EFECTOS DEL GLIFOSATO (GP) CON ÉNFASIS

EN ORGANISMOS ACUÁTICOS (Revisión de literatura)

RAMÍREZ DUARTE W.F. Estudiante MVZ; RONDÓN BARRAGÁN I.S. Estudiante MVZ; ESLAVA MOCHA P.R. MV. MSc.

Grupo de Estudio sobre Sanidad de Peces Instituto de Acuicultura Universidad de los Llanos [iall@villavicencio.cetcol.net.co](mailto:iall@villavicencio.cetcol.net.co)

(Recibido: 24 de septiembre de 2003 - Aceptado: 2 de diciembre de 2003)

RESUMEN

Se presenta una revisión para profundizar en la com- prensión de la composición química, mecanismos de acción, efectos y posibles consecuencias de la aplica- ción de Glifosato (GP) (N- fosfonometil-glicina) en sis- temas biológicos, con én- fasis en sistemas acuáticos, teniendo presente que en Colombia el uso de herbi- cidas para la erradicación de cultivos ilícitos debe considerar los hábitats y prever la sucesión de las condiciones deseadas a fu- turo. El GP es un agroquímico caracterizado por ser un compuesto áci-

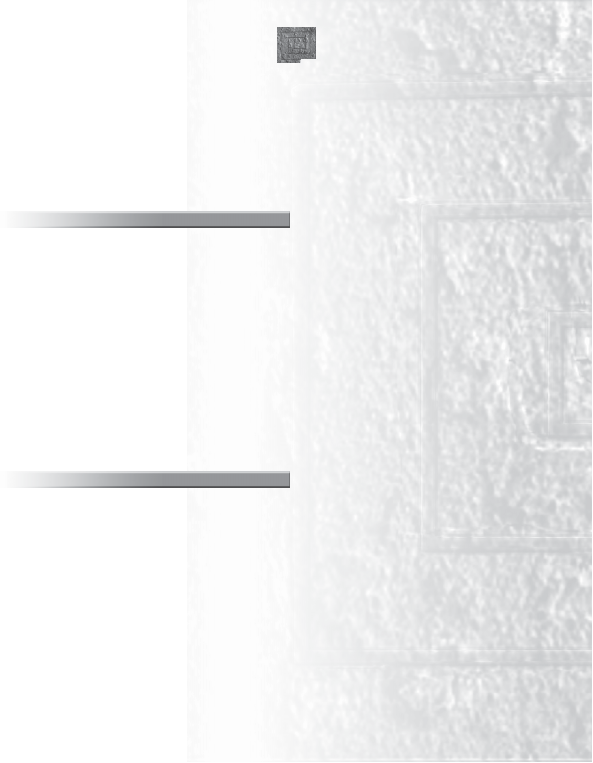
do, salado, con clase II de toxicidad, según la categorización de la U.S. EPA ( Envir omental protection agency; de los Estados Unidos) moderada- mente tóxico, que es utili- zado como herbicida sistémico no selectivo de amplio espectro, más comúnmente usado en la forma de sal de isopro- pilamina. Adicionalmente, se presentan resultados del uso de productos que con- tienen G P, como el Roundup®, los cuales son sustancias de toxicidad más aguda que el GP solo, analizando además, el he-

cho de que para mejorar la eficacia de los tratamientos herbicidas las mezclas asperjadas contienen ingre- dientes inertes, tales como surfactantes (e.g. POEA), solventes, y emulsificantes; los cuales son químicos que pueden ser más peligrosos que el ingrediente activo. En sistemas acuáticos, el GP solo es menos tóxico que el producto comercial Roundup®; parte de estas diferencias pueden ser explicadas por la toxicidad del sur factante en el Roundup®. Este es de 20 a 70 veces más tóxico para los peces que el GP mis-

mo. La toxicidad aguda va- ria ampliamente: han sido reportados valores de con- centración letal media (CL50) entre 10-200 ppm, dependiendo de la especie de pez y condiciones de la prueba. La toxicidad agu- da del Roundup® se en- cuentra dentro de un rango de 2 a 55 ppm; siendo la CL50 reportada para car- pas entre 15 – 26 mg/L.

PAL ABRAS CL AVES: glifosato, sur factantes, Roundup®, Cosmo -flux

411f, herbicida, toxicidad.



The aim of this review is to depth in the knowledge of the chemical composition, mechanisms of action, effects and possible conse- quences of the glyphosate (GP) (N-Phosphonomethyl- glycine) sprayed in biologi- cal systems, with empha- sis in aquatic systems, star- ting from that in Colombia the herbicides use for the eradication of illicit crops must consider the habitats and to forecast the preva- lence of the desirable con- ditions to the future. Glyphosate (GP) is a cha-

ABSTRACT

racterized agrochemical to be an acid compound, toxi- city class II, according to U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) classification mo- derately toxic, which is used as broad spectrum, non-selective systemic her- bicide, mostly used as iso- propylamine salt. In addi- tion, it presents results of the use products contai- ning-glyphosate, such as Roundup®, which are acu- tely more toxic than the glyphosate alone, as well as an analysis about to impro-

ve the efficacy of the herbi- cide treatment the sprayed mixtures contain inert in- gredients, such as surfac- tants (e. g. POEA), solvents and emulsificants; which are often highly toxic che- micals that can be more dangerous than active in- gredient. In aquatic syste- ms, GP alone is lower toxic than commercial presenta- tions such as Roundup®, this differences can be ex- plained by the surfactant’s toxicity in the Roundup®. It is 20-70 fold more toxic for fishes than GP itself.

Acute toxicities widely vary: lethal concentration 50 (LC50) had been reported between 10-200 ppm de- pend of fish specie and the test conditions. Acute toxi- cities are in a range bet- ween 2-55 ppm; being LC50 reported for carps between 15-26 mg/L.

KEY WORDS: glyphosate, surfactants, Roundup®, Cosmo-flux 411f, herbici- de, toxicity.

INTRODUCCIÓN

Pensando en el riesgo de que la globalización se con- vier ta en un eufemismo para enmascarar la codicia de los mercados y, cons- cientes de que es necesa- rio compartir los derechos y las responsabilidades so- bre el mundo, aceptando como premisa la responsa- bilidad compartida por la humanidad para velar por la seguridad ambiental de manera global, se plantea como propósito de esta revisión profundizar en la comprensión de la composición química, mecanismos de acción, efectos y posibles conse- cuencias de la aplicación de Glifosato (GP) (N- fosfonometilglicina) en sis- temas biológicos, con én- fasis en sistemas acuáticos, teniendo presente que en nuestro medio el uso de herbicidas para la erradica- ción de cultivos ilícitos debe considerar los hábitats y una sucesión directa de las condiciones deseadas a fu- turo, dentro de principios de manejo de ecosistemas

como lo plantea Foley (1994). La vida silvestre puede ser influenciada por la inversión de hábitats que puede ocurrir con los trata- mientos con herbicidas (Foley, 1994).

Una de las primeras consi- deraciones planteadas para la aplicación de sustancias químicas en programas de erradicación de cultivos ilícitos, ha tenido que ver con establecer si los quími- cos usados en las formulaciones actuales son “seguros” cuando son usa- dos correctamente. Estos tienen riesgos negligibles para el ambiente y la sa- lud humana cuando son usados de acuerdo a pres- cripciones no discriminadas (Foley, 1994). El GP, en Colombia, además de su uso como herbicida en la agricultura, se usa también como desecante de granos y por vía aérea como madurante en la caña de azúcar en una dosis reco- mendada de 0.75 a 1.5 L/ ha de Roundup® (Nivia,

2001; Nivia & Sánchez,

2001), como desecante del sorgo en dosis de 1 L/ha

(Nivia & Sánchez, 2001) y en los programas de erra-

dicación forzosa de cultivos

calificados como ilícitos

(Nivia, 2001); esta última ha sido una práctica que se

estableció hace poco mas de una década, habiendo

sido asperjadas más de

200.000 ha de coca y unas

60.000 de amapola, para lo cual se han utilizado más

de tres millones de litros de

GP (Vargas et al., 2001);

en la cual, según sus

oponentes, la campaña de fumigación del gobierno no

describe “el costo humano

o ambiental del programa de fumigación” (disponible

en: w w w . r e v i s t a a q

u a t i c . c o m / i n d e x . a s p ? p = a q u a t i c / a

r t . a s p ? c = 6 7) pues

el GP puede ser agudamen- te tóxico para las plantas

que no son blanco incluyen-

do plantas acuáticas y al- gas (disponible en: w w w

. o z t o x i c s . o r g / n t n

/ g l y p h o s a t e . h t m),

lo cual implica un impacto sobre el medio terrestre y sobre la ecología acuática, último reservorio de las sus- tancias asperjadas y de sus metabolitos o especies quí- micas. Las prácticas de fu- migación de cultivos ilícitos han llevado al estableci- miento de un círculo vicio- so de destrucción que con- tamina el ambiente y des- plaza los cultivos bosque, acelerando los procesos de deforestación; cultivos que serán a su vez fumigados, reiniciándose una y otra vez el ciclo (Vargas et al.,

2001).

La mezcla de aspersión usada en Colombia contie- ne 44% de RoundUp Ultra por volumen; en contraste, los fabricantes en Estados Unidos solo permiten con- centraciones para el Roun- dup Ultra de 1,6% - 7,7% (Oldham et al., 2002) y una tasa de aspersión de un cuarto de galón por acre; en Colombia este valor es

4,5 veces mayor (U.S. State

Department, 2002).



TABLA 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Carga del avión en galones | 300 – 450 | Carga del avión en litros | 1137 – 1705 |
| Descarga efectiva  (de Roundup Ultra, con 43.9%  de glifosato) en L/ha | 23.4 (30 a 50 gotas/cm2) | Descarga efectiva de GP solo en L/ha | 10.3 |
| Dosis de mezcla asperjada en mm3/cm2 | 0.4 – 0.7 | Dosis de mezcla asperjada en L/ha | 40 – 70 |

Tomado de Nivia (2001)

Teniendo en cuenta que se aplican las cantidades referenciadas anterior- mente (Ver tabla 1.) en la mezcla de aspersión, si se considera que un avión de

300 galones (1.137 li- tros) deposita 40 L/ha de la mezcla, con una des- carga efectiva de 23.4 L/ ha de Roundup Ultra, esta descarga equivale a 10.3

L/ha de glifosato en forma de sal IPA. Esto significa que el Roundup Ultra se aplica al 58.5% en la mezcla y el glifosato al

26%, y no al 1% reco-

mendado en Estados Uni- dos para aplicaciones te- rrestres, con equipos de protección y dirigido a las malezas agrícolas (Nivia,

2001).

A lo anterior se le suma que la formulación de GP usada en Colombia con- tiene ciertos ingredientes que pueden ser mas tóxi- cos que el GP mismo para los organismos acuáticos, y, en la combinación en la cual son aplicados, tienen un efecto tóxico aditivo (Abdelghani, 1997).

No existe evidencia en literatura científica que ligue el uso de los produc- tos del Glifosato con impactos tóxicos sobre la fauna acuática en cam- po , aun después de décadas de amplio uso, siguen siendo recibidos solo algunos repor tes anecdóticos. Tales repor- tes dificultan refutar los márgenes teóricos de se- guridad que permanecen y existen sin modificación alguna (APVMA, 1996).

GLIFOSATO (N-fosfonometil-glicina)

El glifosato (GP) es un her- bicida no selectivo, descu- bierto en mayo de 1970 por un grupo de científicos de MONSANTO dirigidos por el doctor J. Franz (Baird et al., 1981). Sus caracte- rísticas fisicoquímicas se describen en la tabla 2.

El GP es un compuesto áci- do, salado, con clase II de toxicidad, según la categorización de la U.S. EPA ( Envir omental protection agency; agencia de protección ambiental de

los Estados Unidos) mode- radamente tóxico, siendo utilizado como pesticida de uso general.

El GP como herbicida sistémico no selectivo de amplio espectro se ha usa- do para el control de plan- tas anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas (Nivia,

2001; Kaczewer, 2003). Este puede ser utilizado en tierras no cosechadas así

como en una gran variedad

de cosechas (Nivia, 2001).

Como se ha descrito ante- riormente, el GP es un áci- do, pero es más común- mente usado en la forma de sal de isopropilamina (Fig.

1) (Nivia, 2001). Este pue- de ser también disponible como sal de trimesium, difenilamina, monoamonio (APVMA, 1996), trime- tilsulfonio o ácido y es ge- neralmente distribuido como polvo y concentrado soluble en agua (disponible en: <http://ace.ace.orst.edu/>

info/extoxnet/pips/

glyphosa.htm).



Figura 1. Sal de Isopropilamina

TABLA 2.



IDENTIDAD, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL GLIFOSATO\*

3 8 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nombre común (ISO) | Glifosato | |
| Nombre químico (IUPAC) | N-(fosfonometil)glicina | |
| Nombre químico (CA) | glicina, N-(fosfonometil)- | |
| Pureza mínima | 950 g/kg | |
| Fórmula molecular | C H NO P | |
| Masa molecular | 169  169.08\*\* | |
| Fórmula estructural |  | |
| Punto de fusión | 189.5 ºC (999 g/kg)  200ºC\*\* | |
| Punto de ebullición | Descomposición | |
| Apariencia | Cristal incoloro | |
| Densidad relativa | 1.075 (995 g/kg) | |
| Presión de vapor | 1.31 x 10-5 Pa (25 ºC ácido) | |
| Constante ley de Henry | 2.1 x 10-7 Pa x m3 x mol-1 | |
| Solubilidad en agua | PH 2: 10.5 ± 0.2 g/l  (20 ºC, 995 g/kg\*\*\*)  12g/l\*\* | |
| Solubilidad en solventes orgánicos | Acetona | 0.078 g/l |
| Diclorometano | 0.233 g/l |
| Etilacetato | 0.012 g/l |
| Hexano | 0.026 g/l |
| Metanol | 0.231 g/l |
| n-octanol | 0.020 g/l |
| Propan-2-ol | 0.020 g/l |
| Tolueno | 0.036 g/l |
| Coeficiente de partición (log P )  ow | pH 5 - 9: -3.2 a 25ºC (999g/kg)  - 3.2218 - - 2.7696\*\* | |
| Estabilidad hidrolítica (DT )  50 | PH 5: estable (25ºC) | |
| PH 7: estable (25ºC) | |
| PH 9: estable (25ºC) | |
| Constante de disociación | Pka: 2.34 (20ºC), 5.73 (20ºC)  10.2 (25ºC) | |
| Flamabilidad | No altamente inflamable | |
| Propiedades explosivas | No explosivo | |
| Absorción UV/VIS (max.) | e: 0.086(2959 nm) | |
| Fotoestabilidad en agua (DT )  50 | 33 d (pH 5), 69 d (pH 7), 77 d (pH 9) (lámpara de xenón) | |
| Coeficiente de absorción (g/g) | 24,000 (estimado)\*\* | |

\* APPENDIX I, Identify, physical and chemical properties, 11 May 2001 (disponible en:

[http://europa.eu.int/comm/food/fs/ph\_ps/pro/eva/existing/list1\_glyphosate\_en.pd](http://europa.eu.int/comm/food/fs/ph_ps/pro/eva/existing/list1_glyphosate_en.pdf)f)

\*\* Valores tomados de EXTOXNET, Universidad de Cornell, Universidad del estado de Oregon, Universidad de Idaho, Universidad de California e Instituto de toxicología ambiental, Universidad del estado de Michigan. Revisado en junio del 1996.

(disponible en: [http://ace.ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/glyphosa.htm)](http://ace.ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/glyphosa.htm)

\*\*\* 995g/kg se refiere a la pureza del glifosato utilizado para medir la solubilidad en agua a 20ºC.

Debido al estado iónico del GP en el agua no se espera que se volatilice en el agua ni en el suelo (Nivia, 2001) y, dada su naturaleza alta- mente polar, los solventes orgánicos no pueden ex- traerlo de las matrices am- bientales (Zavitzanos et al., s.f.), por lo tanto se disuel- ve fácilmente en el agua; su persistencia ha sido repor- tada de 12 a 60 días en estudios adelantados en Canadá (Nivia, 2001), en aguas de estanque de tie- rra, pero este persiste por más tiempo en los sedi- mentos del fondo, donde su promedio de vida fue de

120 días en un estudio he- cho en Missouri, aunque la persistencia fue de mas de un año en sedimentos de Michigan y Oregon (Nivia,

2001); existen, además, reportes que le atribuyen una vida media en aguas

de estanque en un rango

que oscila entre 70 a 84

fuertemente adsorbido a partículas del suelo, tales como arcillas y óxido hidroso (Haney et al. ,

2002); incluyendo material orgánico y mineral suspen- dido en el agua, siendo des-

compuesto principalmente

por microorganismos, (dis- ponible en: h t t p : / / a c e

. a c e . o r s t . e d u / i n f

o / e x t o x n e t / p i p s / g l y p h o s a . h t m), a nivel

del suelo, sedimento acuá-

tico y agua, a su principal metabolito AMPA (ácido

amino metilfosfónico)

(Gartner & Grue, 1996; Leu, 2003; EPA, 1993)

(Fig. 2), al que se le han

adscrito características toxicológicas (Nivia,

2001); posteriormente de-

gradado a metilamina,

formaldehído (Nivia,

2001), y finalmente a

dióxido de carbono (CO ) (Rueppel et al., 1977) y

2

amonio (NH ) (disponible

3

en: h t t p : / / n t p - s e r v e r . n i e h s . n i h . g o v

/ h t d o c s / S T - s t u d i

e s / T O X O 1 6 . h t m). Tal degradación ha sido re-

portada ser mas rápida en

condiciones aeróbicas que anaeróbicas (disponible en:

[w w w .](http://www.who.int/) w h o . i n t /

water\_sanitation\_health/

dwq/draf tchemicals/

glyphosate.pdf; disponible

en: h t t p : / / n t p - s e r v e r . n i e h s . n i h . g o v

/ h t d o c s / S T - s t u d i

e s / T O X O16.htm). Su adsorción se correlaciona

con la cantidad de sitios de

unión de fosfato vacante y

puede ocurrir a través de uniones del ácido fosfónico (Ahrens, 1994).

El GP no es tomado por las raíces de las plantas, ingre- sando a través de las ho- jas, siendo translocado a otras partes de la planta donde es poco metabolizado (disponible en: [www.who.int](http://www.who.int/)/ water\_sanitation\_health/ dwq/draf tchemicals/ glyphosate.pdf; Nivia,

2001), habiéndose encon- trado en fresas, arandano, frambuesas, lechuga, zana- horias y cebada después de la aplicación (Nivia, 2001). Además, presenta poca tendencia a fotodegradarse (Mendoza et al., 1999; Chemical Watch Factsheet,

2001) por lo cual perma- nece activo en suelos que no lo absorben fácilmente, persistiendo su efecto fitotóxico (Mendoza et al.,

1999), siendo química-

días (Chemical Watch Factsheet, 2001). Además,

presenta un bajo potencial de lixiviación (disponible

en: <http://ace.orst.edu/info/>

n p i c / f a c t s h e e t s /

mente estable en el agua (disponible en: [w w w . w h o .](http://www.who.int/) i n t / water\_sanitation\_health/

dwq/draf tchemicals/

glyphosate.pdf; Chemical

glyphogen.pdf) ya que es

Figura 2. (modificado de Zavitzanos et al., s.f.)

Watch Factsheet, 2001).

MODO DE ACCIÓN EN PLANTAS

El GP ejerce su acción her- bicida mediante la inhibi- ción de la biosíntesis de aminoácidos aromáticos esenciales - triptófano, fenilalanina y tirosina - en



las plantas (Herbicide Handbook, 1994; Williams et al., 2000; Jaworsky

1972; Chemical Watch Factsheet, 2001), lo cual reduce la producción de

proteína de la planta y, de este modo, inhibe el creci- miento de la misma (Herbicide Handbook,

1994; Williams et al. ,

2000), a través de la inhi- bición de una enzima de la

vía del Chikimato deno-

minada 5-enolpiruvil- chikimato -3-fosfato -

sintetasa (EPSPS) (Haney

et al., 2002; Amrhein et

al., 1980). Esta enzima cataliza la transferencia del grupo enolpiruvil del fosfoenol piruvato (PEP) al

5-hidroxil del chikimato 3- fosfato (S3P) para formar los productos 5-

enolpiruvilchikimato 3-

fosfato y fosfato inorgánico

(Mur taza & Williams,

2001) (Fig. 3). La inhibi-

ción del EPSPS por el GP

ha sido demostrada que procede a través de la for- mación de un complejo ternario EPSPS-S3P-GP y la unión es dirigida con el GP unido a la enzima solo después de la formación de un complejo binario EPSPSS3P (Mur taza & Williams, 2001).

CO2

=O3PO OH

=O3P

+

N C02

H H

OH Chikimato-3-fosfato

CH2

=O3PO C02

=

Glifosato

Fosfoenol piruvato

C02

PO3=

C02

H

N+ OPO3

H

=O3PO O H

OH

C02

=O3PO

C02

O

CH3

OH

Complejo glifosato / Chikimato-3-fosfato Tetraedro intermedio

C02

=O3PO

CH2

O C02

+ HPO 2-

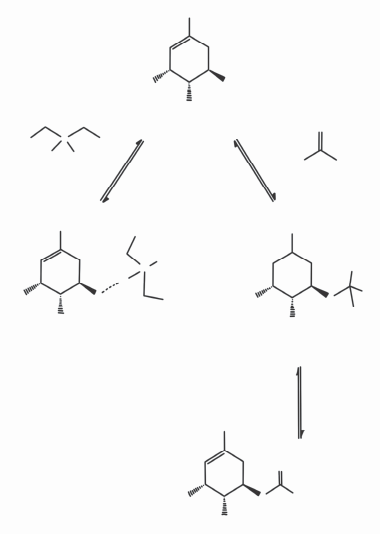
4

OH

5-enolpiruvilchikimato-3-fosfato

Figura 3. (Tomado de Monheit, 2003)

R E V I S T A



75 O R I N O Q U I A

La unión del GP al EPSPS ha sido demostrada ser competitiva con el PEP y no compite con el S3P (Kishore & Shah, 1998). La reacción catalizada por la EPSPS es el penúltimo paso en la vía del ácido chikímico para la biosínte- sis de aminoácidos aromá- ticos y muchos metabolitos secundarios incluyendo tetrahidrofolato, ubiquinona y vitamina K (Gruys & Sikorski, 1999).

Como se ha reseñado an- teriormente, la importancia de la vía del chikimato para las plantas está dada por la inhibición de la síntesis de aminoácidos aromáticos impidiendo de este modo la síntesis de proteínas, esti- mando además que el

35% o mas del peso seco de las plantas es represen- tado por moléculas aromá-

ticas derivadas de la vía del chikimato (Franz et al.,

1997). La vía del ácido

chikímico, presente en plan- tas y microorganismos, está

completamente ausente en

mamíferos, peces, aves, rep- tiles e insectos (Murtaza &

Williams, 2001). El GP

puede afectar otras dos enzimas relacionadas con la

vía del ácido chikímico, la

clorismato mutasa y pre- frenato hidratasa (Nivia,

2001). Además, puede

afectar otras enzimas no re- lacionadas con la vía del

ácido chikímico; por ejem-

plo, en la caña de azúcar reduce la actividad de una

de las enzimas involu-

cradas en el metabolismo del azúca r, la ácido

invertasa; esta reducción

parece estar mediada por auxinas, (hormonas de las

plantas) (Nivia, 2001). Los

síntomas aparecen en plan-

tas una semana post-expo- sición e incluyen clorosis (amarillamiento) e impedi- mento del crecimiento de las hojas más jóvenes y punto de crecimiento. La muerte de la planta ocurre después de dos semanas de la aplicación (disponible en: [www.hor t.uconn .edu](http://www.hort.uconn.edu/)/ cipwg/ar t\_pubs/GUIDE/ consideration.htm).

En dosis subletales puede interferir con algunos pro- cesos metabólicos en plan- tas: en el fríjol puede ser inhibida la absorción de potasio y sodio y en espá- rragos y lino puede reducir- se la producción de lignina (Nivia, 2001).

De acuerdo con estudios reportados por Williams et. al. (2000), el Roundup® puede producir aberracio- nes cromosómicas en célu-

las de la punta de la raíz de la cebolla, sugiriéndose que este efecto sobre los cromosomas de las células de las plantas podría deber- se al surfactante. También se reportó efecto del GP sobre las puntas de las raí- ces del jacinto, concluyén- dose que el efecto depen- diente de la dosis, sobre la formación de figuras mitó- ticas con exposición prolon- gada, se debió a un efecto sobre el aparato del huso, conduciendo a cromoso- mas desorganizados en la anafase.

La presencia de GP causa producción de fitoestróge- nos en legumbres, los cua- les imitan el papel de las hormonas reproductivas en mamíferos después de su consumo (Br yson, s.f.), conllevando a disrupciones endocrinas.

INGREDIENTES ADICIONADOS AL GP

Para permitir al GP atrave- sar y adherirse firmemente a la superficie cuticular de las hojas se le adicionan diversas sustancias. Las formulaciones usadas ac- tualmente son jabones tóxi- cos, una mezcla de ingre- diente activo (pesticida re- gistrado) con una variedad de otros químicos, denomi- nados ingredientes inertes (ver tabla 3), tales como solventes, sur factantes (como el POEA), y



emulsificantes; los cuales son químicos que pueden llegar a ser mas peligrosos que el ingrediente activo (Chemical Watch Factsheet, 2001). Los in- gredientes inertes conoci- dos del GP, (en sus diferen- tes formulaciones), inclu- yen sulfato de amonio, benzisotiazolona, ácido 3- yodo -2-propinilbutilcar- bamato, sulfito de sodio, ácido pelargónico,

isobutano, metilpirro -

lididona, hidróxido de potasio, ácido sórbico e Isopropilamina (Chemical Watch Factsheet, 2001; Kaczewer, 2003). Todos estos químicos están asociados con irritación cutánea, problemas gás- tricos y respiratorios (NCAP,

1998) (Tabla 3). Las formulaciones pueden contener otros ingredientes activos tales como la simasina, 2.4-D y MCPA (WHO/FAO, 1996).

Tabla 3.

|  |  |
| --- | --- |
| Ingrediente inerte | Síntomas |
| 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  Ácido pelargónico | Náusea, depresión del sistema nervioso, disnea.  Irritación ocular severa, aborto y bajo peso al nacer en animales de labora- torio. |
| Hidróxido de potasio | Lesiones oculares irreversibles, ulceraciones cutáneas profundas, ulceraciones severas del tracto digestivo, irritación severa del tracto respi- ratorio. |
| Sulfito sódico | Irritación ocular y dérmica, severas concomitantes con vómitos y diarrea, alergia cutánea y reacciones alérgicas severas. |
| Ácido sórbico | Irritación cutánea, náusea, vómito, neumonitis química, angina y reaccio- nes alérgicas. |
| Isopropilamina | Cáustica en membranas mucosas y tejidos del tracto respiratorio superior. Lagrimeo, coriza, laringitis, cefalea, náusea. |
| POEA | Ulceración ocular, lesiones cutáneas (eritema, inflamación, exudación y ulceración), náusea, diarrea. |

En trabajos adelantados por Servizi et al. (1987), se estableció evidencia del efecto combinado del GP y su surfactante POEA, el cual es mas que un aditivo (sinergismo), demostrándo- se además, que el surfactante fue mucho mas tóxico que el GP mismo. Con base en lo anterior, se incrementa la duda acerca de si las concentraciones letales 50 reportadas para el Roundup® en aguas tra- tadas son aplicables a aguas naturales (disponible en: [www.okanogan1.com/](http://www.okanogan1.com/) natural/ecology/weeds/ bould.htm#survey).



Los surfactantes pueden ser una significativa fuente de toxicidad de los herbici- das a base de GP (Oldham et al., 2002). En Colom- bia, específicamente, se estableció el uso del Cosmo -Flux 411f como surfactante, el cual se apli- ca en una concentración de

1% (de acuerdo con el ran- go recomendado por el fa- bricante de 0.5 - 1%) (dis- ponible en: [www.state.gov/](http://www.state.gov/) g/inl/rls/rpt/14564.htm). Los ingredientes del cosmo- flux 411f aún no han sido desglosados (Oldham et al., 2002). También se adi- ciona el compuesto

antiespumante Cosmo-in D (Nivia & Sánchez, 2001; Vargas et al., 2001). Ade- más, ni el gobierno de Es- tados Unidos ni el colom- biano han hecho disponible algunos estudios sobre los efectos del aditivo, solo o en combinación con RoundUp Ultra®; de este modo, no existen bases para asumir que son segu- ras las aspersiones sobre la población, cultivos de ali- mento y fuentes de agua (Oldham et al., 2002).

GLIFOSATO, SUELO Y MICROORGANISMOS

La estabilidad en el suelo está relacionada con el flu- jo de biomasa microbiana, con un incremento en los metabolitos microbianos o con cambios fisicoquímicos generados a partir de la actividad microbiana (Villegas et al., 1998). Los microorganismos realizan en el suelo sus procesos vitales y derivan su energía de la oxidación de residuos orgánicos que dejan a plan- tas y animales. Es decir, que las plantas que crecen en el suelo viven a expen- sas de los productos de la actividad microbiana (Villegas et al., 1998). El suelo y su biomasa son muy susceptibles a la ac- ción de los plaguicidas (Nivia, 1992) y su adsorción está relacionada con los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo, con la materia orgánica, con la estructura y con la transfor- mación de los plaguicidas pues los microorganismos pueden utilizarlos como fuente de carbono logran- do su mineralización, o bien como metabolitos del sue- lo que pueden realizar es- tos procesos (Nivia, 1992). Estudios adelantados por Covetto (1988) en Chile reportaron al GP como ino- cuo para la población de hongos y aumentar fuerte- mente las bacterias y actinomicetos fomentando la microbiología del suelo; esto se ve contra-argumen- tado por trabajos de Forlani (1999) los cuales mostra-

ganismos incultivables cuando están expuestos a GP. Forlani (1999) consi- dera que los herbicidas son de fundamental ayuda en la labranza pero que su uso continuo puede afectar la microbiología del suelo. Se ha repor tado que el RoundUp puede reducir la fijación de nitrógeno redu- ciendo de este modo la fer- tilidad de los suelos (Watts

& Macfarlane, s.f.)(Fig. 4). De la misma manera se ha hallado que el RoundUp Ultra®, reduce el conteni- do de nitrógeno microbiano en mayor extensión que el

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | | |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |  |  |  |

del carbono, reduciendo de este modo la proporción de carbono:nitrógeno en la biomasa microbiana, a su vez, reduciendo la libera- ción de nitrógeno al suelo (Haney et al., 2002). Igualmente diversos auto- res han reportado que el GP tiene un efecto inhibidor sobre el crecimiento de al- gunos parásitos (Roberts et al., 1998), de nemátodos como lombrices (Dewar et al., 2000; Sanderson et al., 1999), de diversas es- pecies microbianas (Nosanchuk et al., 2001; WWF, 2000) y de hongos

ron evidencia de microor-



Figura 4. (Tomado de Santos & Flores, 1995).

(WW F, 2000) como el Cryptococcus neoformans (hongo patógeno para hu- manos que causa meningoencefalitis en pa- cientes con síndrome de inmunodeficiencia humana (SIDA)), sobre el cual el GP, además de inhibir su creci- miento, retrasa la melanización, lo cual es necesario para proteger el hongo de agentes oxidantes, temperaturas extremas, la anfotericina B, péptidos microbicidas y macrófagos in vitr o (Hamilton & Holdon,



1999), e interfiere con el desarrollo de una respues- ta protectora de células T (Huffnagle et al., 1995). Pa r te de los efectos inhibidores del GP han sido atribuidos, específicamente en el caso del Roundup ul- tra®, al surfactante presen- te o a sus ingredientes iner- tes (Haney et al., 2002). Nosanchuk et al. (2001) sugiere, en vista de que el GP inter fiere con la autoxidación de L-dopa, que el GP puede inhibir di- rectamente la polime- rización de la melanina, además que también inhibe la reacción de la lacasa de C. neoformans (reacción necesaria para la síntesis de melanina), enzima que oxida substratos fenólicos, para formar intermediarios quinona (Mason, 1995) que se autopolimerizan en la pared celular micótica (Wang & Casadevall, 1996) mediante el impedimento de la oxidación de la L- epinefrina (Nosanchuk et al., 2001). Además, el GP puede quelar diversos iones metálicos y puede, teórica- mente, inter ferir con la melanización a través de la interacción con L-dopa o

con intermediarios quinona altamente cargados de la melanina (Nosanchuk et al., 2001). De este modo, el GP puede ser utilizado como una terapia útil en el tratamiento de C. Neoformans y otros pató- genos que producen melanina (Nosanchuk et al., 2001).

Sin embargo, diversos in- vestigadores han determi- nado que el GP puede pro- mover el crecimiento de hongos patógenos, los cua- les mediante la liberación de sus toxinas pueden ge- nerar daño a otras formas de vida; uno de estos hon- gos tóxicos es el Fusarium sp. (Descalzo et al., 1996; Johal et al., 1984; Levesque et al., 1992). Este hongo ha sido respon- sable de daños serios en cosechas, envenenamiento de suelos y defectos al na- cimiento en humanos (Bigwood, 2002). Igual- mente, el GP interfiere con la relación micorrizal entre hongos, nutrientes y plan- tas mediante la inhibición de hongos benéficos que ayudan a las plantas a ab- sorber nutrientes y agua (Nivia, 2001; WW F,

2000). En estudios cana- dienses dirigidos por Wan (1998) se encontró que el

GP es ligeramente tóxico

para el hongo simbiótico

Glomus intraradices sobre la raíz de las zanahorias.

Por ejemplo, en un estudio inhibió la formación de

nódulos fijadores de nitró-

geno en trébol durante 120 días después del tratamien-

to (Nivia, 2001).

De acuerdo con lo descrito en la etiqueta del Roundup®, el GP es

inactivado inmediatamente en el suelo mediante una reacción química que ocurre con las arcillas, sin embargo, Cox (1995) afir- ma que diversos investiga- dores han reportado que el GP es fácilmente desorbido en algunas clases de suelo, pudiendo ser muy móvil en el ambiente del suelo.

El GP es degradado microbialmente en el suelo y agua, y posee una vida media en el suelo reporta- da de 47 días y una vida media en laboratorio de

<25 días (Ahrens, 1994); aunque otros autores repor- tan datos de vida media de

1 a 3 años según estudios

realizados en Canadá y

Suecia (Nivia, 2001); te- niendo en cuenta que la

vida media es variable y dependiente de factores del

suelo (MDFA, 2002). Su

metabolito principal

(AMPA) posee una tasa de

degradación más baja que la del GP, posiblemente,

debido a su estrecha unión

al suelo (GEIR, 1985) y su vida media repor tada

oscila entre 71-165 días

(promedio: 118 días) (Buchwalter et al., 2002).

Sin embargo no es conoci-

do qué efecto posea el pro- ducto Roundup Ultra® (el

cual incluye surfactante y

otros productos inertes) so- bre la población microbiana

y sus actividades alrededor

de un rango de suelos variado en fer tilidad

(Haney et al., 2002). Aun-

que el GP no es aplicado intencionalmente en el

suelo, una concentración

significante de material puede alcanzar la superfi-

cie del suelo (Haney et

al. , 2002). Además el

Roundup® (GP) puede alcanzar zonas considera- das “no blanco” dependien- do del método de aspersión y de la velocidad del vien- to, alcanzando áreas más extensas mediante aplica- ción aérea (Nivia, 2001). En un estudio realizado en Canadá, fue encontrado el GP hasta 800 m de dis- tancia del sitio asperjado; igualmente en Canadá se ha determinado que se debe establecer una zona buffer desde 75 a 1.200 metros con el fin de preve- nir daño a la vegetación que debe ser protegida (Nivia,

2001). Adicionalmente, una publicación del Minis- terio del Medio Ambiente de Ecuador, recomienda una zona de aislamiento o buffer de 10 kilómetros del lado de la frontera Colom- biana, para proteger el te- rritorio ecuatoriano de po- sible efectos ambientales asociados a la aspersión de GP, en la campaña de erra- dicación de cultivos ilícitos conducidos por los gobier- nos de Colombia y USA (Bigwood, 2002)

La cantidad de herbicida disponible en el suelo que pueda afectar a los

microorganismos depende de varios factores:

l Nutrientes disponibles:

arcillas saturadas con

hierro y aluminio tienden a absorber más GP que

aquellas saturadas con

sodio o calcio, y el nivel de fosfato del suelo es el

principal determinante

de la cantidad de GP

absorbido en el suelo

(MDFA, 2002). Algunos

autores consideran que la cinética (tasa de de-

gradación) del GP es in-

dependiente del conteni- do orgánico del suelo

(Grossbard & Atkinson,

s.f.).

l PH: la tasa de degrada- ción del GP ha sido correlacionada con la ac- tividad microbiana de los suelos y no parece ser dependiente en gran me- dida del pH del suelo (Gross-bard & Atkinson, s.f.)

l Temperatura: está correlacionado directa- mente (MDFA, 2002); y

l Humedad.

Se cree que los factores mencionados difieren en importancia dependiendo del producto comercial uti- lizado; aunque factores

como el agua del suelo y la temperatura afectan mu- chos procesos biológicos, incluyendo metabolismo de las plantas y degradación microbiana; y por lo tanto, influenciando la bioacti- vidad y persistencia de di- chos químicos (Weber et al., 1993).

Dick & Quinn (1995) inves- tigaron 26 cepas bacte- rianas de sitios sin adición previa de GP y encontraron que todas las 26 cepas pudieron metabolizar el GP vía clivaje inicial de sus enlaces fósforo-carbono (Haney et al., 2002).

En trabajos adelantados por Haney et al. (2002) se con- cluyó que el Roundup Ul- tra incrementa la actividad microbiana a pesar de sus efectos levemente inhibi- torios debido al surfactante u otros ingredientes inertes que los microbios del suelo pueden o no vencer com- pletamente. Este mismo autor en 1999, determinó que el GP (sin utilización de surfactante) inhibió la acti- vidad microbiana, medida a través de la minera- lización de carbono y nitró- geno.

PRESENTACIONES COMERCIALES DEL GP

Entre los productos comer- ciales, registrados por Monsanto, que contienen GP se encuentran el Rocket®, Rocky®, Fae- na®, Patrol®, Squadron®, Gallup®, Landmaster®, Pondmaster®, Ranger®, Roundup® (glifosato al

41%, 15% de surfactante talowamina polietoxilado y

44% de agua), Roundup

Ultra®, Rodeo® (glifosato al 53.5% y 46.5% de agua), Accord® (41.5% de glifosato y 58.5% de agua) (Nivia, 1995; dispo- nible en: h t t p : / / i n f o v e n t u r e s . c o m / e - h l t h / p e s t c i d e / g l y p h o s . h t m l) y, un recien- te producto salido al mer- cado, el Roundup Ultra max® (disponible en:

h t t p : / / g r e e n h o u s e . u c d a v i s . e d u / s a f e t y / m s d s / R o u n d u p % 2 0 U l t r a % 2 0 m s d s . P D F ). Pero también otras empresas agroquímicas tienen regis- tradas formulaciones co- merciales con base en el mismo ingrediente activo, bajo los nombres de: Bata-

lla (Bayer); Glyfoagri

R E V I S T A



80 O R I N O Q U I A

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (Disagri); Socar (Agrevo); | Stelar (Dow); Panzer | (Sundat); Glifosato Agrogen |
| Crossout, Candela y | (Invequímica); Glyphogan | (Agroquímicos del Cauca) y |
| Glyfosan (Agroser); Glifonox | (Magan); Faena (Proficol); | Tunda (Fertilizantes Cafete- |
| (Crystal); Glifosol (Coljap); | Regio (Quimor); Sunup | ros) (Nivia, 1995). |

COMPOSICIÓN DEL ROUNDUP ULTRA ®

De acuerdo con informa- ción recibida de Martin Jelsma, de Transnational Institute, Monsanto ha con- firmado que el ingrediente activo del Roundup Ultra es

La química Susan Kegley (Nivia, 2000) explica cla- ramente que la par t e polietoxilada significa que tiene múltiples unidades (CH CH O), donde C, H y

yor a 10 mg/L), mientras Roundup es considerado tóxico para algunas espe- cies de peces, teniendo CL50s generalmente por debajo de 10 mg/mL (Dis-

2 2

el mismo GP del Roundup®

comercial común. Según

Farm Chemicals Handbook

2000, el GP se identifica comúnmente como

glifosato-isopropilamonio,

químicamente como una sal isopropilamina de

N-(fosfonometil) glicina.

La formulación Roundup

Ultra contiene:

l 41% de sal isopropila- mina de glifosato (ingre- diente activo)

l 44.5% de agua

l 4.5% de “a phosphate ester neutralized polye- thoxylated tallowamine mixture” un surfactante que incrementa el poder de penetración del in- grediente activo (Nivia,

2000).

O son carbono, hidrógeno

y oxígeno. Un “tallowami- ne” es derivado de grasa

animal (tallow) y tiene un grupo funcional amina. Las

aminas son bases débiles

y sus sales de amonio son ácidos débiles, pero pueden

ser corrosivos a la piel a

causa de sus propiedades ácido/base.

Es conocido que el Roundup comercial contie- ne el surfactante polioxietil amina o POEA, sustancia muchísimo más tóxica que el GP y que de acuerdo con médicos norteamericanos y japoneses, le confiere al Roundup características toxicológicas muy diferen- tes al GP solo (Nivia,

2000). El GP solo es con- siderado levemente tóxico para los peces (CL50 ma-

ponible en: w w w . s t a t

e . m a . u s / d f a / p e s t i c i d e s / r i g h t o f w a

y / g l y p h o s a t e . p d f).

Según el estudio de Collins

& Helling “Increased con- trol of Erythroxylum sp. by

glyphosate utilizing various

surfactants” (realizado en invernaderos en Maryland,

Estados Unidos y en cam-

po en Hawaii entre 1995 y

1997), el surfactante de

Monsanto MON 0818 está

presente en el Roundup®

comercial, y lo describen como un sur factante

catiónico compuesto por

“ethylene glycol and ethoxylated tallowamines”.

Según esto el POEA y los

“ethoxylated tallow amines” serían el mismo

compuesto (Nivia, 2000).

EFECTOS DEL GLIFOSATO Y DEL ROUNDUP EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Ciertamente, es un hecho que el GP ha sido encon- trado en superficies de agua (Dost, s.f.). El GP es mo- deradamente tóxico para peces (Nivia, 2001), aun- que las formulaciones éster son más tóxicas para los

peces que las formulacio- nes amina (disponible en: h t t p : / / w w w . h o r t . u c o n n . e d u / c i p w g

/ a r t \_ p u b s / G U I D E

/ c o n s i d e r a t i o n.htm). Como lo describe Dost (sf);

los efectos del GP o sus

formulaciones sobre los peces son improbables. Las concentraciones nomi- nales umbrales de los her- bicidas que causan cam- bios en el comportamien- to de los peces fueron de

37.5 ppm para generar

R E V I S T A



81 O R I N O Q U I A

alteraciones de la visión en presencia de 10% de surfactante y 13.5 ppm en presencia de 15% de surfactante (estas concen- traciones fueron manteni- dos durante un periodo de

96 horas). Ellas pueden ser comparadas con las con- centraciones de 0,7 ppm, concentración esperada después de aplicación di- recta en el agua a 30cm de profundidad. Para algu- nos autores el GP no se bioacumula en los anima- les acuáticos y terrestres (Giesy et al. 2000; Williams et al., 2000).

En sistemas acuáticos, el GP solo es menos tóxico que el producto comercial de GP, Roundup®, y otros productos poseen toxicidad intermedia (Cox, 2000). Parte de estas diferencias pueden ser explicadas por la toxicidad del surfactante (ingrediente similar al de- tergente) en el Roundup®. Este es de 20 a 70 veces más tóxico para los peces

que el GP mismo (Cox,

2000). La toxicidad aguda varía ampliamente: han

sido reportados valores de

concentración letal media

(CL50) entre 10-200 ppm dependiendo de la especie

de pez y condiciones de la prueba (Cox, 2000). Estos

valores para Roundup® se

encuentran dentro de un rango de 2 a 55 ppm (Cox,

2000) y, en ensayos reali-

zados en cachama blanca

(Piaractus brachypomus), se ha estimado un valor de

40.05 ppm (Ramírez & Rondón, datos sin publi-

car); lo cual concuerda con

la CL50 repor tada por

Nescovik et al., (1996)

para carpas (15 – 26 mg/

L). La toxicidad del

Roundup® se incrementa con aumento en la tempe-

ratura del agua (Cox,

2000). Los efectos subletales del GP ocurren

a bajas concentraciones. En trucha arco iris y tilapia,

concentraciones de cerca

de la mitad o tercera parte de la CL50 (respectivamen-

te) causan nado errático (Cox, 2000). La trucha también presentó dificultad respiratoria. Estos efectos pueden incrementar el ries- go de que el pez sea predado y a su vez alte- rar los patrones de alimen- tación, migración, y repro- ducción (Cox, 2000).

Los efectos subletales del GP sobre los peces inclu- yen nado errático (Fig. 5), dificultad respiratoria y ali- mentación, migración y re- producción alterada e incrementa la probabilidad de ser predados (Morgan, et al., 1991; Liong, et al.,

1998; Br yson, s.f.). La evasión de ríos contamina- dos por peces anádromos ha sido documentada (Ewing, 1999). Adicional- mente, en carpas ha sido descrito un aumento en la actividad de la fosfatasa alcalina hepática y cardiaca, igualmente un li- gero incremento en la acti- vidad de las transaminasas glutámico-oxaloacética y

Figura 5. Nado errático, Cachama blanca Piaractus brachypomus (archivo Grupo Sanidad de Peces UNILLANOS, Ensayo DL50 RoundUp®, Ramírez y Rondón, 2002 sin publicar).



Figura 6. Un campesino de putumayo reemplazó sus cultivos de coca con plantas de lulo, las cuales fueron destruidas cuatro meses después por la fumigación aérea. (foto: Garry M. Leech)

glutámico-pirúvica al ser expuestas a concentracio- nes de 10 mg/L por un pe- riodo de 14 días; es de des- tacar que efectos similares, pero mas leves, fueron des- critos a concentraciones más bajas (2.5-5mg/L) (Nescovik et al., 1996).

Nescovik et al. (1996) ha repor tado desarrollo de hiperplasia epitelial y ede- ma subepitelial a nivel branquial en carpas ex- puestas a GP (5mg/L); cambios similares, pero mas pronunciados, segui- dos de infiltración linfocitaria, ligera hipertro- fia de las células de cloro y separación y ruptura del epitelio respiratorio como lo reportado por otros autores

sobre efectos de contami- nantes sobre la superficie branquial (Gomez et al.,

1998); y, a nivel hepático,

ligera congestión sinusoidal y signos de fibrosis incipien-

te, fueron reportados a con-

centraciones de 10 mg/L. En otro estudio, realizado

por Szarek et al. (2000) se

encontró que el Roundup a concentraciones de 205 y

410 mg/L generó lesiones

agudas en hepatocitos de carpa descritas como es-

tructuras semejantes a

mielina, tumefacción mitocondrial y desaparición

de membrana mitocondrial

interna, que conllevaron a la muerte del animal.

Aunque al GP le ha sido determinada su toxicidad

aguda, en las diferentes presentaciones, no han sido ensayados para determinar efectos crónicos en anima- les acuáticos, lo cual no permite una evaluación más acertada, ya que po- drían existir efectos acumulativos del tóxico (disponible en: http:// infoventures.com/e-hlth/ pesticide/glyphos.html).

Algunas formulaciones pue- den ser más tóxicas para peces y otras especies acuáticas debido a diferen- cias en cuanto a toxicidad entre sales y ácidos o a surfactantes utilizados en la formulación (disponible en: <http://ace.ace.orst.edu/info/>

e x t o x n e t / p i p s /

glyphosate.htm) (Tabla 4).



Tabla 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Compuesto | Especie | CL50 (concentración letal 50) (mg/L) |
| Roundup® | Peces | 5-26\* |
| Trucha arco iris  (Oncorhynchus mykiss) | 8.2 – 27 (NOEL = 6.4)\*\* |
| Carpa común (Cyprinus carpio) | 15-26\*\*\* |
| Invertebrados | 45-37 ppm\* |
| Rodeo® | Peces | =1.000 ppm\* |
| Carpa (Cyprinus carpio ) | 600-1400 ppm\*\*\* |
| Pulga de agua (Daphnia magna) | 930 ppm\* |
| Accord® | Peces | =1.000 ppm\* |
| Pulga de agua (Daphnia magna) | 930 ppm\* |
| Glifosato | Trucha arco iris  (Oncorhynchus mykiss) | 140 – 240\*\* |
| AMPA | Trucha arco iris  (Oncorhynchus mykiss) | 520\*\* |
| POEA | Trucha arco iris  (Oncorhynchus mykiss) | 0.65 – 7.4\*\* |

[\*(http://infoventures.com/e-hlth/pestcide/glyphos.html)](http://infoventures.com/e-hlth/pestcide/glyphos.html)

\*\* Monheit, 2003

\*\*\*Nescovik et al., 1996

No Observable Effect Level = Nivel sin efecto observable

Polioxietil amina = surfactante aditivo en el RoundUp®.

Tabla 5.

|  |  |
| --- | --- |
| Categorías de toxicidad | Organismos acuáticos\* (ppm) |
| Muy altamente tóxico | 0.1 |
| Altamente tóxico | 0.1-1 |
| Moderadamente tóxico | >1-10 |
| Ligeramente tóxico | >10-100 |
| Prácticamente no tóxico | >100 |

\*concentración en agua no relacionada al peso corporal del animal de prueba. Medi- da de la exposición ambiental. Adaptadas de insecticidas, Extensión Cooperativa, Universidad del estado de Kansas, Manhattan, Kansas.

En Colombia los herbicidas son aplicados en una ma- nera que claramente no están de acuerdo con las recomendaciones en la eti- queta del fabricante. En los Estados Unidos, tal falla en las instrucciones del fabri- cante seria una violación a la ley federal (Oldham et al., 2002).



En Colombia se está usan- do Roundup Ultra®, un herbicida que contiene GP, para la aspersión de culti- vos ilícitos. Pero otros quí- micos son adicionados para incrementar el efecto del herbicida (disponible en: w w w . b e y o n d p e s t i c i d e s . o r g / i n f o s e r v i c e s / p e s t i c i d e f a c t s h e e t s / t o x i c / g l y p h o s a t e . h t m) y tales químicos no están normalmente en el Roundup®. Estos quími- cos adicionados son pro- ductos no usados en Esta- dos Unidos. (disponible en: w w w . r e v i s t a a q u a t i c . c o m / i n d e x . a s p ? p = a q u a t i c / a r t . a s p ? c = 6 7). Sería im- portante establecer si estos compuestos (Cosmolfux-

411, para Colombia) no fitotóxicos, sin embargo, pudiesen ser ictiotóxicos,

especialmente por la sus-

ceptibilidad de la membra- na lamelar branquial a sus-

tancias detergentes y

tensoactivas (Noga, 1996).

Dosis subletales de GP (Roundup®) llevadas por el viento dañan flores silves- tres y puede afectar algu- nas especies a más de 20 m. del sitio de aspersión. El GP es altamente soluble en agua. Acorde con la EPA (U.S. Environmental Pro- tection Agency), este pue- de entrar en ecosistemas acuáticos por aspersión accidental, por flotación o lixiviación (Nivia, 2001). El GP ha sido encontrado con- taminante de las superficies de agua y aguas subterrá- neas (disponible en: w w w

. e m s . o r g / c o c a i n e

/ g l y p h o s a t e \_ e f f e c t s . h t m l).

Diversas especies de peces tienen diferente susceptibi- lidad al GP y se ha encon- trado que el Roundup® es

30 veces más tóxico para peces que el GP solo, que es altamente tóxico para

organismos acuáticos (dis-

ponible en: w w w . e m s . o r g / c o c a i n e / g l y p

h o s a t e \_ e f f e c t s . h

t m l) aunque otros autores citan que es ligeramente

tóxico para peces y prácti-

camente no tóxico para or- ganismos invertebrados;

bajo la presentación de

Roundup® es ligeramente tóxico para peces de agua

dulce e invertebrados acuá-

ticos y bajo la formulación de Rodeo® y Accord® son prácticamente no tóxicos para peces de agua dulce e inver tebrados acuáticos (disponible en: http://

ace.orst.edu/info/npic/

factsheets/glyphogen.pdf).

La toxicidad aguda del Roundup® para peces se encuentra en un rango de

2 - 55 ppm, parte de esta variabilidad es debida a:

Especie.

La edad: peces jóvenes son, considerablemen- te, mas sensibles al Roundup® que los adultos (disponible en: w w w . l e g a l s u i t e s . c o m / E n v i r o S u i t e / E S U S \_ C e n t e r / P D F \_ 2 0 0 2 / F R v o l 6 7 n o 7 4 ( a p r 1 7 2 0 0 2 ) E P A n o t i c e - 2 . p d f), hallándose que el Roundup® es cuatro veces más tóxico para dedinos de trucha arco iris que para peces más grandes (Disponible en: [www.okanogan1.com/](http://www.okanogan1.com/) natural/ecology/weeds/ bould.htm#survey)(ver figura 6).

Dureza del agua: en aguas blandas es 20 veces más tóxico para trucha arco iris (dispo-

nible en: w w w . e m s. o r g / c o c a i n e / g l y p h o s a t e \_ e f f e c t s . h t m l) conside- rando que la mayoría de las aguas dulces de la Orinoquia son blandas (Viña & Ramírez, 1998) este aspecto sería de gran importancia al mo- mento de analizar su impacto sobre el medio acuático en la Orinoquía y Amazonía.

La temperatura del agua: la toxicidad posee una relación directa; se incrementa con el aumento en la tempera- tura (disponible en: w w w . l e g a l s u i t e

s . c o m / E n v i r o S u i t e / E S U S \_ C e n t e r / P D F \_ 2 0 0 2 / F R v o l 6 7 n o 7 4 ( a p r 1 7 2 0 0 2 ) E P A n o t i c e - 2 . p d f), repor tándose que el Roundup® es dos veces más tóxico para trucha arco iris a 17°C que a

7°C, y para el pez de branquias azules es más tóxico a 27°C que

a 17°C (Disponible en:

[www.okanogan1.com/](http://www.okanogan1.com/)

natural/ecology/weeds/

bould.htm#survey).

El pH del agua: el Roundup® es más tóxi- co para peces a mayor pH del agua, hallándo-

se que fue más tóxico para la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) y el pez de branquias azules ( Lepomis machrochirus) a pH de

7.5 que a pH de 6.5; aunque hay que tener en cuenta que al pare- cer esta característica del Roundup® está dada por el componen- te surfactante ( el cual es más tóxico a mayor pH), puesto que el GP solo es menos tóxico para peces a un pH más alto (Disponible en: [www.okanogan1.com/](http://www.okanogan1.com/) natural/ecology/weeds/ bould.htm#survey).



Figura 7. Toxicidad del Roundup® en la trucha arco iris a diferentes edades \*

\* Tomado de Folmar, L.C. ; H.O Sanders, y A.M.,John, (1979).

Sac fry = pez con saco vitelino.

Swim-up fry = pez que ya sale a la superficie.

Small fingerling = dedino pequeño.

Large fingerling = dedino grande.

Adult = adulto.

En un estudio se encontró que en peces expuestos a

2 mg/L de Roundup®, el tejido muscular contuvo 80

mg/Kg de GP y los huevos

contuvieron 60 µg/Kg.

Cambios de comportamien- to, pérdida de peso, repro- ducción alterada o no exitosa, alta mortalidad de neonatos o embriones de- formados pueden resultar de la contaminación con herbicida. Las observacio- nes han revelado serios cambios en el comporta- miento de los peces. Estos incluyen: interrupción de la actividad de cardumen, inhibición de la migración normal al mar y, especial- mente en salmón, la eva- sión de aguas contamina- das. Estudios han estable- cido también un fuerte lazo entre la polución por herbi- cida y el impacto en la fun- ción olfatoria - por la cual los peces llevan a cabo su más crítica tarea de repro- ducción y supervivencia. Esto también afecta las ac- tividades sociales de los peces tales como la agru- pación (disponible en: w w w . a l t e r n a t i v e s 2 t o x i c s . o r g / w i l d l i f e . h t m).

Los resultados de deter- minación de riesgo del RoundUp® mostraron ries-

go mínimo para todos los taxa acuáticos (macrófitas, microorganismos, inverte- brados de agua dulce, pe- ces y anfibios) a un ambien- te de 2 metros de profun- didad. En aguas más super- ficiales de 0.15 metros , se acercó a valores de peligro- sidad aguda o en algunas instancias excedieron los niveles de riesgo mínimo (Monheit, 2003).

La evaluación de riesgos crónicos indicó riesgo mí- nimo para todos los com- ponentes y metabolitos del RoundUp® aún en aguas super ficiales (Monheit,

2003).

En estudios que evaluaron la toxicidad de GP en salmónidos del Pacífico y trucha arco iris (disponible en: w w w . a l t e r n a t i v e s 2 t o x i c s . o r g / w i l d l i f e . h t m) y del RoundUp y el Rodeo sobre la carpa (Cyprinus carpio L.) (Neskovic et al., 1996) se encontraron variaciones intra- e interespecíficas sig- nificativas en los efectos tóxicos. Estas variaciones dependen de la especie evaluada (Neskovic et al.,

1996), estado nutricional del pez (peces famélicos son mas susceptibles), y temperatura (disponible en: w w w . a l t e r n a t i v e

s 2 t o x i c s . o r g / w i l d l i f e . h t m) (disponible en: w w w . e m s . o r g / c o c a i n e / g l y p h o s a t e \_ e f f e c t s . h t m l), dureza y pH del agua (Neskovic et al., 1996).

El GP en forma ácida es prácticamente no tóxico para peces y puede ser li- geramente tóxico para in- vertebrados. La concentra- ción letal 50 (CL50) es de

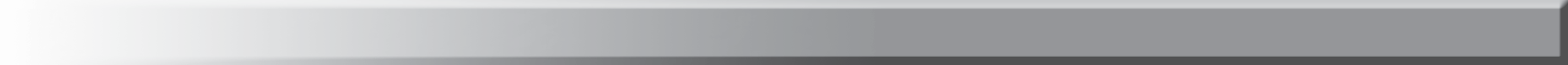
120 mg/L en el pez sol de branquias azules (Lepomis machrochirus), 168 mg/L en Harlequín y 86 mg/L en trucha arco iris (disponible en: h t t p : / / a c e . a c e

. o r s t . e d u / i n f o / e x t o x n e t / p i p s / g l y p h o s a t e . h t m), de 645 mg/L a las 48 horas (h) y de 620 mg/L a las 96 h en carpa (Cyprinus carpio) (Neskovic et al., 1996). La CL50 a las 48 h en la Dafnia (Daphnia magna) (pulga de agua), una impor- tante fuente de alimento para peces de agua dulce, es de 780 mg/L.

Ha sido reportado que el GP puede actuar como disruptor endocrino en pe- ces, principalmente en el estado larvario, alterando el desarrollo sexual, compor- tamiento y fer tilidad (Adams, s.f.).

EFECTOS DEL GLIFOSATO Y DEL ROUNDUP® SOBRE LA SALUD HUMANA Y DE OTROS MAMÍFEROS

Según algunos reportes, los herbicidas basados en el GP poseen relativamente baja toxicidad para el hom- bre y demás mamíferos, son totalmente degradables



y de naturaleza lipofóbica (Monheit, 2003). Diversas agencias reguladoras e ins- titutos científicos han llega- do a la conclusión que no hay indicaciones que el GP

y el Roundup® afecten la salud humana bajo con- diciones de uso normal y de exposición crónica (Williams, et al., 2000).

Ha sido determinado que el GP es pobremente absorbi- do desde el tracto digesti- vo y es excretado sin cam- bios por los mamíferos (Cox, 1995; MONSANTO COMPANY, 1985); igual- mente no se presenta un potencial significativo de acumulación en tejidos de mamíferos incluido el hom- bre (Malik et al., 1989; Cox, 1995; Bukowska,

2002), acorde con una re- gla general según la cual los compuestos solubles en

agua no se bioacumulan en

los tejidos (Cox, 1995). En un estudio con animales de

laboratorio a los que se les

suministró grandes dosis de

GP vía oral, se encontró una absorción del 33%, del

cual el 94% fue excretado sin metabolizar en la orina

en los 5 días siguientes

a la administración del herbicida, con retención

de menos de 0,1 ppm

10 días después de la ingestión del GP (Cox,

1995).

Se ha descrito una activi- dad mitocondrial alterada, posiblemente, desacoplan- do la fosforilación oxidativa en animales de laboratorio, siguiente a una administra- ción intraperitoneal de

altas dosis (WHO/FAO,

1996).

En estudios de teratología del GP llevados a cabo en conejos se determinó un nivel de efecto no observa- ble en hembras preñadas de 175 mg/Kg/día y no fue obser vado desarrollo de toxicidad en los fetos a do- sis de 300 mg/Kg/día (USEPA, 1992). En ratas a las que se les suministró GP a una dosis de 3.500 mg/ Kg en los días 6 – 19 de preñez, tuvieron descen- dencia sin efectos teratogénicos, sin embargo otros efectos tóxicos fueron vistos en las madres y los fetos; tampoco ocurrieron efectos tóxicos en fetos a una dosis de 1.000 mg/Kg/ día (Franz et al., 1997).

A nivel del tejido sanguíneo el Roundup® posee muy baja toxicidad para los eritrocitos humanos a altas dosis, las cuales pueden potencialmente ocurrir en el cuerpo humano, dado que se halló ligera hemólisis, cuya diferencia con respec- to al tratamiento control fue estadísticamente significa- tiva, solo a dosis de 1.500 ppm después de una hora de incubación y a dosis de

500 ppm después de un periodo de incubación de

24 horas (Bukowska,

2002). Aunque otros repor- tes le adscriben propieda-

des hemolíticas al

Roundup® y POEA (Nivia,

2001; Vargas et al., 2001;

Kaczewer, 2003)

No obstante, los reportes a favor, numerosos estudios establecen que el GP y el Roundup® si son lesivos para la salud humana (ta- bla 6), ocasionando que en muchos países el Roundup® haya sido cla- sificado entre los primeros plaguicidas que causan in- cidentes de envenenamien- to en humanos, la mayoría de los cuales están relacio- nados con irritaciones dérmica y ocular (Vargas et al., 2001) y en algunos casos posible fototoxicidad (Dept. of justice, 1985), estos hallazgos concuerdan con estudios reportados por Williams et al. (2000) rea- lizados en conejos en los cuales se mostró que el Roundup® concentrado es fuertemente irritante para los ojos y levemente irritan- te para la piel; y diluido al

1%, mostró ser levemente irritante para los ojos y no irritante para la piel.



Tabla 6.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cantidad de Roundup ingerida, vía oral, en casos fatales en humanos, (mL) | Dosis letales de glifosato  en el Roundup ingerido, mg/kg de peso del cuerpo | Clasificación toxicológica equivalente en humanos | Rangos para la clasificación toxicológica mg/kg |
| 85 | 256 | II | >50-500 |
| 184 | 554 | III | >500-5000 |
| 200 | 602 | III | “ |
| 206 | 620 | III | “ |
| 263 | 791 | III | “ |

Tomado de Nivia (2001)

Se ha encontrado que, exposiciones a residuos de GP en aguas de consumo humano por encima del límite máximo autorizado de 0.7 mg/L, pueden causar respiración acelera- da y congestión pulmonar, daño renal y efectos reproductivos en seres hu- manos. (Dinham, 1999)



Entre los síntomas relacio- nados con envenenamien- to agudo, la mayor parte de los cuales están relaciona- dos con ingestión acciden- tal de Roundup® y otros por exposición ocupacional, se encuentran los siguien- tes: dolor gastrointestinal, pérdida masiva de líquido gastrointestinal, vómito, reacciones alérgicas, ede- ma pulmonar, hemólisis, pérdida de la conciencia y fallo renal (Vargas, et al.,

2001; Kaczewer, 2003). Gran parte de estos signos han sido padecidos por in- dígenas Yanaconas, en el departamento del Cauca, Colombia, luego de perio- dos de fumigaciones, debi- do a exposición accidental (Vargas, et al., 2001). Nu- merosas quejas han sido reportadas en la Defensoría del Pueblo por campesinos expuestos al Roundup® durante los periodos de fumigaciones, reportándo- se serias afecciones dérmicas tanto en niños como adultos (Vargas et al.,

2001).

Ganado expuesto a peque- ñas dosis de GP desarrolla- ron diarrea y pérdida de apetito y a grandes dosis (790 mg/Kg/día por 7 días) desarrollaron neumonía y muerte (Bryson, s.f.).

Como signos de toxicidad

subcrónica en ratas, en estudios a mediano plazo, han sido encontradas lesio- nes microscópicas en glán- dulas salivales en todos los rangos de dosis ensayadas, reducción de la ganancia de peso, diarrea y aumento en los niveles séricos de potasio y fósforo (Kaczewer,

2003); al igual que un in- cremento de los niveles séricos de ácidos biliares y

de la actividad de la

fosfatasa alcalina y la alanina aminotransferasa,

sugiriendo toxicidad mode-

rada al sistema hepatobiliar

(disponible en: <http://ntp-> ser ver.niehs.nih.gov/

htdocs/ST -studies/ TOXO16.htm).

Otros investigadores (Cox,

1995; Dinham, 1999; Moses, 1996; Green

Peace, 1997; Williams et al., 2000) han reportado

irritación gastrointestinal

asociada con el consumo de Roundup® y como efec-

tos secundarios han repor- tado menor consumo de

alimento y menor ganancia

de peso en ratas y perros;

y diarrea y pérdida de peso en ganado.

En ensayos llevados a cabo a largo plazo en ratas se observaron diversos signos de toxicidad crónica, de- pendiendo de la dosis em- pleada, hallándose a dosis entre 900 a 1.200 mg/Kg/ día, reducción del peso cor- poral en hembras con ma- yor incidencia de cataratas y degeneración del cristali- no y mayor índice hepato- somático en el macho. Uti- lizando dosis de 400 mg/ Kg/día se halló inflamación de la mucosa gástrica en ambos sexos. Ratones a los que se les suministró dosis

de 4.800 mg/Kg/día evi- denciaron pérdida de peso, muerte de células hepáti- cas y nefritis crónica en machos, y en hembras ex- cesivo crecimiento de célu- las renales, y utilizando dosis de 840 mg/Kg/día se presentó excesiva actividad mitótica en la vejiga urina- ria (Kaczewer, 2003).

La toxicidad aguda del Roundup® y GP en ratas ha sido reportada ser muy baja con valores de DL50 oral y dermal, mayores de

5.000 mg/kg y CL50 de inhalación, por 4 horas, en ratas de 3.18 mg/L (Williams et al., 2000).

Dada la baja toxicidad que ha sido adscrita al GP, ocu- rriendo todo lo contrario con el Roundup®, diversos autores han determinado que la toxicidad del Roundup® está dada por sus constituyentes sur- factantes (Marc et al.,

2002). Según Kaczewer (2003) el GP puede inter- ferir con algunas funciones enzimáticas en animales, pero los síntomas de enve- nenamiento solo ocurren en dosis muy altas. Sin embar- go las formulaciones co- merciales que contienen GP poseen componentes aditi- vos que pueden ser más tóxicos que el GP mismo (Kaczewer, 2003), como es el caso del Roundup® que incluye en su composición el surfactante polioxietileno amina (POEA) al que se le han adscrito características toxicológicas cuatro a cin- co veces superior a la del GP (Nivia, 2001)(tabla 7), hallándose ulceración ocu- lar, lesiones dérmicas tales como eritema, exudación, inflamación y ulceración,

náusea y diarrea, daño gastrointestinal y al sistema nervioso central, problemas respiratorios y destrucción de glóbulos rojos en huma- nos, como signos de intoxi- cación por el surfactante (Nivia, 2001). Se ha deter- minado una DL50 oral (ra- tas) y dermal (conejos) para el POEA de aproximada- mente 1.200 y más de

1.260 mg/kg, respectiva- mente (Nivia, 2001)

En una carta publicada en febrero 6 de 1988 (Che- mical Watch Factsheet,

2001), fue descrito un re- porte japonés de 56 casos de exposición tóxica al Roundup® entre junio de

1984 y marzo de 1986 en seres humanos, contrario a lo dicho por otros autores

(SERA, 2002) que lo

consideran no neurotóxico, inmunotóxico o disruptor endocrino en humanos y roedores. Los individuos ingirieron el pesticida, y experimentaron un rango de efectos adversos en sus sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso central; nueve pacientes murieron. En un análisis de los hallazgos identificados uno de los tan llamados “in- gredientes inertes” en la formulación, el polio - xietilamina (POEA), fue encontrado como agente sinérgico del GP.

Las disrupciones endo - crinas reportadas para el Roundup (Walsh et al.,

2000; Adams, s.f.) está

dada por la disrupción en la expresión de la pro-

teína aguda reguladora

esteroidogénica, la cual se encarga de mediar el paso del colesterol desde la membrana mitocondrial externa hasta la interna donde la citocromo P-450 escinde la enzima inician- do la síntesis de todas las hormonas esteróideas (Walsh et al., 2000).

Teniendo en cuenta el 41% de GP en forma de sal isopropilamina (IPA) que hay en la formulación Roundup®, el contenido de

480 g de sal IPA de GP/L y el peso promedio para un adulto (hombre o mujer)

empleado en evaluaciones

de seguridad y riesgos, de

65.4 Kg, las dosis letales de GP en mg/kg de peso del

cuerpo en los casos descri- tos correspondieron a

(Nivia, 2001):



Tabla 7.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Compuesto | DL50 oral a ratas (mg/kg) | Comparación de toxicidades |
| Glifosato | 5.600 |  |
| Sal de mesa | 3.000 |  |
| Vitamina A | 2.000 |  |
| POEA | 1.200 | ~5 veces más tóxico que glifosato a ratas |
| RoundUp | Dosis letales en humanos (mg/kg |  |
| 791 | 7 veces más tóxico que glifosato a ratas  1.5 veces más tóxico que POEA |
| 620 | 9 veces más tóxico que glifosato a ratas  2 veces más tóxico que POEA |
| 602 | 9 veces más tóxico que glifosato a ratas  2 veces más tóxico que POEA |
| 554 | 10 veces más tóxico que glifosato a ratas  2 veces más tóxico que POEA |
| 256 | 22 veces más tóxico que glifosato a ratas  5 veces más tóxico que POEA |

Tomado de Nivia (2001)

Se observa que el Roundup® puede ser hasta 22 veces más tóxico para humanos que el GP solo y esta propiedad le es atribuida al surfactante POEA, presente en la formu- lación.

CANCEROGÉNESIS

Estudios de toxicidad del Roundup® llevados a cabo en embriones de erizo de mar( Sphaer echinus granularis), dado que las proteínas CDK y los puntos de control son universales de células eucarióticas a humanos, han permitido determinar que el Roundup® al 0,8 % inhibió el aumento en la síntesis de proteínas asociado con la



fertilización, sin afectar significativamente la acu- mulación de ciclina B, pero dada la inhibición global de la síntesis de proteínas, también se afecta la sínte- sis de una proteína no iden- tificada necesaria para la activación del complejo CDK1 / ciclina B, retrasan- do, de este modo, el co- mienzo de la fase M del ci- clo celular y a su vez oca- sionando una tardanza en la ocurrencia del primer clivaje de los embriones de erizo de mar; indicando de este modo que el GP y el Roundup® actúan sinérgicamente sobre el ci- clo celular (Marc, et al.,

2002).

Actualmente la EPA ha cla- sificado al GP en categoría E, según evidencia de no carcinogénesis en humanos (Cox, 1995; Bukowska,

2002; Kaczewer, 2003).

Numerosos estudios reali- zados a partir de 1979 han evidenciado un incremen- to en la frecuencia de tu- mores testiculares intersticiales en ratas a do- sis de 30 mg/Kg/día, igual- mente aumento en la fre- cuencia de cáncer de

tiroides en ratas hembras, incremento en la frecuen- cia de un tumor renal raro y tumores de páncreas e hígado en ratas macho, asociados con la dosis, sin embargo la EPA determinó carencia de significancia estadística en la incidencia de los tumores con respec- to al uso del GP, generando dudas sobre el potencial carcinógeno del GP (Kaczewer, 2003); a lo que se le suma que el GP inge- rido reacciona en el lumen gástrico con el nitrato con- tenido en la saliva huma- na, formando N – nitrosoglifosato (Nivia,

2001; Kaczewer, 2003) el cual, a su vez, se encuen- tra como contaminante en

el GP, aunque de acuerdo

con la manufacturera este se encuentra por debajo de

0,1 ppm (disponible en:

[www.portaec.net/library/](http://www.portaec.net/library/)

pollution/pesticide/

glyphosate\_sheet.html ;

Kaczewer, 2003).

Aunque no ha sido deter- minado aun el potencial carcinógeno del N-nitroso- glifosato, al menos a ¾ de

120 compuestos N-nitroso se les ha determinado po- tencial carcinógeno (dispo- nible en: [www.portaec.net/](http://www.portaec.net/) library/pollution/pesticide/ glyphosate\_sheet.html). Adicionalmente algunos productos comerciales que contienen GP poseen el surfactante POEA el cual está contaminado con 1,4

–dioxano, (solvente común usado en laboratorios) el cual ha causado cáncer en

animales y daño hepático

y renal en humanos (Dis-

ponible en: w w w . p o r t a e c . n e t / l i b r a r y / p o l l u t i o n / p e s t i c i d e / g l y p h o s a t e \_ s h e e t . h t m l; Kaczewer,

2003; Nivia, 2001). Según la manufacturera los nive- les de este contaminante

son mantenidos por deba-

jo de 1 ppm (Kaczewer,

2003). Adicionalmente se ha encontrado que un pro-

ducto de la descomposición del GP es el formaldehído,

al cual ya le han sido seña-

ladas propiedades carcinó- genas (Kaczewer, 2003).

Recientes estudios llevados a cabo por oncólogos sue- cos demostraron que per- sonas con exposición ocu- pacional al GP (cultivado- res, fumigadores, entre otros) tuvieron riesgo tres veces mayor de contraer linfoma no Hodgkin (Br yson, s.f.; Kaczewer,

2003).

Recientemente el profesor Joe Cummins, en el bole- tín digital del Institute of Science in Society en Ingla- terra, reveló que la alerta sanitaria, recientemente originada, respecto a la pre- sencia de acrilamida tóxi- ca en alimentos cocidos, está casualmente relacio- nada con el GP (Kaczewer,

2003). La acrilamida es el monómero de la poliacrilamida, el cual es

muy usado en los labora-

torios para fragmentar el

ADN en análisis de secuen- cias e identificación de pro-

teínas y es usado en la pu- rificación del agua por su

capacidad de flocular la

materia orgánica en sus-

pensión (Kaczewer, 2003). La Organización Mundial de la Salud (OMS) dedujo que probablemente la con- taminación surgió de la cocción de los vegetales; sin embargo la poliacrilamida es un reco- nocido aditivo de los herbi- cidas comerciales agregado para reducir la deriva en la aspersión y actuar como sur factante; sumándole que en los productos co-

merciales a base de GP, como el Roundup®, el GP interactúa con la poliacrilamida, influyendo en su solubilidad, además que la luz y el calor contri- buyen a la liberación de acrilamida a par tir del polímero (Kaczewe r,

2003). Igualmente, es un potente tóxico neural en humanos, afecta la función reproductiva masculina y causa malformaciones con-

génitas y cáncer en anima- les (Kaczewer, 2003).

La acrilamida es liberada de la poliacrilamida am- biental, cuya fuente princi- pal son los productos co- merciales a base de GP, siendo también liberado durante la cocción de ve- getales transgénicos tole- rantes a herbicidas que han sido expuestos a GP (Kaczewer, 2003).

ACCIÓN MUTAGÉNICA

Numerosos estudios han demostrado que el GP solo no tiene acción mutagénica (Stevens & Summer, 1991; Kaczewer, 2003). Sin em- bargo en experimentos con Roundup® y Pondmaster® se generó un incremento en la frecuencia de mutaciones letales recesivas ligadas al

sexo en la mosca de la fruta (Drosophyla melano- gaster) (Kaczewer, 2003). Con dosis altas de Roundup® se generó un aumento en la frecuencia de intercambio de cromá- tidas hermanas en linfocitos humanos y fue débilmente mutagénico

para Salmonella sp . (Kaczewer, 2003); igual- mente generó daño al ADN en pruebas de labo- ratorio con tejidos y órga- nos de ratón (Bryson, s.f.; Kaczewer, 2003). Los her- bicidas a base de GP son mas potentes mutágenos que el puro (Bryson, s.f.).

EFECTOS REPRODUCTIVOS

Como se ha descrito ante- riormente, productos co- merciales como el Roundup pueden actuar como disruptores endocrinos. A nivel reproductivo el

Roundup® generó dismi- nución en el recuento de espermatozoides en ratas y aumento en anomalías espermáticas en conejos (Br yson, s.f.; Kaczewer,

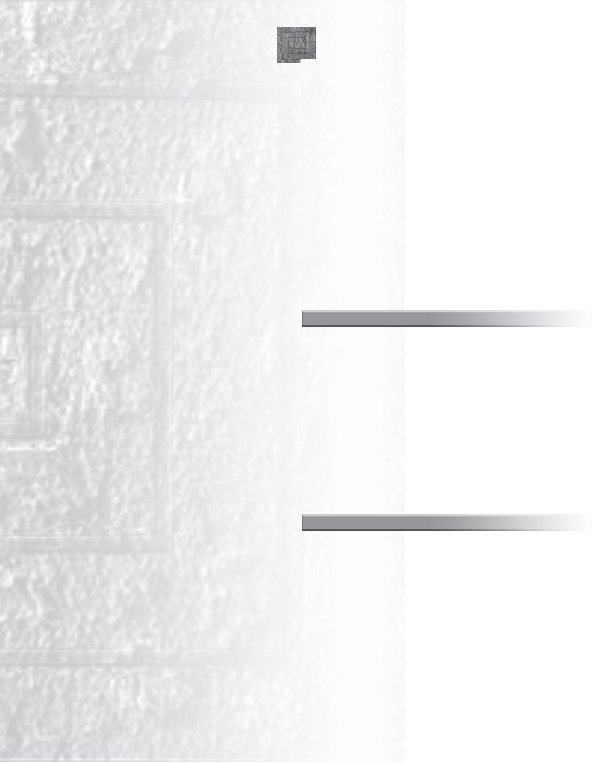
2003). Un herbicida a base de GP causó reducción del

90% en la producción de hormonas sexuales en los

testículos de ratones

(Bryson, s.f.).

R E V I S T A



91 O R I N O Q U I A

COSMO-FLUX 411 F COADYUVANTE ADICIONADO AL ROUNDUP ULTRA® EN LA ERRADICACIÓN FORZOSA DE CULTIVOS ILÍCITOS EN COLOMBIA

Composición Química

De acuerdo con la Hoja

Técnica 313.03 de mayo

30/94 de Cosmoagro, em- presa colombiana con sede

en Palmira, reportado por

Nivia (2000) el aditivo para aspersión de agroquímicos

Cosmo-Flux 411F, se des-

cribe químicamente como una mezcla de aceite mi-

neral y surfactantes espe-

cializados no-iónicos con agentes de acoplamiento.

Ingrediente activo

Mezcla de ésteres de hexitan: Alcoholes lineales

+ aryl etoxilado. Mezclas de tensoactivos estereoes-

pecíficos no-iónicos basa- dos en alcoholes lineales

etoxilados propoxilados con

pequeñas cantidades de compuesto aryl etoxilado

(Nivia, 2000).

Ingredientes aditivos:

Aceite isoparafínico de alta pureza, baja fitotoxicidad, bajo contenido de aromáti- cos y baja tensión superfi- cial que mejora la humectabilidad, promo- viendo así la eficacia de los ingredientes activos. De acuerdo con la Hoja Técni- ca, estas dos clases de in- gredientes están exentos de una tolerancia bajo la Re-

gulación 40 CFR

180.1001 (c), (e), de la

Agencia de Protección Am-

biental (EPA) de Estados

Unidos. Se añade en un folleto promocional de la

empresa que el aceite

parafínico no fitotóxico que es la base del Cosmo-Flux

411F, cumple con las re- gulaciones de la adminis-

tración de drogas y alimen- tos ( F.D.A.) (21 cfr

178.3620 (b)) (Nivia,

2000).

Toxicidad

De acuerdo con el concep- to toxicológico LP-0593-93 del Ministerio de Salud de Colombia es un producto de categoría toxicológica IV (li- geramente tóxico). La for- mulación como concentra- do emulsionable (EC) con- teniendo 17% de alcoholes lineales etoxilados + aryl eto, tiene licencia de venta del Instituto Colombiano Agropecuario ICA Nº 05.4-

2186. No se considera irri- tante ni sensibilizante de la piel humana, pero se reco-

mienda el uso de guantes,

respiradores y la protección de los ojos durante su

manejo (Nivia, 2000).

Para el aditivo antiespu- mante Cosmo-in D, al igual que para el Cosmo-flux

411f, se ha reportado ac- ción corrosiva sobre piel, ojos y membranas (Nivia & Sánchez, 2001).

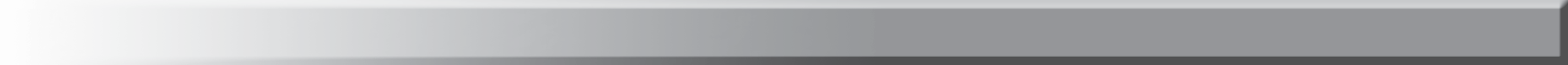
La biodegradabilidad se considera mayor del 98% según el método de la OECD para tensoactivos no-iónicos (Nivia, 2000).

Modo de Acción

El Cosmo-Flux 411F, coad- yuvante estereoespecífico

de carácter no-iónico cons- tituido por la combinación de aceite parafinado más un tensoactivo adyuvante estereoespecífico, mejora la adherencia y uniformidad de las preparaciones de agroquímicos, controlando la evaporación e hidrólisis del activo con cubrimiento total, garantizando concen- tración homogénea del ac- tivo por unidad de área y extendiendo el espectro de actividad biológica de los agroquímicos. Las dosis recomendadas oscilan en- tre 0.1 - 1% del volumen total de mezcla a asperjar, de acuerdo con el produc- to a aplicar, aunque la do- sis recomendada por el fa- bricante y tenida en cuen- ta por la dirección nacional de estupefacientes es de un rango de 0.5 – 1.5% (Dis- ponible en: [www.state.gov/](http://www.state.gov/) g/inl/rls/rpt/14564.htm). Su efectividad se conside- ra cuatro (4) veces mayor que los aceites de aspersión convencionales, por el sinergismo entre el aceite parafínico y el tensoactivo especializado. Según la ex- periencia acumulada, el in- cremento del efecto tóxico de los plaguicidas con el uso del Cosmo-Flux 411F indica que es posible redu- cir las dosis de venenos utilizadas por los agriculto- res, sin afectar la eficien- cia en el control de plagas o malezas. Los profesiona- les de Cosmoagro aclaran que el incremento de la acción tóxica de los agrotóxicos no obedece a reacciones químicas con el

R E V I S T A



92 O R I N O Q U I A

coadyuvante sino a accio- nes físicas que hacen más eficiente el contacto plagui- cida-objetivo (herbicida- planta o insecticida-insec- to plaga) (Nivia, 2000).

Esto se demostró en 1995 en una tesis de grado (Beltrán et al., 1995) rea- lizada en el municipio de Alcalá, al norte del depar- tamento del Valle del Cauca en Colombia, con el fin de evaluar la eficacia y reduc- ción de dosis de seis insec- ticidas químicos utilizados para el control de la broca del café (Hypothenemus hampei). El incremento de la actividad biológica de los insecticidas en este estudio por acción del Cosmo-Flux

411F se explica de la si- guiente manera: la molécu- la está diseñada de tal for- ma que se puede adherir

por afinidad a la estructura molecular de ceras y quitinas, permitiendo un acoplamiento entre la cutí- cula del insecto y la mez- cla del insecticida, condu- ciendo el ingrediente acti- vo hacia la plaga (Nivia,

2000).

En el caso del Cosmo-Flux

411F mezclado con el herbicida Roundup®, se

obtiene mejores controles

de malezas utilizando 1 litro/ha de Roundup® +

coadyuvantes de Cosmoa-

gro, que otro usando 3-4 litros/ha sin ellos (Nivia,

2000).

Uso del Cosmo-Flux

411F, mezcla de dos

compuestos no-iónicos

El uso del coadyuvante

Cosmo-Flux 411F incre-

menta sustancialmente la acción biológica de los agroquímicos, permitiendo mayor acción con menores dosis. Principalmente te- niendo en cuenta que, de acuerdo con Vargas (1999), la dosis de GP usa- da en la erradicación forzo- sa de cultivos ilícitos es de

13.47 litros/ha, excedien- do dramáticamente las re- comendaciones normales

de 2.5 L/ha (Nivia, 2000).

Según Nivia (2000) es ur- gente que el Estado com- prenda que las fumigacio- nes no están resolviendo el problema de los cultivos ilícitos y sí destrucción am- biental, por lo tanto más investigaciones serán re- queridas para refinar las prescripciones para todas las situaciones (Fole y,

1994).

CONCLUSIONES

El GP ejerce su acción her- bicida mediante la inhibi- ción de la biosíntesis de aminoácidos aromáticos esenciales - triptófano, fenilalanina y tirosina - en

las plantas (Herbicide Handbook, 1994; Williams et al., 2000; Jaworsky

1972; Chemical Watch

Factsheet, 2001), lo cual reduce la producción de

proteína de la planta y, de

este modo, inhibe el creci- miento de la misma

(Herbicide Handbook,

1994; Williams et al. ,

2000), a través de la inhibición de una enzima

de la vía del Chikimato d e n o m i n a d a - - 5 -

enolpiruvilchikimato -3-

fosfato-sintetasa (EPSPS)

(Haney et al., 2002; Amrhein et al., 1980).

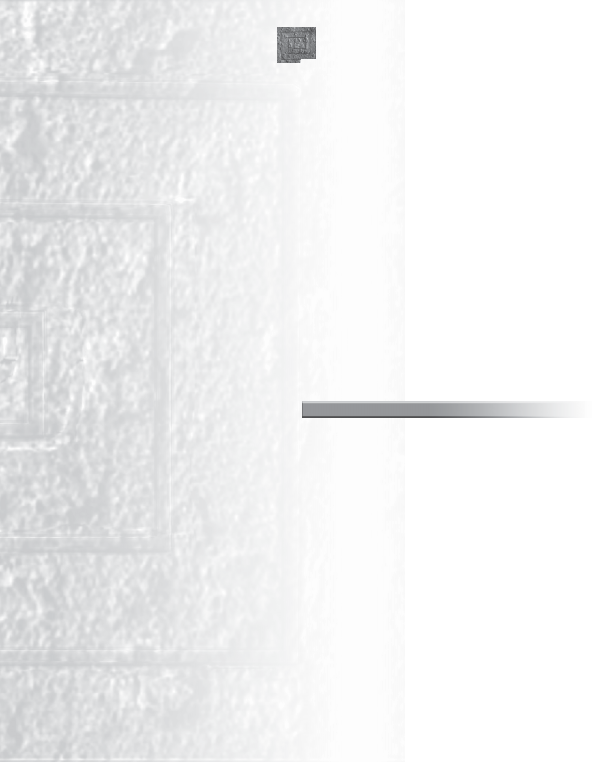
Por la naturaleza altamen- te polar del GP, los solven- tes orgánicos no pueden extraerlo de las matrices ambientales (Zavitzanos et al., s.f.), por lo tanto se di- suelve fácilmente en el agua; y su persistencia ha sido reportada de 12 a 60 días, en estudios adelanta- dos en Canadá (Nivia,

2001), en aguas de estan- que de tierra, pero este per- siste por más tiempo en los sedimentos del fondo, don- de su promedio de vida fue de 120 días, en un estudio hecho en Missouri, aunque la persistencia fue de más de un año en sedimentos

de Michigan y Oregon (Nivia, 2001); existen, ade- más, reportes que le atri- buyen una vida media, en aguas de estanque en un rango que oscila entre 70 a 84 días (Chemical Watch Factsheet, 2001).

Por otro lado, los produc- tos comerciales que contie- nen GP, son agudamente más tóxicos que el GP solo, como el Roundup® que es tres veces más tóxico que el GP (Leu, 2003). En sis- temas acuáticos, el GP solo es menos tóxico que el pro- ducto comercial de GP, Roundup®, y otros produc- tos poseen toxicidad inter- media (Cox, 2000). Parte de estas diferencias, pue-

R E V I S T A



93 O R I N O Q U I A

den ser explicadas por la toxicidad del surfactante (ingrediente similar al de- tergente) en el Roundup®. Este es de 20 a 70 veces más tóxico para los peces que el GP mismo (Cox,

2000). La toxicidad aguda varía ampliamente: siendo reportados valores de con-

centración letal media

(CL50) entre 10-200 ppm dependiendo de la especie

de pez y condiciones de la

prueba (Cox, 2000). La toxicidad aguda del

Roundup® se encuentra

dentro de un rango de 2 a

55 ppm (Cox, 2000); lo cual concuerda con la

CL50 repor tada por

Nescovik et al., (1996)

para carpas (15–26 mg/L).

Los surfactantes también pueden ser una significante fuente de toxicidad de los herbicidas a base de GP (Oldham et al., 2002). En Colombia, específicamente, se estableció el uso del Cosmo-Flux 411F como surfactante, el cual se apli-

ca en una concentración de

1% (de acuerdo con el ran-

go recomendado por el fa- bricante de 0.5 - 1% (dis-

ponible en: [www.state.gov/](http://www.state.gov/)

g/inl/rls/rpt/14564.htm). Los ingredientes del

Cosmo-flux 411f aún no

han sido desglosados

(Oldham et al., 2002). También se adiciona el

compuesto antiespumante

Cosmo -in D (Nivia & Sánchez, 2001; Vargas et

al., 2001). Además, ni el gobierno de Estados Unidos

ni el colombiano han hecho

disponible estudios sobre los efectos del aditivo, solo

o en combinación con

RoundUp Ultra®; de este modo, no existen bases

para asumir que son segu-

ras las aspersiones sobre la población, cultivos de ali-

mento y fuentes de agua

(Oldham et al., 2002).

La super visión llevada a cabo sobre las prácticas de aplicación del GP y sus mezclas, son poco creíbles y objetivas; puesto que la

super visión debería ser contratada por órganos de control independientes, y no por la entidad sobre la cual recae la supervisión, en este caso las autorida- des antinarcóticos (Vargas et al., 2001).

Por último, en relación con surfactantes y detergentes adicionados como el Cosmo-Flux 411 y amplia- mente asperjados en diver- sas regiones del país, sería importante establecer si este compuesto no fitotóxi- co, sin embargo pudiese ser ictiotóxico, especialmente por la susceptibilidad de la membrana lamelar

branquial a sustancias detergentes y tensoactivas (Noga, 1996), por lo tan- to, más investigaciones se- rán requeridas para refinar las prescripciones en todas las situaciones, teniendo en cuenta por sobre toda con- sideración, las característi- cas de los ecosistemas a los cuales se aplican los herbi- cidas y sus mezclas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | ABDELGHANI, A.A. Toxici- |  | neap/publication/briefings/ |  | S.A.; HONS, F.M. 2002. |
|  | ty evaluation of single and |  | fish.pdf) |  | Effect of RoundUp Ultra on |
|  | chemical mixtures of Roun- |  |  |  | microbial Activity and bio- |
|  | dup, Garlon-3A, 2-4D, and | 3. | ALIBHAIL, Murtaza.; STA- |  | mass from selected soils. J. |
|  | Syndets surfactant to chan- |  | LLINGS, William. Closing |  | Environ. Qual. 31(3): 730- |
|  | nel catfish (Ictalarus punc- |  | down on glyphosate inhibi- |  | 735. |
|  | tatus), bluegill sunfish (Le- |  | tion – with a new structure |  |  |
|  | pomis michochirus), and |  | for drug discover y. En: | 6. | AMRHEIN, N.; DEUS, B.; |
|  | crawfish (Pr ocambar us |  | PNAS. March 13, 2001. |  | GEHRKE, P.; STEINRÜE- |
|  | spp.). En: BIGWOOD, Je- |  | Vol. 98, N° 6. |  | KEN, H.C. (1980). Plant |
|  | remy. A brief overview of |  |  |  | Physiol. En: MURTAZA, F.; |
|  | the scientific literature re- | 4. | APVMA : Special Review Of |  | STALLINGS, W. 2001. Clo- |
|  | garding reported deleterio- |  | Glyphosate. En: NRA Spe- |  | sing down on Glyphosate |
|  | us effects of glyphosate for- |  | cial Review Series 96.1 |  | inhibition – with a new |
|  | mulations on aquatic and |  | Junio de 1996 ( www. |  | structure for drug discovery. |
|  | soil biota. March 6, 2002. |  | apvma.gov.au/chemrep/ |  | PNAS. 8 (6): 2944-2946. |
|  |  |  | glyphosate.shtml#2). |  | [( www.pnas.org/cgi/doi](http://www.pnas.org/cgi/doi/)/ |
| 2. | ADAMS, L. Fish & endocri- |  |  |  | 1 0 . 1 0 7 3 / |
|  | ne disruptors. WW F. | 5. | AHRENS, W.H. 1994. En: |  | pnas.061025898). |
|  | [(www.ngo.grida](http://www.ngo.grida). no/wwf- |  | HANEY, R.L.; SENSEMAN, |  |  |

R E V I S T A



94 O R I N O Q U I A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. | BAIRD, D.D.; UPELREM, | 13. | COX, Caroline. 2000. | 19. | DICK, R. E.; QUINN, J. P. |
|  | R.P.; HOMESLEY, W.B. & |  | Glyphosate Fact Sheet Part |  | 1995. Glyphosate-degra- |
|  | FRANZ, J.E. 1971. En: |  | 2 of 2. J. Pest. Reform. |  | ding isolates from environ- |
|  | MURTAZA, F.; STALLINGS, |  | 108 (3) [(www.mindfull](http://www.mindfully)y. |  | mental samples: ocurrence |
|  | W. 2001. Closing down on |  | org/Pesticide/Roundup- |  | and pathways of degrada- |
|  | Glyphosate inhibition – |  | Glyphosate-Factsheet- |  | tion. En: HANEY, R.L.; |
|  | with a new structure for |  | Cox2.htm). |  | SENSEMAN, S.A.; HONS, |
|  | drug discovery. PNAS. 8 |  |  |  | F.M. 2002. Effect of Roun- |
|  | (6): 2944-2946. (www. | 14. | COX, Caroline. 1995. |  | dUp Ultra on microbial Ac- |
|  | pnas.org/cgi/doi/10.1073/ |  | Glyphosate, Part 2 Human |  | tivity and biomass from se- |
|  | pnas.061025898). |  | Exposure and Ecological |  | lected soils. Journ. Of En- |
|  |  |  | Effects. Jour. Pest. Reform. |  | viron. Qual. 31 (3): 730- |
| 8. | BELTRÁN, S., B; BUSTI- |  | 15(4)(3). |  | 735. |
|  | LLO, P. A.; CHÁVEZ, C. B.; |  |  |  |  |
|  | BAEZA, A., C. 1995. Eva- | 15. | CROVETTO, C. 1988. Ras- | 20. | Disponible en Internet: |
|  | luación del coadyuvante |  | trojos sobre el suelo. En: |  | <http://ace.orst.edu/info/> |
|  | Cosmoflux 411F, en la efi- |  | VILLEGAS, L.; ROMERO, |  | n p i c / f a c t s h e e t s / |
|  | cacia y reducción de dosis |  | G.; RAMÍREZ, R. 1998. |  | glyphogen.pdf |
|  | de seis insecticidas quími- |  | Vida en el suelo y sus rela- |  |  |
|  | cos para el control de la |  | ciones con los sistemas de | 21. | Disponible en Internet: |
|  | broca del café Hypothene- |  | labranza. Cuadernos de |  | <http://ace.ace.orst.edu/> |
|  | mus hampei (Ferrari) (Co- |  | Agronomía. Universidad de |  | info/extoxnet/pips/ |
|  | leoptera: Scolytidae. Uni- |  | los Llanos. 3 (4):21-31. |  | glyphosate.htm |
|  | versidad Nacional de Co- |  |  |  |  |
|  | lombia sede Palmira. Resu- | 16. | DEPARTMENT OF JUSTI- | 22. | Disponible en Internet: |
|  | men. 10 p. |  | CE- Drug Enforcement Ad- |  | <http://dragonzoo> . |
|  |  |  | ministration Memo. Dated |  | utoronto .ca/~jlm-gmf/ |
| 9. | BIGWOOD, Jeremy. A brief |  | September 1985. En: |  | T0701D/Env-2.htm |
|  | overview of the scientific |  | MDFA. 2002. Glyphosate. |  |  |
|  | literature regarding repor- |  | [(www.state.ma.us/dfa/pes-](http://www.state.ma.us/dfa/pes-) | 23. | Disponible en Internet: |
|  | ted deleterious effects of |  | ticides/rightof way/ |  | <http://europa.eu.int/comm/> |
|  | glyphosate formulations on |  | glyphosate.pdf) |  | Food/Fs/ph\_ps/pro/eva/ |
|  | aquatic and soil biota. Mar- |  |  |  | e x i s t i n g / |
|  | ch 6, 2002. | 17. | DESCALZO, R. C.; PUNJA, |  | list1\_glyphosate\_en.pdf |
|  |  |  | Z. K.; LEVESQUE, C. A.; |  |  |
| 10. | BRYSON, Katie. Facts |  | RAHE, J. E. 1996. Identi- | 24. | Disponible en Internet: |
|  | about Glyphosate Round- |  | fication and role of pythium |  | [http://greenhouse.](http://greenhouse) |
|  | Up, Rodeo, Accord. Alas- |  | species as Glyphosate si- |  | ucdavis.edu/safety/msds/ |
|  | ka Community Action on |  | nergists on bean (Phaseo- |  | R o u n d u p % |
|  | Toxics [(www.akaction.net/](http://www.akaction.net/) |  | lus vulgaris) grown in di- |  | 20Ultra%20msds.PDF |
|  | repor ts/glyphosate\_ |  | fferent soils. Mycol-res. |  |  |
|  | factsheet\_sheet.pdf). |  | 100 (8): 971-978. | 25. | Disponible en Internet: |
|  |  |  |  |  | <http://infoventures.com/e-> |
| 11. | BUCHWALTER, D.; JEN- | 18. | DEWAR, A. M.; HAYLOCK, |  | hlth/pestcide/glyphos.html |
|  | KINS, J.; KERJULIET, N.; |  | L. A.; MAY, M.J.; BEANE, |  |  |
|  | THOMPSON, P. Glyphosa- |  | J.; PERRY, R. M. Glypho- | 26. | Disponible en Internet: |
|  | te. Pesticide Fact Sheet: |  | sate applied to genetically |  | <http://muextension> . |
|  | Forestr y use. November, |  | modified herbicide-tolerant |  | missouri.edu/xplor/aggui- |
|  | 2002 [( www.uapti](http://www.uaptim)m |  | sugar beet and volunteer |  | des/agengin/g01912.htm |
|  | berland.com/NWlinks/ |  | potatoes reduces popula- |  |  |
|  | glyphosate\_ forestry.pdf). |  | tions of potato cyst nema- | 27. | Disponible en Internet: |
|  |  |  | todes and the number and |  | [www.abcbirds.org/pestici-](http://www.abcbirds.org/pestici-) |
| 12. | BUKOWSKA, B.; PIENIA- |  | size daughter tubes. 2002. |  | des/Profiles/glyphosate. |
|  | ZEK, D.; DUDA, W. 2002. |  | BIGWOOD, Jeremy. A brief |  | htm |
|  | Hemolysis and lipid peroxi- |  | overview of the scientific |  |  |
|  | dation in human erythroci- |  | literature regarding repor- | 28. | Disponible en Internet: |
|  | tyes incubated with ROUN- |  | ted deleterious effects of |  | [www.alternatives2toxics.org/](http://www.alternatives2toxics.org/) |
|  | DUP. En: Current Topics In |  | glyphosate formulations on |  | wildlife.htm |
|  | Biophysics. 26 (2): 245- |  | aquatic and soil biota. Mar- |  |  |
|  | 249. |  | ch 6, 2002. |  |  |

R E V I S T A



95 O R I N O Q U I A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 29. | Disponible en Internet: |  | santo/us\_ag/content/ | 54. | DOST, FRANK - CONSUL- |
|  | [www.beyondpesticides.org/](http://www.beyondpesticides.org/) |  | crop\_pro/roundup\_ ultra- |  | TING TOXICOLOGIST co- |
|  | infoservices/pesticidefacts- |  | max/msds.pdf |  | mentarios sobre: EVALUA- |
|  | heets/toxic/glyphosate.htm |  |  |  | TION OF HERBICIDE |
|  |  | 42. | Disponible en Internet: |  | FACTSHEET, GLYPHOSATE |
| 30. | Disponible en Internet: |  | [www.monsantoinfo.dk](http://www.monsantoinfo.dk/)/ |  | (ROUNDUP)Journal of |
|  | [www.colombiareport.org/](http://www.colombiareport.org/) |  | nyhedsbrev/rounduprea |  | Pesticide Reform (JPR) Vol. |
|  | Colombia130.htm |  | dycornproductsafety |  | 18, N°3. Pág. 3-15, 1998 |
|  |  |  | summary.pdf |  | The author is Caroline Cox, |
| 31. | Disponible en Internet: |  |  |  | editor of JPR. |
|  | [www.ecoportal.net/noti/](http://www.ecoportal.net/noti/) | 43. | Disponible en Internet: |  |  |
|  | notas681.htm |  | [www.nccnsw.org.au/mem-](http://www.nccnsw.org.au/mem-) | 55. | Evaluación epidemiología |
|  |  |  | ber/tec/projects/tcye/tox/ |  | de riesgos causados por |
| 32. | Disponible en Internet: |  | Glyphosate.html |  | agentes químicos ambien- |
|  | [www.ems.org/cocaine](http://www.ems.org/cocaine/)/ |  |  |  | tales. Centro panamerica- |
|  | glyphosate\_effects.html | 44. | Disponible en Internet: |  | no de ecología humana y |
|  |  |  | [www.oehha.ca.gov/water/](http://www.oehha.ca.gov/water/) |  | salud. Organización Pana- |
| 33. | Disponible en Internet: |  | phg/referenced\_docs/ |  | mericana de La Salud, Or- |
|  | [www.epa.gov/docs/fedrgst/](http://www.epa.gov/docs/fedrgst/) |  | glypho\_c.html |  | ganización Mundial de La |
|  | EPA-PEST/1998/June/day- |  |  |  | Salud. México D.F. Norie- |
|  | 10/364B.PDF | 45. | Disponible en Internet: |  | ga Editores. Editorial Limu- |
|  |  |  | [www.okanogan1.com/na-](http://www.okanogan1.com/na-) |  | sa S.A. de C.V. 1988. Pág. |
| 34. | Disponible en Internet: |  | tural/ecology/weeds/ |  | 51-53;99-101;364-369. |
|  | [www.epa.gov/docs/REDs/](http://www.epa.gov/docs/REDs/) |  | bould.htm#survey |  |  |
|  | FactSheets/0178fact.pdf |  |  | 56. | Ewing, Richard D. 1999. |
|  |  | 46. | Disponible en Internet: |  | Diminishing returns - sal- |
| 35. | Disponible en Internet: |  | [www.oztoxics.org/ntn](http://www.oztoxics.org/ntn/)/ |  | mon decline and pestici- |
|  | [www.fs.fed.us/foresthealth/](http://www.fs.fed.us/foresthealth/) |  | glyphosate.htm |  | des. Oregon Pesticide Edu- |
|  | pesticide/risk\_assessments |  |  |  | cation Network (OPEN). |
|  | /Surfactants.pdf | 47. | Disponible en Internet: |  | [(www.pond.net/~fish1ifr/](http://www.pond.net/~fish1ifr/) |
|  |  |  | [www.poptel.org.uk/panap/](http://www.poptel.org.uk/panap/) |  | salpest.pdf) |
| 36. | Disponible en Internet: |  | pest/pe-gly.htm |  |  |
|  | [www.hor t.uconn.edu/ci-](http://www.hort.uconn.edu/ci-) |  |  | 57. | FERREL, M. A. Pesticide |
|  | pwg/ar t\_pubs/GUIDE/ | 48. | Disponible en Internet: |  | absorption and half-life. |
|  | consideration.htm |  | [www.portaec.net/library/](http://www.portaec.net/library/) |  | Pesticide Education Pro- |
|  |  |  | pollution/pesticide/ |  | gram. Fact Sheet Service |
| 37. | Disponible en Internet: |  | glyphosate\_sheet.html |  | Extension Cooperative. De- |
|  | [www.hor t.uconn.edu/ci-](http://www.hort.uconn.edu/ci-) |  |  |  | partment of Plant Science. |
|  | pwg/ar t\_pubs/GUIDE/ | 49. | Disponible en Internet: |  | Mayo 2000. [(www.uwy](http://www.uwyo)o. |
|  | consideration.htm |  | [www.revistaaquatic.com/](http://www.revistaaquatic.com/) |  | edu/ag/psisci/ferrell/webpa- |
|  |  |  | index.asp?p=aquatic/ |  | ge/factsheet/21-half.pdf) |
| 38. | Disponible en Internet: |  | art.asp?c=67 |  |  |
|  | [www.legalsuites.com/Envi-](http://www.legalsuites.com/Envi-) |  |  | 58. | FOLEY, Louise H. Comp. |
|  | roSuite/ESUS\_Center/ | 50. | Disponible en Internet: |  | 1994. Silviculture; from |
|  | PDF\_2002/FRvol67no74 |  | [www.state.gov/g/inl/rls/rpt/](http://www.state.gov/g/inl/rls/rpt/) |  | the cradle of forestr y to |
|  | (apr172002)EPAnotice- |  | 14564.htm |  | ecosystem management, |
|  | 2.pdf |  |  |  | proceedings of the National |
|  |  | 51. | Disponible en Internet: |  | Silviculture Workshop; |
| 39. | Disponible en Internet: |  | [www.usfumigation.org](http://www.usfumigation.org) |  | 1993 November 1-4; Hen- |
|  | [www.monsanto.com/mon-](http://www.monsanto.com/mon-) |  |  |  | dersonville; N.C. Gen. |
|  | santo/content/lyst\_ | 52. | Disponible en Internet: |  | Tech. Rep. SE-88, Ashevi- |
|  | glyphosate.pdf |  | [www.usfumigation.org](http://www.usfumigation.org/)/ |  | lle, NC: U.S. Department of |
|  |  |  | Chemical\_Herbicides/ |  | Agriculture, Forest Service, |
| 40. | Disponible en Internet: |  | G l y p h o s a t e / |  | Southerneastern Forest Ex- |
|  | [www.monsanto.com/mon-](http://www.monsanto.com/mon-) |  | cosmoflux\_411.htm |  | periment Station. 242- |
|  | santo/content/products/ |  |  |  | 251. |
|  | productivity/roundup/ | 53. | Disponible en Internet: |  |  |
|  | gly\_tox101\_bkg.pdf |  | [w w w . w h o .](http://www.who.int/) i n t / | 59. | FOLMAR, L.C.; H.O. San- |
|  |  |  | water\_sanitation\_health/ |  | ders y A.M. John. Toxicity |
| 41. | Disponible en Internet: |  | dwq/draf tchemicals/ |  | of the herbicides glyphosa- |
|  | [www.monsanto.com/mon-](http://www.monsanto.com/mon-) |  | glyphosate2003.pdf |  | te and several of it´s for- |

R E V I S T A



96 O R I N O Q U I A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | mulation to fish and aqua- | 65. | GOMEZ, L.; MASOT, J.; |  | vival of mice after systemic |
| tic invertebrates. Arch. En- |  | DURAN, E.; RONCERO, V. |  | infection. The J. of Inf. Dis. |
| viron. Contam. Toxicol. |  | 1998. Structural and ul- |  | 183 (7): 1093-1099. |
| 1979. Pag 269-278. |  | trastructural study of the |  |  |
|  |  | gills of tench (Tinca tinca | 71. | HANEY, R.L.; SENSEMAN, |
| 60. | FORLANNI, G. A.; MAN- |  | L.) after experimental poi- |  | S.A.; HONS, F.M. 2002. |
|  | GIAGALLI, E.; NIELSEN; |  | soning with copper sulpha- |  | Effect of RoundUp Ultra on |
|  | SUARDI, C. M. 1999. De- |  | te. Revúe Méd. Vet. |  | microbial Activity and bio- |
|  | gradation of phosphonate |  | 149(5): 387-394. |  | mass from selected soils. |
|  | herbicide Roundup in soil: |  |  |  | Journ. Environ. Qual. 31 |
|  | Evidence for a possible in- | 66. | GONZALES, Jaime F. Tóxi- |  | (3): 730-735. |
|  | volvement of unculturable |  | cos en el agua y sus efec- |  |  |
|  | microorganisms. En: HA- |  | tos potenciales en la pisci- | 72. | HANEY, R.L.; SENSEMAN, |
|  | NEY, R.L.; SENSEMAN, |  | cultura colombiana. Uni- |  | S.A.; HONS, F.M. 1999. |
|  | S.A.; HONS, F.M. 2002. |  | versidad Nacional De Co- |  | Effect of Glyphosate on soil |
|  | Effect of RoundUp Ultra on |  | lombia. Facultad de Medi- |  | microbial Activity. Proc-S- |
|  | microbial Activity and bio- |  | cina Veterinaria y de Zoo- |  | Weed-Sci-Soc. Raleigh, |
|  | mass from selected soils. |  | tecnia. |  | N.C., etc. Southern Weed |
|  | Journ. Environ. Qual. 31 |  |  |  | Science Society. 52: 215. |
|  | (3): 730-735. | 67. | GREENPEACE.1997. |  |  |
|  |  |  | Glyphosate Fact Sheet. En: | 73. | HELFRICH, L.; STINSON, |
| 61. | FRANZ, J.E.; MAO, M. K.; |  | NIVIA, E. Las fumigaciones |  | E.; WEIGMANN, D.; HIP- |
|  | SIKORSKI, J.A. 1997. En: |  | áereas sobre cultivos ilíci- |  | KINS, P. Pesticides and |
|  | BUKOWSKA, B.; PIENIA- |  | tos si son peligrosas – Al- |  | Aquatic Animals : A guide |
|  | ZEK, D.; DUDA, W. 2002. |  | gunas aproximaciones |  | to reducing impacts on |
|  | Hemolysis and lipid peroxi- |  | Conferencia “Las Guerras |  | aquatic systems. Publica- |
|  | dation in human erythroci- |  | en Colombia: Drogas, Ar- |  | tion N° 420-013, June of |
|  | tyes incubated with ROUN- |  | mas y Petróleo” (The Wars |  | 1996. |
|  | DUP. Current Topics In Bio- |  | in Colombia: Drugs, Guns |  |  |
|  | physics. 26 (2): 245-249. |  | and Oil). 2001. | 74. | HERBICIDE HANDBO - |
|  |  |  |  |  | OK.1994. Weed Science |
| 62. | GARDNER, S.; GRUE, C. | 68. | GROSSBARD, E. & ATKIN- |  | Society of America, Seven- |
|  | 1996. En: MONHEIT, Su- |  | SON, D. The Herbicide |  | th edition. En: MONHEIT, |
|  | san; CDFA – IPC. 2003. |  | Glyphosate. En: MDFA. |  | Susan; CDFA – IPC. 2003. |
|  | Gyphosate – based aqua- |  | 2002. Glyphosate. |  | Gyphosate – based aqua- |
|  | tic herbicides an overview |  | [( www.state.ma.us/dfa](http://www.state.ma.us/dfa/)/ |  | tic herbicides an overview |
|  | of risk. Pág. 1-10 (http:// |  | pesticides/rightof way/ |  | of risk. Pág. 1 - 10 (http:// |
|  | t e a r a m u n d o . o r g / |  | glyphosate.pdf) |  | t e a r a m u n d o . o r g / |
|  | control\_manage/docs/ |  |  |  | control\_manage/docs/ |
|  | glyphosate\_aqua\_risk.pdf). | 69. | GRUYS, K. J.; SIKORSKY, |  | glyphosate\_aqua\_risk.pdf). |
|  |  |  | J. A. 1999. En: MURTA- |  |  |
| 63. | GEIR. Generic Environmen- |  | ZA, F.; STALLINGS, W. | 75. | HUFFNAGLE, G. B.; |
|  | tal Impact Report. 1985. |  | 2001. Closing down on |  | CHEN, G. H.; CURTIS, J. |
|  | Control of vegetation of uti- |  | Glyphosate inhibition – |  | L.; McDONALD, R. A.; |
|  | lities & Railroad Rights of |  | with a new structure for |  | STRIETER, R. M.; TOEWS, |
|  | Way. Pub. By Harrison Bio- |  | drug discovery. PNAS. 8 |  | G. B. Down-regulation of |
|  | tec, Cambridge. |  | (6): 2944 - 2946. (www. |  | the afferent phase of T cell- |
|  |  |  | pnas.org/cgi/doi/10.1073/ |  | mediated pulmonary infla- |
| 64. | GIESY, J.P.; DOBSON, S.; |  | pnas.061025898). |  | mmation and immunity by |
|  | SOLOMON, K.R. (2000). |  |  |  | a high melanin-producing |
|  | Ecotoxicological risk asses- | 70. | HAMILTON, A. J.; HOL- |  | of Criptococcus neofor- |
|  | sment for Roundup herbi- |  | DON, M. D. Antioxidant |  | mans. En: NOSANCHUK, |
|  | cide. En: MONHEIT, Susan; |  | systems in the pathogenic |  | J. D.; OVALLE, R. & CASA- |
|  | CDFA – IPC. 2003. Gypho- |  | fungi of man and their role |  | DEVALL, A. 2001. Glypho- |
|  | sate – based aquatic her- |  | in virulence. En: NOSAN- |  | sate inhibits melanization |
|  | bicides an overview of risk. |  | CHUK, J. D.; OVALLE, R. |  | of Criptococcus neofor- |
|  | Pág. 1-10 ( http:// |  | & CASADEVALL, A. 2001. |  | mans and prolongs survi- |
|  | tearamundo.org/control\_ |  | Glyphosate inhibits melani- |  | val of mice after systemic |
|  | manage/docs/glyphosate\_ |  | zation of Criptococcus neo- |  | infection. J. of Inf. Dis. 183 |
|  | aqua\_risk.pdf). |  | formans and prolongs sur- |  | (7): 1093-1099. |

R E V I S T A



97 O R I N O Q U I A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 76. | JAWORSKI, E. G. 1972. | 82. | LINLEY-ADAMS, Guy. Fish | 89. | MONSANTO COMPANY. |
|  | En: MURTAZA, F.; STA- |  | & endocrine disruptors. En: |  | 1985. Toxicology of |
|  | LLINGS, W. 2001. Closing |  | WWF, Briefing [(www.ng](http://www.ngo)o. |  | Glyphosate and Roundup |
|  | down on Glyphosate inhi- |  | grida.no/wwfneap/Publica- |  | herbicide. Department of |
|  | bition – with a new struc- |  | tion/briefings/fish.pdf). |  | medicine and environmen- |
|  | ture for drug discovery. |  |  |  | tal health: St. Louis, MO. |
|  | PNAS. 8 (6): 2944-2946. | 83. | MALIK, J.; BARRY, G.; KIS- |  |  |
|  | [( www.pnas.org/cgi/doi](http://www.pnas.org/cgi/doi/)/ |  | HORE, G. 1989. En: | 90. | MORGAN, J.D., et. al. |
|  | 1 0 . 1 0 7 3 / p n a s . |  | BUKOWSKA, B.; PIENIA- |  | 1991. Acute avoidance |
|  | 061025898). |  | ZEK, D.; DUDA, W. Hemo- |  | reactions and behavioral |
|  |  |  | lysis and lipid peroxidation |  | responses of juvenile rain- |
| 77. | JOHAL, G. S., RAHE, J. E. |  | in human erythrocityes in- |  | bow trout (Oncorhynchus |
|  | 1984. Effect of soil borne |  | cubated with ROUNDUP. |  | mykiss) to Garlon 4©, |
|  | land pathogenic fungi of the |  | En: Current Topics In Bio- |  | Garlon 3A© and Vision© |
|  | herbicidal action of Glypho- |  | phys. 26 (2): 245-249. |  | herbicides. Environ. Toxi- |
|  | sate on bean seddlings. En: |  |  |  | col. Chem. 10:73-79. |
|  | BIGWOOD, Jeremy. A brief | 84. | MARC, J.; MULNER-LORI- |  |  |
|  | overview of the scientific |  | LLON, M.; BOULBEN, S.; | 91. | MOSES, M. 1993. Resu- |
|  | literature regarding repor- |  | HUREAU, D, DURAND, G; |  | men de datos toxicológicos |
|  | ted deleterious effects of |  | BELLE, R. 2002. Pestici- |  | sobre pesticidas de infor- |
|  | glyphosate formulations on |  | des RoundUp provokes cell |  | mes de la Agencia de Pro- |
|  | aquatic and soil biota. Mar- |  | division dysfunction at the |  | tección Ambiental de Cali- |
|  | ch 6, 2002. |  | level of CDK1/cyclin B ac- |  | fornia. En: NIVIA, E. 2001. |
|  |  |  | tivation. Chem. Res. Toxi- |  | Las fumigaciones aéreas |
| 78. | KISHORE, G. M.; SHAH, D. |  | col. 15: 326-331. |  | sobre cultivos ilícitos si son |
|  | M., 1988. En: MURTAZA, |  |  |  | peligrosas – Algunas |
|  | F.; STALLINGS, W. 2001. | 85. | MASON, H. S. Comparati- |  | aproximaciones Conferen- |
|  | Closing down on Glyphosa- |  | ve biochemistry of the phe- |  | cia “Las Guerras en Colom- |
|  | te inhibition – with a new |  | nolase complex. En: NO- |  | bia: Drogas, Armas y Pe- |
|  | structure for drug discovery. |  | SANCHUK, J. D.; OVALLE, |  | tróleo” (The Wars in Colom- |
|  | PNAS. 8 (6): 2944-2946. |  | R.&CASADEVALL, A. 2001. |  | bia: Drugs, Guns and Oil). |
|  | [( www.pnas.org/cgi/doi](http://www.pnas.org/cgi/doi/)/ |  | Glyphosate inhibits melani- |  |  |
|  | 1 0 . 1 0 7 3 / p n a s . |  | zation of Criptococcus neo- | 92. | MURTAZA, F.; STALLINGS, |
|  | 061025898). |  | formans and prolongs sur- |  | W. 2001. Closing down on |
|  |  |  | vival of mice after systemic |  | Glyphosate inhibition – |
| 79. | LEU, A. Glyphosate: A Re- |  | infection. The J. of Inf. Dis. |  | with a new structure for |
|  | view of it´s health and |  | 183 (7): 1093-1099. |  | drug discovery. PNAS. 8 |
|  | environmental effects. En: |  |  |  | (6): 2944-2946.(www. |
|  | OFA (Newsletter) February, | 86. | MDFA. 2002. Glyphosate. |  | pnas.org/cgi/doi/10.1073/ |
|  | 2003 [( www.sapphir](http://www.sapphire)e |  | [(www.state.ma.us/dfa/pes-](http://www.state.ma.us/dfa/pes-) |  | pnas.061025898). |
|  | coastproducers.com.au/ |  | ticides/rightof way/ |  |  |
|  | news/news\_glypho.html). |  | glyphosate.pdf) | 93. | NCAMP FACTSHEET / A |
|  |  |  |  |  | BEYOND PESTICIDES. |
| 80. | LEVESQUE, C. A.; RAHE, | 87. | MENDOZA, D.; PEÑA, J.; |  | Glyphosate. En: Chemical |
|  | J. E.; EAVES, D. M. 1992. |  | FRANCO, A. 1999. Efecto |  | Watch Factsheet. 2001. |
|  | The effect of soil heat treat- |  | del glifosato y paraquat so- |  | 1(1):16-17. |
|  | ment and microflora on the |  | bre el proceso de nitrifica- |  |  |
|  | efficacy of Glyphosate in |  | ción en un suelo del corre- | 94. | NCAP. 1998. En: NCAMP |
|  | seedlings. En: BIGWOOD, |  | gimiento de RÍO FRÍO |  | FACTSHEET / A BEYOND |
|  | Jeremy. 2002. A brief over- |  | (MAGDALENA, COLOM- |  | PESTICIDES. Glyphosate. |
|  | view of the scientific litera- |  | BIA). Rev. Col. Quím. |  | En: Chemical Watch Facts- |
|  | ture regarding reported de- |  | 28(1) [(www.icfes.gov.co/](http://www.icfes.gov.co/) |  | heet. 2001. 1(1):16-17. |
|  | leterious effects of glypho- |  | revistas/recolqui/992801/ |  |  |
|  | sate formulations on aqua- |  | 09quimi.htm). | 95. | NESKOVIC, N.K.; POLEK- |
|  | tic and soil biota. March 6. |  |  |  | SIC, V.; ELEZOVIC, L.; KA- |
|  |  | 88. | MONHEIT, Susan; CDFA – |  | RAN, V; BUDIMIR, M. |
| 81. | LIONG, P.C., W.P. HAM- |  | IPC. 2003. Gyphosate – |  | 1996. Biochemical and |
|  | ZAH, V. MURUGAN. 1988. |  | based aquatic herbicides |  | histopathological effects of |
|  | Toxicity of some pesticides |  | an overview of risk. Pág. 1 |  | glyphosate on carp, Cypri- |
|  | towards freshwater fishes. |  | - 10 [(http://tearamund](http://tearamundo)o. |  | nus carpio L. Bull. Environ. |
|  | Malaysian Agric. J. |  | org/control\_manage/docs/ |  | Contam. Toxicol. New York. |
|  | 54(3):147-156. |  | glyphosate\_aqua\_risk.pdf). |  | 56:295-302. |

R E V I S T A



98 O R I N O Q U I A

96. NIVIA, E. Fumigaciones: más grave que la desinfor- mación es la mala informa- ción. Pesticide Action Net- work [(www.semana.co](http://www.semana.com)m).

97. NIVIA, E. 1992. Peligro del uso indiscriminado de pla- guicidas en la degradación de los suelos. RAPALMIRA. En: VILLEGAS, L.; ROME- RO, G.; RAMÍREZ, R.

1998. Vida en el suelo y

sus relaciones con los sis- temas de labranza. Cuader- nos de Agronomía. Univer- sidad de los Llanos. 3 (4):21-31.

98. NIVIA, E. 1995. Efectos sobre la salud y el ambien- te de herbicidas que con- tienen glifosato Information Ventures, Inc. under U.S. Forest Ser vice Contract. [(http://infoventures.com/e- hlth)](http://infoventures.com/e-)

99. NIVIA, E. 2000. Cosmo- flux 411f coadyuvante adi- cionado al Roundup Ultra en la erradicación forzosa de cultivos ilícitos en Colombia. ( w w w . u s f u m i g a t i o n . o r g Actua- lización de enero 12 de

2000).

100. NIVIA, E. 2001. Las fumi- gaciones aéreas sobre cul- tivos ilícitos sí son peligro- sas – Algunas aproximacio- nes Conferencia “Las Gue- rras en Colombia: Drogas, Armas y Petróleo” (The Wars in Colombia: Drugs, Guns and Oil).

101. NIVIA, E & SÁNCHEZ, L.

2001. Cultivos ilícitos.

¿sustitución o erradicación? Notas aclaratorias sobre el uso del Roundup en Co- lombia. RAPALMIRA. PAN: Pesticide Action Network.

102. NOGA, E.J. 1996. Fish disease: diagnosis and treatment. Mosby-Year Book, Inc. St. Louis, Mis- souri.

103. NOSANCHUK, J. D.; OVA- LLE, R. & CASADEVALL, A.

2001. Glyphosate inhibits melanization of Criptococ- cus neoformans and pro- longs survival of mice after systemic infection. The J. of Inf. Dis. 183 (7): 1093-

1099.

104. OLDHAM, J.; MASSEY, R., CRYAN P. 2002. Aerial spraying in COLOMBIA: health and environmental effects. May, 19. (http:// isis.hampshire.edu/ama- zon/colombia/index.php?

file&title=health/

environment%20Ffactsheet).

105. RAMÍREZ, W.; RONDÓN, I. 2003. Ensayo sobre la caracterización clínica de la intoxicación por glifosato en alevinos de cachama blanca Piaractus bra- chypomus. (Datos sin pu- blicar).

106. RIC: Good Wood Project.

Toxic Herbicides. 2003 [(www.rainforestinfo.org.au/](http://www.rainforestinfo.org.au/) good\_wood/tox\_herb.htm).

107. ROBERTS, F.; ROBERTS, C. W.; JOHNSON, J. J. et al.. Evidence for the shiki- mate pathway in apico- complexan parasites. En: NOSANCHUK, J. D.; OVA- LLE, R. & CASADEVALL, A.

2001. Glyphosate inhibits

melanization of Criptococ- cus neoformans and pro- longs survival of mice after systemic infection. The J. of Inf. Dis. 183 (7): 1093-

1099.

108. RUEPPEL, M. L.; BRIGHT- WELL, B. B.; SCHAEFER, J.; MARVEL, J. 1977. En: MONHEIT, Susan; CDFA- IPC. 2003. Gyphosate-ba- sed aquatic herbicides an overview of risk. Pág. 1-10 [(http://tearamund](http://tearamundo)o. org/ control\_manage/docs/ glyphosate\_aqua\_risk.pdf).

109. SANDERSON, J.V.; MA-

CLEOD, J.A.; KIMPINSKI, J. 1999. Glyphosate appli- cation and timing of tillage of red clover affects potato response to N, soil N profi- le, and root and soil nema- todes. En: BIGWOOD, Je- remy. 2002. A brief over- view of the scientific litera- ture regarding reported de- leterious effects of glypho- sate formulations on aqua- tic and soil biota. March 6.

110. SANTOS, A. & FLORES, M.

1995. Effects of glyphosa- te on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. Lett. Appl. Micro- biol. 20:349-352.

111. SERA (Syracuse Environ- mental Research Associa- tes). 2002. Neurotoxicity, immunotoxicity, and endo- crine disruption with espe- cific commentar y on Glyphosate. Ticlopyr and Hexazinone: Final Report. En: MONHEI T, Susan; CDFA – IPC. 2003. Gypho- sate – based aquatic her- bicides an overview of risk. Pág. 1 - 10 ( http:// tearamundo.org/control\_ manage/docs/glyphosate

\_aqua\_risk.pdf).

112. SERVIZII et al., 1987. En: [(www.okanogan1.com/na-](http://www.okanogan1.com/na-) tural/ecology/weeds/ bould.htm#survey)

113. STEVENS, J. T.; SUMMER, D. D. 1991. Herbicide in handbook of pesticides toxicology. Vol. 3. Cases of pesticides. En: BUKOWS- KA, B.; PIENIAZEK, D.; DUDA, W. 2002. Hemoly- sis and lipid peroxidation in human erythrocityes incu- bated with ROUNDUP. Cu- rrent Topics In Biophys. 26 (2): 245-249.

114. SZAREK, J.; SIWICKI, A.; A N D R Z E J E W S K A , A.;TERECH-MAJEWSKA, E.; BANASZKIEWIEZ, T.

2000. Effects of the herbi-

R E V I S T A



99 O R I N O Q U I A

cide Roundup® on the ul- trastructural pattern of he- patocytes in carp (Cyprin- us carpio). En: Marine En- vironmental Research. Po- lonia. 50:263-266.

115. U.S. State Department, written answer to questio- ns from U.S. representati- ve James McGovern.2002. En: OLDHAM, J.; MASSEY, R., CRYAN P. 2002.Aerial spraying in COLOMBIA: health and environmental effects. May, 19. (http:// isis.hampshire.edu/ama- zon/colombia/index.php?

file&title=health/

environment%20Ffactsheet).

116. USEPA, 1992. En: BUKOWSKA, B.; PIENIA- ZEK, D.; DUDA, W. 2002. Hemolysis and lipid peroxida- tion in human erythrocityes incubated with ROUNDUP. En: Current Topics In Biophy- sics. 26 (2): 245-249.

117. VARGAS, R. 1999. Drug cultivation, fumigation and the conflict in Colombia. Executive Summary. Trans- national Institute (TNI) y Acción Andina Colombia. October. 4 p.

118. VARGAS, R.; JELSMA, M.; NIVIA, E. 2001. Contra factsheet. La erradicación aérea de cultivos ilícitos: respuestas a las preguntas más frecuentes. [(www.us](http://www.us) fumigation.org/literature/ factsheets/contraDoS/ contrafactsheet.htm)

119. VILLEGAS, L.; ROMERO, G.; RAMÍREZ, R. 1998. Vida en el suelo y sus rela- ciones con los sistemas de labranza. Cuadernos de Agronomía. Universidad de los Llanos. 3 (4):21-31.

120. VIÑA, V. Gerardo.; RAMI- REZ, G. Alber to. 1998. Limnología colombiana: aportes a su conocimiento y estadística de análisis. 1° edición. Editada por BP exploration company. Fun- dación Universidad de Bo- gotá Jorge Tadeo Lozano.

121. WALSH, L.; McCORMICK, C.; MARTIN, C.; STOCCO, D. 2002. RoundUp inhibits steroidogenesis by disrup- ting steroidogenic acute re- gulatory (StAR) protein ex- pression. Environ. Health Perspec. 108(8): 769-776.

122. WAN, M. T.; RAHE, J. E.; WATTS, R. G. 1998. A new technique for determining the sublethal toxicity of pesticides to the vesicular- arbuscular mycorrhizal fun- gus Glomus intraradices. En: BIGWOOD, Jeremy.

2002. A brief overview of the scientific literature re- garding reported deleterio- us effects of glyphosate for- mulations on aquatic and soil biota. March 6.

123. WANG, Y.; CASADEVALL, S. 1996. Melanin, melanin ghost and melanin compo- sition in Criptococcus neo- formans. En: NOSAN- CHUK, J. D.; OVALLE, R.

& CASADEVALL, A. 2001.

Glyphosate inhibits melani- zation of Criptococcus neo- formans and prolongs sur- vival of mice after systemic infection. The J. of Inf. Dis.

183 (7): 1093-1099.

124. WEBER, J. B.; BEST, J. A.; GONESE, J. U. 1993. En: HANEY, R.L.; SENSEMAN, S.A.; HONS, F.M. 2002. Effect of RoundUp Ultra on microbial Activity and bio- mass from selected soils. Journ. Environ. Qual. 31 (3): 730-735.

125. WHO/DATA SHEETS ON PESTICIDES. 1996. N° 91. Glyphosate, Julio. (www.

inchem.org/documents/

pds/pds/pest91\_e.htm).

126. WILLIAMS, G. M.; KROES, R.; MUNRO, L. C. 2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbici- de Roundup and Its active ingredient, Glyphosate, for humans. Regul. Toxicol. and Pharm. 31:117 – 165.

127. WWF. 2002. Coments of glyphosate. October, 30. [(www.wola.org/Colombia/](http://www.wola.org/Colombia/) fumigation\_WWF\_comments\_ glyphosate.pdf).

128. ZAVITSANOS, P.; MENG, CHIN-KAI.; GRE Y, L.; NGUYEN, B.; YANG, P. Analysis of glyphosate and aminmethyl phosphonic acid by liquid cromatogra- phy/mass spectometry. En: Agilent Technologies [(www.bst.com.au/resou](http://www.bst.com.au/resour-)r- ces/lcms%20glyphosate

%20&%20aminometil.pdf).

“El mas valeroso de nosotros rara vez tiene el valor de afirmar lo que sabe a ciencia cierta” 1

“Muchos creen que las guerras las hacen los malos y que las armas las venden los buenos” 2

1 F. Nietzche; El crepúsculo de los ídolos. Esquilo, Bogotá (2000): 144pp

2 W. Ospina. Los nuevos centros de la esfera. Aguilar, Bogotá (2001): 260pp

R E V I S T A



100

O R I N O Q U I A