazan a Monsanto y su modelo agroindustrial. Esta empresa en particular ha esgrimido el argumento de la biotecnología agrícola como la mejor respuesta al problema del hambre en el mundo para abrir paso a los cultivos transgénicos, en un intento por superar la oposición desarrollada sobre todo en Europa, además de mostrar un supuesto fin humanitario al promover estos cultivos. Sin embargo, los productos actualmente en el mercado indican claramente el predominio de otra finalidad. Mientras el problema del hambre se concentra en el sur, los cultivos de soja y maíz modificados genéticamente están dirigidos a los mercados del norte. Por el momento, las necesidades del sur hambriento aparecen más en la propaganda que en los resultados. Todo esto desde el punto de vista ético es algo inaceptable. Debemos preguntarnos si el argumento de Monsanto pasa por alto que el problema del hambre en el mundo no es un problema tecnológico, sino un problema socioeconómico con una componente tecnológica. Es que los alimentos transgénicos pueden ser una herramienta tecnológica potente para contribuir allí donde el asunto sea técnico, pero el hambre mundial no es un asunto técnico, depende del sistema

de relaciones predominante en el sistema de producción, distribución y comercialización, altamente polarizado en extremos de riqueza y pobreza.

Monsanto ha enfrentado demandas judiciales internacionales, fue multada muchas veces en distintos países por soborno de autoridades, publicidad engañosa y violaciones a normas de bioseguridad, entre otros motivos. Se afirma que como resultado de la presencia de Monsanto en los llamados “países emergentes”, las semillas locales están tornándose ilegales, la biodiversidad desaparece, la tierra se contamina y los agricultores y trabajadores rurales son envenenados, criminalizados y desplazados de sus tierras. Además, denuncian que los productores de alimentos locales, cuyo objetivo es alimentar a las comunidades, se ven obligados a competir con grandes empresas cuyo único objetivo es lucrar.

Aquí analizaremos algunas controversias y problematizaremos sin estar a favor de una u otra postura. Un hecho concreto es que las multinacionales transfieren tecnologías o productos a países en desarrollo que no están listos para asimilarlos, como es el caso de los trabajadores agrícolas que no conocen o no tienen la oportunidad de protegerse contra las lesiones que los químicos causan en su salud. ¿Tienen las multinacionales alguna obligación de estar seguras de que los usuarios de sus tecnologías en otros países puedan protegerse contra los riesgos que significan? Además, como la multinacional opera en naciones que tienen diferentes culturas y estándares, los críticos afirman que en ocasiones se involucran secretamente en prácticas que violan las normas y los estándares que debemos respetar. ¿Cómo deben comportarse las multinacionales cuando operan en otras culturas? ¿Deben sólo aceptar las normas de cualquier país en que se encuentren? ¿Existen estándares morales universales que todas las multinacionales deben seguir sin importar dónde operen, tal como los derechos humanos universales? Este último aspecto ético (el problema de manejar diferentes estándares morales en otras partes del mundo) es especialmente difícil para compañías que operan en un mundo globalizado, y merece un análisis especial que tiene que ver con el relativismo ético, es decir, la teoría de que debido a que diferentes sociedades tienen diferentes creencias éticas, no existe una manera racional de determinar si una acción es moralmente correcta o incorrecta.

Por otra parte, debemos analizar el hecho de que la empresa sostiene la atoxicidad de sus productos agroquímicos en estudios encargados por ellas mismas. ¿Es ésta una acción moralmente correcta? ¿Se ve afectado el principio preventivo de no maleficencia, con su norma específica de no causar daño a otros? ¿Resulta una acción positiva que defiende los derechos del otro (principio de beneficencia)? Estos son algunos de los interrogantes que podemos plantearnos en relación a este actor social tan cuestionado éticamente.

## PRODUCTORES

En lo que respecta al análisis de la responsabilidad de los productores, ellos sostienen que si los productos que aplican se encuentran autorizados por la autoridad de aplicación, nadie puede endilgarle acción antijurídica alguna, por lo que no puede impedírseles trabajar y producir como les corresponde. Lo que podemos cuestionar es la inescrupulosidad de algunos de ellos para usar agroquímicos prohibidos considerando la falta de control, en este caso violando también el principio de no maleficencia.

## FUMIGADORES

La principal crítica que reciben es por malas prácticas en relación a su trabajo que contaminan el ambiente. Ellos alegan que si se producen contaminaciones derivan de los improvisados en el tema y no de los que en su mayoría ajustan su accionar a las directivas a respetar.

Además, se les exige el cumplimiento de la responsabilidad de usar los productos en las diluciones recomendadas por la industria agroquímica (1 – 2% de la solución comercial) y no las que suelen utilizar actualmente (10% de la solución comercial).

Finalmente, comparten con los productores el cuestionamiento por la utilización de agroquímicos prohibidos.

## INGENIEROS AGRÓNOMOS

El rol de los ingenieros es ser regentes y asesores técnicos de expendedores y fumigadores. Tienen que hacer el diagnóstico, indicar el tratamiento, producto, momento de la aplicación, el modo de hacerlo y ser responsables de la maquinaria que está fumigando. Además son responsables de la asistencia y advertencia al productor para evitar la realización de aplicaciones de agroquímicos en situaciones de riesgo o innecesarias y que afectan su economía y al ambiente. Lo cierto es que esto, al menos en nuestra provincia, en la mayoría de los casos no se cumple.

Su formación académica y el control profesional por parte de los Colegios deberán tener por función asegurar la calidad y ética profesionales en relación a buenas prácticas de aplicación.

## CIENTÍFICOS

Como analizamos anteriormente, existe una importante controversia en torno al tema y puede resultar interesante poner bajo la lupa el quehacer científico desde el punto de vista de la bioética. Considerando la Teoría de los Principios, existen cuatro principios éticos básicos que fundamentan toda reflexión: respeto por la autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. De estos principios éticos fundamentales amplios se derivan algunas normas éticas concretas que el investigador científico debe tener siempre en cuenta. En términos generales, la actividad y la conducta del investigador deben regirse por la honestidad, el espíritu crítico, la objetividad y la transparencia.

Esto significa que debe estar siempre presentes como propositivas de acción la revisión crítica de las experiencias y resultados por medio de la justificación y argumentación desde los métodos y recursos científicos; apartándose de la mera confrontación por diferenciación o discriminación. Los resultados de la investigación deben registrarse de tal manera que puedan ser analizados, revisados y evaluados con imparcialidad, publicarse con reconocimiento de autoría y adjudicación del crédito y deben difundirse respetando estrictamente la veracidad de los mismos.

Dentro de las negativas de acción se destacan la manipulación de resultados, su falsificación, descontextualización, alteración o plagio. También deben prevenirse los errores que resulten de la conducta metodológicamente

negligente. Finalmente, hay que evitar ocultar información relevante y contribuir a objetivos extraños a los propios de la investigación científica (conflicto de intereses).

Con respecto al rol de los científicos frente a la sociedad:

La divulgación pública de la actividad científica debe hacerse con la mayor claridad y prudencia posible de manera de prevenir interpretaciones erradas de los resultados, así como también fundamentar con rigor la difusión de un trabajo o de sus resultados, evitando expectativas desmedidas (alarma, pánico). Además deben considerar con objetividad científica si los resultados obtenidos ponen en riesgo la supervivencia de los ecosistemas, la vida humana y de otras especies; o puedan afectar los derechos humanos reconocidos. De ser así, es necesario reconocer, prevenir y publicar los alcances de las investigaciones.

Con respecto al rol frente al medioambiente:

Tener en cuenta que los problemas éticos refieren exclusivamente al buen o mal uso en el ejercicio de la libertad, es decir, el científico es un sujeto racional que puede tener control de sus actos. En este sentido, el uso de la biotecnología no es ajeno a la ineludible preocupación ética que debe tener la aplicación de la ciencia sobre el ambiente. El principal compromiso en este sentido es tender a que los avances de la ciencia resulten compatibles con el cuidado del medio que nos rodea, satisfaciendo las necesidades presentes sin comprometer la de las generaciones venideras.

Ahora sí, en relación a este tema también hay muchos cuestionamientos y denuncias en contra de profesionales que se prestan a consultoras y a multinacionales inescrupulosas. Además, las consecuencias de estos actos empeoran cuando los estudios sobre el glifosato y sus formulados comerciales realizados por científicos que representan a instituciones (como el de 2009 para CONICET), privilegian los estudios que pretenden consolidar su supuesta inocuidad, y se ha pretendido marginar sistemáticamente aquellos que muestran los daños que produce. Los estudios sistematizados de las toxicidades crónicas, letales y subletales han sido realizados por investigadores independientes, severamente cuestionados por las instituciones oficiales en todos los países. Lo mismo ocurrió con las investigaciones epidemiológicas

llevadas adelante por médicos independientes, que también están ausentes de las investigaciones oficiales públicas.

El rol del científico frente a la sociedad (según la categorización de arriba) también fue puesto en tela de juicio por los defensores del agroquímico. El Dr. Andrés Carrasco fue víctima de una campaña de desprestigio mediática, política y científica (también amenazas y hasta agresiones físicas) tras la publicación del avance de investigación sobre los efectos del glifosato sobre los embriones anfibios. El principal cuestionamiento fue la falta de publicación en una revista científica, que –según gente de los agronegocios y buena parte del mundo académico– sería lo que otorga validez al saber científico. Vale aclarar que en agosto de 2010 la revista estadounidense *Chemical Research in Toxicology* publicó la investigación, otorgándole reconocimiento en el ámbito científico internacional.

Otro punto central que los críticos cuestionan a Carrasco y que tiene que ver con la conducta del investigador es la aplicabilidad de sus estudios a la vida real. Es decir, se preguntan hasta qué punto un análisis con embriones de anfibios puede reemplazar, predecir o aproximarse a los resultados de una investigación epidemiológica rigurosa (que por cierto hasta ahora nadie encaró). “El glifosato no fue creado para ser usado en el desarrollo de embriones. ¡Si los expusiéramos a la sal de cocina, al vinagre o a la lavandina, también les podría causar un efecto!”, aseguran, agregando que “si Carrasco no se da cuenta de las limitaciones de su estudio, es que alguna intencionalidad debe tener”.

## UNIVERSIDAD PÚBLICA

Las estrechas alianzas con el gobierno y el sector privado han erosionado el ideal clásico de las universidades como lugar de recogimiento donde la ciencia en el más amplio de los sentidos se llevaría a cabo sin interferencias de las presiones mundanas, y a menudo prestándoles escasa atención. La ciencia se veía como la búsqueda desinteresada del saber por el saber, y su propia independencia se consideraba la fuente de su poder y de su integridad. En el contexto de las guerras del siglo pasado, los estados –y posteriormente los donantes privados– empezaron a apoyar la investigación científica

universitaria, conscientes de que el hecho de fomentar el conocimiento llevaría a nuevos inventos, más empleo y niveles de salud y riqueza crecientes y generalizados. Hoy en día, las universidades son agentes proactivos que respaldan la producción de nuevos conocimientos y fomentan su difusión en el comercio y la política. Algunos aplauden este desarrollo como algo que lleva hacia una era en la que los investigadores tienen la responsabilidad de satisfacer las necesidades de la sociedad. Otros apuntan que la pérdida de independencia en universidades con escasez de recursos ha abierto las puertas a la corrupción personal e institucional, y a que se dé más importancia a la moda que a la relevancia a la hora de encaminar la investigación. Dada su naturaleza, estas disputas no se prestan a soluciones fáciles o definitivas. El objetivo más importante de las universidades es mantener espacios institucionales accesibles en los que este tipo de preocupaciones puedan ser estudiadas y debatidas abiertamente.

En el caso en particular que estamos estudiando, la Universidad puede aportar al desarrollo de este tema. El ejemplo que aparece es el de la Universidad del Litoral. En el contexto del “Fallo San Jorge”, se le solicitó un estudio acerca del grado de toxicidad de los productos a base de glifosato, de forma tal de favorecer la toma de decisiones en resguardo de la salud pública y el medio ambiente, obviamente en razonable equilibrio con los factores productivos y socioeconómicos en juego. Así se creó una comisión que redactó un informe sobre el tema, basado principalmente en una revisión de las publicaciones científicas y la posterior elaboración de conclusiones, consideraciones y recomendaciones generales de forma tal de orientar al Poder Judicial.

En casos como este, la Universidad deberá asumir con responsabilidad académica, profesional y social el compromiso de identificar los niveles de riesgos reales y contribuir a una adecuada interpretación de la situación.

## Conclusión

La forma con que el hombre ha intensificado en los últimos años de una manera exponencial el progreso tecnológico, hace que suelen perderse de vista las secuelas que éste trae aparejado sobre la atmósfera, el suelo, el agua, las plantas, los animales y, por sobre todas las cosas, el hombre así como todas las interrelaciones que existen entre ellos. Deben conjugarse entonces los aspectos económicos y ecológicos (noción de “agroecosistemas”, que une al sistema agropecuario con el ecológico) con las necesidades de la sociedad en términos de un trabajo digno y un cuidado muy especial de aquellos componentes que puedan afectar su salud y afectar en particular a aquellos que puedan ser más vulnerables a las consecuencias no deseadas por la proximidad con las áreas de explotación agraria. Sólo pueden ser sostenibles las acciones que resultan de la intersección de estos tres “agentes”, teniendo como principal objetivo satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Como vimos ilustrado con muchos ejemplos dentro de este tema, el medio ambiente en la actualidad alimenta intereses científicos, económicos y políticos, en los que se mezclan preocupaciones genuinamente altruistas como innegablemente egoístas y mercantilistas. Es justamente en este punto donde la bioética con su foco central en la vida nos presta nuevos criterios de valoración. Esta disciplina nos da la oportunidad de preguntarnos y reflexionar sobre estos aspectos no como un hecho más en el curso de la historia, sino como la oportunidad de decidir entre avanzar rumbo a un mundo más humanizado o retroceder ampliando las diferencias.

## Referencias bibliográficas

- <sup>1</sup> <http://www.monsanto.com/global/ar/productos/documents/roundup-mon-77049.pdf>
- <sup>2</sup> <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/3686/21012/>
- <sup>3</sup> <http://www.reduas.fcm.unc.edu.ar/informe-encuentro-medicos-pueblos-fumigados/>
- <sup>4</sup> [http://www.fao.org/ag/agp/agpp/Pesticid/JMPR/DOWNLOAD/2004\\_rep/report2004jmpr.pdf](http://www.fao.org/ag/agp/agpp/Pesticid/JMPR/DOWNLOAD/2004_rep/report2004jmpr.pdf)
- <sup>5</sup> <http://dx.doi.org/>
- <sup>6</sup> [http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/old\\_reds/glyphosate.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/old_reds/glyphosate.pdf)
- <sup>7</sup> <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>
- <sup>8</sup> <http://www.egeis-toolbox.org/>
- <sup>9</sup> Doublet, J., Mamy, L. y Barriuso, E. 2009. Delayed degradation in soil of foliar herbicides glyphosate and sulcotrione previously absorbed by plants: Consequences on herbicide fate and risk assessment. 2009. Chemosphere. 77(4): 582-589
- <sup>10</sup> Bott, S., Tesfamariam, T., Kania, A., Eman, B., Aslan, N., Römheld, V. y Neumann, G. 2011. Phytotoxicity of glyphosate soil residues re-mobilised by phosphate fertilisation. Plant and Soil. 342(1): 249-263.
- <sup>11</sup> Frontera, J., Vatnick, I., Chaulet, A. y Rodríguez, E. 2011. Effects of Glyphosate and polyoxyethylenamine on growth and energetic reserves in the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Parastacidae). Archives of Environmental Contamination and Toxicology: 1-9
- <sup>12</sup> Jiraungkoorskula, W., Suchart, E.U., Kruatrachuea, M., Sahaphongc, S., Vichasri-Gramsa, S. y Pokethitiyooka, P. 2002. Histopathological effects of Roundup, a glyphosate herbicide, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Science Asia. 28: 121-127
- <sup>13</sup> Lajmanovich, R., Attademo, A., Peltzer, P., Junges, C. y Cabagna, M. 2011. Toxicity of four herbicide formulations with glyphosate on *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) Tadpoles: Besterases and Glutathione S-transferase inhibitors. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 60(4): 681-689.
- <sup>14</sup> Relyea, RA (2005a) The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. Ecological Applications 15:618-627.
- Relyea, RA (2005b) The lethal impacts of Roundup and predatory stress on six species of North American tadpoles. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 48:351-357.
- Relyea, RA (2005c) The lethal impact of Roundup® on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Applications 15:1118-1124.
- Relyea, RA, NM Schoeppner, and JT Hoverman (2005) Pesticides and amphibians: The importance of community context. Ecological Applications 15:1125-1134.
- <sup>15</sup> Effects of the herbicide roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. Ecological Applications, 17(8), 2007, pp. 2310–2322 - 2007 by the Ecological Society of America
- <sup>16</sup> Romano, R., Romano, M., Bernardi, M., Furtado, P. y Oliveira, C. 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. Archives of Toxicology. 84: 309-317.
- <sup>17</sup> Dallegrave, E., Mantese, F., Oliveira, R., Andrade, A., Dalsenter, P. y Langeloh, A. 2007. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. Archives of Toxicology. 81(9): 665-673.
- <sup>18</sup> Émilie Clair, Robin Mesnage, Carine Traver, Gilles-Éric Séralini (2012). A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. Toxicology in Vitro 26(2):269–279.
- <sup>19</sup> Marc J, Mulner I, Boulben S, Hureau D, Durand G, Belle R. "Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation". Chem. Res. Toxicol. 2002; 15: 326-331.
- <sup>20</sup> Marc J, Le Breton M, Cormier P, Morales J, Belle R and Mulner-Lorillo O. A glyphosate-based pesticide impinges on transcription. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2005, 203, 1-8.

- 
- <sup>21</sup> Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N., y Seralini, G.-E. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ. Health Perspect.* 113:716-720.
- <sup>22</sup> Benachour, N., Sipahutar, H., Moslemi, S., Gasnier, C., Travert, C., y Seralini, G. E. 2007. Time-and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 53:126-133.
- <sup>23</sup> Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M., Gilles-Eric Seralini (2009). Glyphosatebased herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*; 262(3):184-91
- <sup>24</sup> Benachour, N., y Seralini, G. E. 2009 Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. Nora Benachour y Gilles-Eric Seralini. *Chem. Res. Toxicol.*, 22, 97–105.
- <sup>25</sup> Lennart Hardell, M.D., PhD. Department of Oncology, Orebro Medical Centre, Orebro, Sweden and Miikael Eriksson, M.D., PhD, Department of Oncology, University Hospital, Lund, Sweden, 'A Case-Control Study of Non-Hodgkin Lymphoma and Exposure to Pesticides', *Cancer*, March 15, 1999/ Volume 85/ Number 6.
- <sup>26</sup> Carrasco, A (2009) – Efecto del glifosato en el desarrollo embrionario de *Xenopus laevis* (Teratogénesis y glifosato)- Informe Preliminar.  
<http://www.conadu.org.ar/pdf/Andr%C3%A9s%20Carrasco.pdf>
- <sup>27</sup> Simoniello MF, Kleinsorge EC, Scagnetti JA, Grigolato RA, Poletta GL, Carballo MA.J DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures. *Appl Toxicol.* 2008 Nov; 28(8):957-65.
- <sup>28</sup> Simoniello MF, Kleinsorge EC, Scagnetti JA, Mastandrea C, Grigolato RA, Paonessa AM, Carballo MA. Biomarkers of cellular reaction to pesticide exposure in a rural population. *Biomarkers.* 2010 Feb; 15(1):52-60.
- <sup>29</sup> Simoniello MF, Kleinsorge EC, Carballo MA. Biochemical evaluation on rural workers exposed to pesticides. *Medicina (B Aires).* 2010; 70(6):489-98.
- <sup>30</sup> Bolognesi C, Perrone E, Landini E. Micronucleus monitoring of a Floriculturist population from western Liguria, Italy. *Mutagenesis* 2002; 17: 391-7.
- <sup>31</sup> Costa C, Teixeira J, Silva S, et al. Cytogenetic and molecular biomonitoring of a Portuguese population exposed to pesticides. *Mutagenesis* 2006; 21: 343-50.
- <sup>32</sup> Dulout FN, Pastori MC, Olivero OA, et al. Sisterchromatid exchanges and chromosomal aberrations in a population exposed to pesticides. *Mutat Res* 1985; 143: 237-44.
- <sup>33</sup> Bolognesi C, Landini E, Perrone E, Roggeri P. Cytogenetic biomonitoring of a floriculturist population in Italy: Micronucleus analysis by fluorescence in situ hybridization (FISH) with an all chromosome centromeric probe. *Mutat Res* 2004; 557: 109-17.
- <sup>34</sup> Pastor S, Gutierrez S, Creus A, Xamena N, Piperakis S, Marcos R. Cytogenetic analysis of Greek farmers using the micronucleus assay in peripheral lymphocytes and buccal cells. *Mutagenesis* 2001; 16: 539-45.
- <sup>35</sup> Pastor S, Creus A, Xamena N, Siffel C, Marcos R. Occupational exposure to pesticides and cytogenetic damage: results of a Hungarian population study using themicronucleus assay in lymphocytes and buccal cells. *Environ Mol Mutagen* 2002; 40: 101-9.
- <sup>36</sup> Piperakis SM, Petrakou E, Tsilimigaki S, et al. Biomonitoring with the Comet assay of Greek greenhouse workers exposed to pesticides. *Environ Mol Mutagen* 2003; 41: 104-10.
- <sup>37</sup> Piperakis SM, Kontogianni K, Piperakis MM, Tsilimigaki S. Effects of Pesticides on Occupationally Exposed Humans. *Sci World Journal* 2006; 6: 1211-20.
- <sup>38</sup> CIP. Center for International Policy. 2011. Reported Human Health Effects from Glyphosate Executive Summary. [www.ciponline.org](http://www.ciponline.org)
- <sup>39</sup> Saes, L., Kremer R., Oliveira, R. y Constantin, J. 2010. Glyphosate affects photosynthesis in first and second generation of glyphosate-resistant soybeans. *Plant Soil.* 336: 251–265.
- <sup>40</sup> Varona, M., Henao, G.L., Díaz, S., Lancheros, A., Murcia, Á., Rodríguez, N. y Álvarez, V.H. 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(3): 456-475.
- <sup>41</sup> U.S. Department of State. Evaluation of the effects of glyphosate on human health in illicit crop eradication program influence zones, bureau for international narcotics and law enforcement affairs Washington, DC.July 2005. <http://www.state.gov/p/inl/rls/rpt/aeicc/57013.htm>

---

<sup>42</sup> Mitchell, D.G., Chapman, P.M. y Long, T.J. 1987. Acute toxicity of Roundup® and Rodeo® herbicides to rainbow trout, chinook, and coho salmon. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 39(6): 1028-1035.

<sup>43</sup> Folmar, L.C., Sanders, H.O. y Julin, A.M. 1979. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 8(3): 269-278.

<sup>44</sup> Servizi, J.A., Gordon, R.W. y Martens, D.W. 1987. Acute toxicity of Garlon 4 and Roundup herbicides to salmon, daphnia, and trout. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 39(1): 15-22.

<sup>45</sup> <http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/pdf/INFORME-GLIFOSATO-2009-CONICET.pdf>