

## L'HERBICIDA GLIFOSAT

Glifosat (comercialitzat amb diferents formulacions, la més coneguda de les quals és Roundup) és l'herbicida més utilitzat a tot el món. És un herbicida sistèmic no selectiu. Les fórmules comercials més comunes contenen l'ingredient actiu (glifosat), que impedeix la fotosíntesi i afecta a d'altres processos metabòlics de les plantes sensibles a l'herbicida, i entre d'altres productes, surfactants que fan que el glifosat pugui penetrar a través de les cutícules de les fulles de les plantes.

Aquest herbicida es va desenvolupar als anys 1970, i es va comercialitzar l'any 1974. L'empresa Monsanto va mantenir les patents fins l'any 2000, i a l'any 2009 esperava la venda d'uns 800 milions de litres d'herbicides basats en el glifosat, un 55% dels quals van ser de Roundup. Actualment, diferents empreses produeixen herbicides, la substància activa dels quals, és el glifosat. La majoria de productes basats en el glifosat es classifiquen com a "perillosos" pel medi, amb una toxicologia "baixa" per mamífers, "baixa" per aus, i "moderada" per peixos. Algunes formulacions es consideren "irritants" i/o "nocives" per a les persones.

El permís al glifosat a la UE s'hauria d'haver revisat aquest any 2012. La Comissió Europea però, va aprovar l'any 2011, i d'amagat, una directiva amb la qual s'aplaçà aquesta revisió, i la d'altres biocides, fins l'any 2015. I com que aquesta mateixa Comissió, en canvi, no ha aprovat encara l'actualització dels tests que haurien de fer les indústries per tal de demanar el vist i plau als seus productes, el glifosat ha estat revisat amb criteris antiquats, laxos i caducs, amb la qual cosa segurament obtindrà el permís fins al 2030<sup>1</sup>. No només això, la revisió de l'autorització portada a terme per part del govern alemany en nom de la Unió Europea ha estat realitzada per un grup de treball de les indústries agroquímiques, i no pas per científics independents<sup>2</sup>.

### Riscs per la salut humana

El glifosat, i especialment la seva marca comercial Roundup (degut a d'altres components que s'afegeixen), han mostrat una clara toxicitat i/o riscos de toxicitat per a humans tant en assaigs de laboratori com en estudis epidemiològics.

El estudis epidemiològics han mostrat que el glifosat/Roundup:

- s'absorbeix per la pell i mucoses<sup>3</sup>,
- produeix símptomes neuromusculars<sup>4</sup>,
- produeix un risc més gran de part prematur per exposició en combinació amb

- d'altres biocides<sup>5</sup>,
- produeix un risc més gran d'avortaments<sup>6</sup>,
- produeix un risc més gran de desenvolupament de limfomes no-Hodgkin, ja sigui per exposició només al glifosat<sup>7</sup>, o a barreges de pesticides i herbicides incloent-hi el glifosat<sup>8</sup>,
- produeix una possible més gran incidència de mieloma múltiple<sup>9</sup>,
- es relaciona, junt amb d'altres factors, amb malalties renals cròniques<sup>10</sup>,

Els estudis de laboratori mostren diferents efectes negatius:

- efectes genotòxics<sup>11</sup> i mutagènics<sup>12</sup>, amb efectes negatius sobre el funcionament de gens controlats per estrògens<sup>13</sup>,
- modificacions en l'estructura i funcionament de les cèl·lules<sup>14</sup>, i citotoxicitat en cèl·lules humanes<sup>15</sup>, efectes que s'agreugen amb la barreja de glifosat amb surfactants<sup>16</sup>,
- degeneració neuronal<sup>17</sup>, amb possible incidència sobre la malaltia de Parkinson,
- interferències en la síntesi d'esteroides i actuació com a disruptors endocrins<sup>18</sup>, produint també perturbacions en el desenvolupament reproductiu d'animals de laboratori reduint la producció de testosterona<sup>19</sup>; també afecta negativament el funcionament de les cèl·lules reproductives masculines<sup>20</sup>, i té d'altres efectes negatius sobre el funcionament reproductiu d'animals mascles de laboratori<sup>21</sup>,
- possible relació amb problemes d'insuficiència suprarenal<sup>22</sup>,
- interferències en el funcionament del fetge<sup>23</sup>,
- malformacions congènites<sup>24</sup>,
- efectes tòxics en cèl·lules de la placenta humana que poden afectar negativament la reproducció humana i el desenvolupament del fetus<sup>25</sup>,
- un desenvolupament de tumors més ràpid i una mortalitat més gran en animals de laboratori<sup>26</sup>,
- accelera el creixement de cèl·lules de càncer de pit humà, amb una activitat estrogènica que és additiva amb la de la genisteïna, fitoestrogen de la soja. Això implica que el consum de productes de soja contaminada amb glifosat produeix un risc de desenvolupament de càncer de pit<sup>27</sup>,
- es relaciona amb el desenvolupament de càncer de pell i de pit<sup>28</sup>,

- el consum de panís transgènic tolerant a herbicides basats en glifosat o de aigua contaminada amb aquest herbicida produeix efectes negatius en diferents variables vitals, afavoreix un més ràpid desenvolupament de tumors, i augmenta la mortalitat en ratolins de laboratori<sup>29</sup>.

Fins i tot, els estudis duts a terme per les empreses productores d'aquests herbicides i revisats per les autoritats europees per tal d'aprovar l'ús del glifosat mostren evidències de malformacions<sup>30</sup>, però aquestes autoritats sistemàticament minimitzen aquests resultats per tal de donar el seu vist i plau.

També s'ha mostrat la influència del glifosat en la biologia i reproducció de cargols d'aigües dolces, i com a resultat, la seva possible influència en l'expansió de malalties de mamífers com la fascioliasis<sup>31</sup>. I d'altra banda, la exposició a aquest herbicida, canvia la susceptibilitat als antibiòtics d'alguns bacteris productors de malalties, de manera que en alguns casos aquests bacteris es fan més resistents als antibiòtics<sup>32</sup>.

Encara que també s'utilitzen en jardineria i manteniment de línies de tren, l'ús de productes comercials basats en el glifosat ha augmentat molt significativament com a resultat de la comercialització de varietats transgèniques de cultius amb resistència a aquest herbicida. I molt significativament, la Unió Europea va augmentar el llimit màxim admissible de residus de glifosat als aliments en un 200% l'any 1999, per tal d'evitar problemes amb les importacions d'aliments que contenen soja transgènica resistent a glifosat, i per tant poden estar carregats d'aquests residus<sup>33</sup>.

A començaments del 2012 també es va augmentar el límit màxim de residus de glifosat en lleties<sup>34</sup>, no perquè cap estudi científic hagués demostrat que aquest herbicida no era tan perillós com es pensava abans, sinó per tal d' "acomodar l'ús autoritzat del glifosat per assecar les plantes de lleties als Estats Units i Canadà"<sup>35</sup>, és a dir, per motius purament comercials.

Residus de glifosat han estat detectats a les cases de treballadors agrícoles, el que demostra el risc d'exposició a aquest herbicida<sup>36</sup>. També ha estat detectat a l'orina de poblacions d'agricultors i les seves famílies<sup>37</sup>, a la sang de dones no embarassades al Canadà<sup>38</sup>, i a l'orina de poblacions urbanes d'Alemanya a nivells entre 5 i 20 vegades més grans que el límit establert per l'aigua de boca<sup>39</sup>.

Al mes de març de 2015, l'IARC, comitè sobre el càncer de l'Organització Mundial de la Salut, declarava el glifosat com a “probable cancerígen” davant les evidències de la seva perillositat<sup>40</sup>.

### **Efectes sobre el medi**

El glifosat, i el seu metabòlit AMPA, han estat detectats freqüentment a l'aire i la pluja<sup>41</sup>, així com a les aigües superficials<sup>42</sup> de regions agrícoles. Un estudi recent a Catalunya<sup>43</sup> mostra que el 41% de les mostres de freàtics analitzades té un contingut detectable de glifosat, que el valor mitjà de totes les mostres és de 0'2 µg.l<sup>-1</sup>, que s'assoleixen valors de fins a 2'5 µg.l<sup>-1</sup>, i que en un 68% dels casos la concentració mitjana de glifosat al llarg de l'any és superior a 0'1 µg.l<sup>-1</sup>, valor màxim admès per la normativa europea (Directiva 2006/118/EC).

Aquest herbicida, en les seves formulacions comercials, pot tenir impactes molt intensos i diversos en els ecosistemes aquàtics<sup>44</sup>, “podent produir nivells extremadament alt de mortalitat en amfibis que podrien resultar en la disminució de les seves poblacions”<sup>45</sup>. El surfactant POEA, que es troba a molt productes comercials basats en el glifosat, és letal per a peixos i amfibis, especialment en aigües amb pH bàsic<sup>46</sup>. Recentment, la Sociedad de Ciencias Aranzadi de Donostia feia públics els resultats dels seus estudis sobre la incidència d'aquest herbicida en 10 espècies d'amfibis europeus, mostrant que les dosis recomanades pels fabricants són mortals per la majoria d'elles, i que dosis menors afecten la biologia i el comportament dels amfibis<sup>47</sup>. D'altra banda, els musclos també han mostrat molta sensibilitat als herbicides basats en el glifosat<sup>48</sup>. A més, el glifosat ha mostrat efectes tòxics en algunes espècies de peixos<sup>49</sup>, i pot reduir la resistència d'altres a les malalties, incrementant la incidència d'infeccions<sup>50</sup>. D'altra banda, el seu contingut en nutrients, com el fòsfor i el nitrogen, pot afectar les relacions tròfiques dels ecosistemes aquàtics<sup>51</sup>.

El glifosat absorbit per les plantes és eventualment excretat per les arrels a la rizosfera del sòl, on ha mostrat que és tòxic per diferents fongs i bacteris beneficiosos, desequilibrant la comunitat microbiana del sòl<sup>52</sup>. Els cucs de terra també es veuen afectats negativament per aquest herbicida, ja sigui sol o en combinació amb d'altres herbicides<sup>53</sup>.

Els herbicides amb glifosat també tenen efectes negatius sobre el comportament de les abelles a les dosis que es donen al medi agrícola, amb conseqüències negatives a llarg termini per a l'èxit de les colònies<sup>54</sup>.

Aquest herbicida no només afecta a les plantes sobre les que s'aplica o aquelles properes als camps de conreu i afectades per la deriva amb el vent, sinó que generacions posteriors d'aquestes plantes també mostren problemes de germinació i/o desenvolupament disminuït, “podent produir-se importants canvis ecològics” per aquest efecte<sup>55</sup>.

L'augment en l'ús d'aquest herbicida com a conseqüència del cultiu de varietats de panís i soja transgèniques als Estats Units ha tingut com a resultat la pèrdua d'una gran part de la població d'algunes espècies de plantes silvestres i, per tant, també la pèrdua de bona part de la població d'algunes espècies de papallones<sup>56</sup>.

A l'any 2009, la Cort Suprema francesa va confirmar una sentència anterior en la que es condemnava a l'empresa Monsanto (productora del Roundup, principal marca comercial del glifosat) per no haver dit la veritat en relació a la seguretat d'aquest herbicida, i per haver utilitzat publicitat enganyosa al definir-lo com a “biodegradable”. A finals del 2012, el comitè holandès regulador de la publicitat també va decidir que una anunci publicitari de Roundup aparegut al juny de 2012 en diferents diaris en el que es deia que aquest herbicida “no té efectes en el sòl”, era enganyós<sup>57</sup>.

### **Alguns efectes sobre la producció agrària**

Com amb d'altres herbicides, el seu ús ha portat a l'aparició de plantes resistents<sup>58</sup>. Al món s'estima que hi ha 18 espècies de plantes que han desenvolupat resistència al glifosat, i a començaments del mes de maig es va confirmar l'aparició d'una nova planta, *Ambrosia trifida*, resistent al glifosat al Canadà<sup>59</sup>. A l'estat espanyol s'han trobat poblacions de *Conyza bonariensis* resistents al glifosat en Andalusia<sup>60</sup>.

A l'any 2009 s'estimava que plantes de l'espècie *Amaranthus palmeri* resistents al glifosat apareixerien en 250.000 ha de conreu als Estats Units d'Amèrica<sup>61</sup>. En 19 estats d'aquest país han aparegut espècies resistents a aquest herbicida que ja produeixen greus problemes econòmics<sup>62</sup>. A l'estat de Georgia 40.000 ha de conreu es troben greument infestades per plantes de *Amaranthus palmeri* resistents al glifosat, fins al punt que al comtat de Macon es van haver d'abandonar 4.000 ha a l'any 2007<sup>63</sup>.

Un estudi realitzat als Estats units al 2012 mostra que la superfície infestada per plantes resistents al glifosat ja és de 24 milions d'hectàrees, i que prop del 50% dels pagesos entrevistats tenen herbes adventícies resistents als seus camps<sup>64</sup>.

Aquest herbicida produeix, a més a més, molts problemes en els mateixos cultius als que s'aplica i a cultius posteriors<sup>65</sup>:

- en cultius de soja, l'aplicació de glifosat disminueix el contingut en àcids grassos poli-insaturats i augmenta el d'àcids grassos mono-insaturats. Tanmateix, disminueix la concentració de minerals, i la producció de biomassa del cultiu<sup>66</sup>,
- augmenta la sensibilitat als atacs de fongs i malalties dels cultius als que se'ls aplica l'herbicida<sup>67</sup>, i també a cultius posteriors en la mateixa parcel·la<sup>68</sup>,
- disminueix la viabilitat del pol·len, i en certes condicions també la producció d'aquest, en varietats de panís transgèniques resistents al glifosat<sup>69</sup>.

També s'han demostrat efectes negatius molt intensos del glifosat sobre insectes terrestres importants en el control biològic de plagues de la soja<sup>70</sup>.

El Roundup també produeix efectes negatius sobre bona part dels bacteris beneficiosos de l'aparell digestiu de pollastres, mentre que bacteris altament patològics, com diferents espècies dels gèneres *Salmonella* i *Clostridium*, són molt resistents a aquest herbicida<sup>71</sup>. Com a resultat, el Roundup actuaria com a factor favorable al desenvolupament de malalties gastrointestinals en aquests animals<sup>72</sup>.

Estudis fets a Dinamarca mostren que el glifosat és tòxic per al metabolisme de vaques de llet, que exposades a aquests herbicides mostren senyals clares de toxicitat als ronyons i de citotoxicitat general<sup>73</sup>.

La mateixa empresa Monsanto, en els seus contractes amb pagesos compradors de llavor de colza transgènica resistent al Roundup, recomana que no es pasturin aquests conreus perquè, "ara per ara, no hi ha informació suficient que permeti unes recomanacions de pasturatge adequades i segures"<sup>74</sup>.

El producte comercial Roundup, a diferència del glifosat, també té efectes negatius sobre microorganismes utilitzats a les indústries làctiques<sup>75</sup>.

<sup>1</sup> Antoniou, M. et al. 2011. Roundup and birth defects: is the public being kept in the dark?. Earth Open Source. <http://es.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefectsv5>.

<sup>2</sup> <http://corporateurope.org/food-and-agriculture/2015/04/glyphosate-saga-independent-scientific-advice-according-germany-uk>.

<sup>3</sup> Burger, M., S. Fernández. 2004. Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Revista Médica del Uruguay*, 20: 202-207. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S0303-32952004000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S0303-32952004000300006&script=sci_arttext).

<sup>4</sup> Burger i Fernández. 2004.

<sup>5</sup> Savitz, D.A., T. Arbuckle, D. Kaczor, K.M. Curtis. 1997. Male pesticide exposure and pregnancy outcome. *American Journal of Epidemiology*, 146(12): 1025-1036.

<sup>6</sup> Arbuckle, T.E., Z. Lin, L.S. Mery. 2001. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion of an Ontario farm population. *Environmental Health Perspectives*, 109(8): 851-857.

<sup>7</sup> Hardell, L., M. Eriksson, M. Nordstrom. 2002. Exposure to pesticide as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leukemia & Lymphoma*, 43(5): 1043-1049.

Schinasi, L., M.E. Leon. 2014. Non-hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis. *International*

- <sup>8</sup> DeRoos, Z.S.H. et al. 2003. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(9), E11.
- <sup>9</sup> DeRoos, A.J. et al. 2005. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the agricultural health study. *Environmental Health Perspectives*, 113: 49-54.
- <sup>10</sup> Jayasumana, Ch., S. Gunatilake, P. Senanayake. 2014. Glyphosate, hard water and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 11(2): 2125-2147.
- <sup>11</sup> Lioi, M.B. et al. 1998. Cytogenetic damage and induction of pro-oxidant state in human lymphocytes exposed in vitro to glyphosate, vinclozolin, atrazine, and DPX-E9636. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 32: 39-46.
- Lioi, M.B. et al. 1998. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. *Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 403: 13-20.
- Koller, V.J. et al. 2012. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. *Archives of Toxicology*, 86: 805-813.
- <sup>12</sup> Rank, J. et al. 1993. Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylalime using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telophase test. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 300: 29-36.
- <sup>13</sup> Hokanson, R. et al. 2007. Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. *Human and Experimental Toxicology*, 26: 747-752.
- <sup>14</sup> Marc, J. et al. 2002. Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. *Chemical Research in Toxicology*, 15: 326-331.
- Marc, J., O. Mulner-Lorillon, G. Durand, R. Belle. 2003. Embryonic cell cycle for risk assessment of pesticides at the molecular level. *Environnemental. Chemistry Letters*, 1: 8-12
- Marc, J. et al. 2004. Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. *Biology of the Cell*, 96: 245-249.
- Marc, J., R. Belle, J. Morales, P. Cormier, O. Mulner-Lorillon. 2004. Formulated glyphosate activates the DNA-response checkpoint of the cell cycle leading to the prevention of G2/M transition. *Toxicological Sciences*, 82: 436-42
- Marc, J. et al. 2005. A glyphosate-based pesticide impinges on transcription. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 203: 1-8.
- Peixoto, F. 2005. Comparative effects of the Roundup and glyphosate on mitochondrial oxidative phosphorylation. *Chemosphere*, 61: 115-1122.
- Siviková, K., J. Dianovsky. 2006. Cytogenetic effect of technical glyphosate on cultivated bovine peripheral lymphocytes. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209: 15-20.
- Malatesta, M. et al. 2008. Hepatoma tissue culture (HTC) cells as a model for investigating the effects of low concentrations of herbicide on cell structure and function. *Toxicology in Vitro*, 22: 1853-1860.
- <sup>15</sup> Mesnage, R. et al. 2012. Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide. *Journal of Applied Toxicology*. doi:10.1002/jat.2712
- <sup>16</sup> Martínez, A., I. Reyes. N. Reyes. 2007. Citotoxicidad del glifosato en células mononucleares de sangre periférica humana. *Biomédica*, 27: 594-604. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-41572007000400014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-41572007000400014&script=sci_arttext).
- Mesnage, R., B. Bernay, G-E. Séralini. 2012. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. *Toxicology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tox.2012.09.006>.
- Song, H-Y. et al. 2012. In vitro cytotoxic effect of glyphosate mixture containing surfactants. *Journal of Korean Medical Science*, 27(7): 711-715.
- <sup>17</sup> Negga, R. et al. 2011. Exposure to Mn/Zn ethylene-bis-dithiocarbamate and glyphosate pesticides leads to neurodegeneration in *Caenorhabditis elegans*. *NeuroToxicology*, 32: 331-341.
- <sup>18</sup> Walsh, L.P. et al. 2000. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environmental Health Perspectives*, 108: 769-776.
- Richard, S. et al. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives*, 113(6): 716-720.
- Gasnier, C. et al. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*, 263: 184-191.
- <sup>19</sup> Romano, R.M. et al. 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. *Archives of Toxicology*, 84: 309-317.

- 
- Clair, E., Mesnage, R., C. Travert, G-E. Séralini. 2012. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. *Toxicology in Vitro*, 26: 269-279.
- <sup>20</sup> Oliveira, V.L. de Liz et al. 2013. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells. *Free Radical Biology and Medicine*, doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043.
- <sup>21</sup> Dallegrave, E. et al. 2007. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. *Archives of Toxicology*, 81: 665-673.
- Cassault-Meyer, E. et al. 2014. An acute exposure to glyphosate-based herbicides alters aromatase levels in testis and sperm nuclear quality. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 38(1): 131-140.
- <sup>22</sup> Pandey, A., Rudraiah, M. 2015. Analysis of endocrine disruption effect of Roundup in adrenal gland of male rats. *Toxicology Reports*, 2: 1075-1085.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221475001530041X>.
- <sup>23</sup> Hietanen, E., K. Linnainmaa, H. Vainio. 1983. Effects of phenoxyherbicides and glyphosate on the hepatic and intestinal biotransformation activities in the rat. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 53: 103-112.
- Benedetti, A.L. et al. 2004. The effects of sub-chronic exposure of Wistar rats to the herbicide Glyphosate-Biocarb. *Toxicology Letters*, 153: 227-232.
- <sup>24</sup> Paganelli, A., V. Gnazzo, H. Acosta, S.L. López, A.E. Carrasco. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology* (acceptat per publicació) doi: 10.1021/tx1001749.
- <sup>25</sup> Benachour, N. et al. 2007. Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53: 126-133.
- Benachour, N., G.E. Séralini. 2009. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human, umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research in Toxicology*, 22(1): 97-105.
- <sup>26</sup> Séralini, G-E. et al. 2012. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11): 4221-4231.  
<http://research.sustainablefoodtrust.org/wp-content/uploads/2012/09/Final-Paper.pdf>.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691512008149>.
- <sup>27</sup> Thongprakaisang, S. et al. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, 59: 129-136.
- <sup>28</sup> George, J., Y. Shukla. 2013. Emptying of intracellular calcium pool and oxidative stress imbalance are associated with the glyphosate-induced proliferation in human skin keratinocytes HaCaT cells. *ISRN Dermatology*, article ID 825180. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/825180>.  
<http://www.hindawi.com/isrn/dermatology/2013/825180/>
- George, J., S. Prasad, Z. Mahmood, Y. Shukla. 2010. Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin: a proteomic approach. *Journal of Proteomics*, 73(5): 951-964.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187439190900390X>
- Thongprakaisang, S. et al. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, 59: 129-136. doi: 10.1016/j.fct.2013.05.057.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23756170>
- <sup>29</sup> Séralini, G-E. et al. 2014. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe*, 26: 14.  
<http://www.enveurope.com/content/26/1/14>.
- <sup>30</sup> Antoniou, M. et al. 2012. Teratogenic effects of glyphosate-based herbicides: divergence of regulatory decisions from scientific evidence. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, S4: 006. Doi:10.4172/2161-0525.S4-006.  
<http://www.omicsonline.org/2161-0525/2161-0525-S4-006.php?aid=7453>.
- <sup>31</sup> Tate, T.M., R.N. Jackson, F.A. Christian. 2000. Effects of glyphosate and dalapon on total free amino acid profiles of *Pseudosuccinea columella* snails. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 64: 258-262.
- <sup>32</sup> Kurenbach, B. et al. 2015. Sublethal exposure to commercial formulations of the herbicides dicamba, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, and glyphosate cause changes in antibiotic susceptibility in *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *mBio*, 6: 2 march/april 2015. doi:10.1128/mBio.00009-15.
- <sup>33</sup> “Pesticide safety limit raised by 200 times ‘to suit GM industry’ “. *Daily Mail*, 21 de setembre de 1999.
- <sup>34</sup> <http://www.boe.es/doue/2012/135/L00004-00056.pdf>.
- <sup>35</sup> <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/2550.pdf>.



- 
- <sup>36</sup> Curwin, B.D. et al. 2005. Pesticide contamination inside farm and nonfarm homes. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2: 357-367.
- <sup>37</sup> Acquavella, J.F. et al. 2004. Glyphosate biomonitoring for farmers and their families: results from the Farm Family Exposure Study. *Environmental Health Perspectives*, 112(3): 321-326.
- <sup>38</sup> Aris, A., S. Leblanc. 2011. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. *Reproductive Toxicology*, 31: 528-533.
- <sup>39</sup> Brändli, D., S. Reinacher. 2012. Herbicides found in human urine. *Ithaka Journal* 1/2012: 270-272. <http://www.ithaka-journal.net/druckversionen/e052012-herbicides-urine.pdf>
- <sup>40</sup> <http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/MonographVolume112.pdf>.
- <sup>41</sup> Chang, F-C., Simcik, M.F., P.D. Capel. 2011. Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(3): 548-555.
- <sup>42</sup> Skark, C. et al. 1998. The occurrence of glyphosate in surface water. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 70: 93-104.
- Peruzzo, P.J., A.A. Porta, A.E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156: 61-66.
- Coupe, R.H., S.J. Kalkhoff, P.D. Capel, C. Gregoire. 2011. Fate and transport of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters of agricultural basins. *Pest Management Science*, DOI 10.1002/ps.2212.
- <sup>43</sup> Sanchís, J. et al. 2012. Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 402(7): 2335-2345.
- <sup>44</sup> Bengtsson, G., L-A. Hansson, K. Montenegro. 2004. Reduced grazing rates in *Daphnia pulex* caused by contaminants: implications for trophic cascades. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(11): 2641-2648.
- Glusczak, L. et al. 2006. Effect of glyphosate herbicide on acetylcholinesterase activity and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 65: 237-241.
- Glusczak, L. et al 2007. Acute effects of glyphosate herbicide on metabolic and enzymatic parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 146: 519-524.
- Sobrero, M.C., F. Rimoldi, A.E. Ronco. 2007. Effects of the glyphosate active ingredient and a formulation on *Lemna gibba* L. at different exposure levels and assessment end-points. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 79: 537-543.
- Pérez, G.L. et al. 2007. Effects of the herbicide Roundup on fresh water microbial communities : a mesocosm study. *Ecological Applications*, 17: 2310-2322.
- Achiorno, C.L., C. de Villalobos, L. Ferrari. 2008. Toxicity of the herbicide glyphosate to *Chordodes nobilii* (Gordiida, Nematomorpha). *Chemosphere*, 71: 1816-1822.
- Langiano, V. do C., C.B.R. Martinez. 2008. Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 147: 222-231.
- Glusczak, L. et al. 2011. Acute exposure to glyphosate herbicide affects oxidative parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61: 624-630.
- Relyea, R.A. 2012. New effects of Roundup on amphibians: predators reduce herbicide mortality; herbicides induce antipredator morphology. *Ecological Applications*, 22: 634-647.
- Cuhra, M., T. Traavik, T. Bøhn. 2013. Clone-and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology*, 22: 251-262.
- Ghisi, N. de C., M.M. Cestari. 2013. Genotoxic effects of the herbicide Roundup in the fish *Corydoras paleatus* (Jenyns 1842) after short-term, environmentally low concentration exposure. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(4): 3201-3207.
- <sup>45</sup> Relyea, R.A. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15(2): 618-627.
- Relyea, R.A. 2005. The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15(4): 1118-1124.
- Smith, G.R. 2001. Effects of acute exposure to a commercial formulation of glyphosate on the tadpoles of two species of Anurans. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 67: 483-488.
- Cauble, K., R.S. Wagner. 2005. Sublethal effects of the herbicide glyphosate on amphibian metamorphosis and development. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 75: 429-435.
- <sup>46</sup> Giesy, J.P., S. Dobson, K.R. Solomon. 2000. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Review of Contamination and Toxicology*, 167: 35-120.

- 
- Lajmanovich, R.C., M.T. Sandoval, P.M. Peltzer. 2003. Induction of mortality and malformation in *Scinax nasicus* tadpoles exposed to glyphosate formulations. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 70: 612-618.
- Howe, C.M., M. Berrill, B.D. Pauli, C.C. Helbing, K. Werry, N. Veldhoen. 2004. Toxicity of glyphosate-based pesticides to four North American frog species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(8): 1928-1938.
- <sup>47</sup> <http://dfmf.uned.es/biologia/2012/02/glifosato-el-herbicida-que-tambien-mata-a-los-anfibios/>
- <sup>48</sup> Bringolf, R.B., W.G. Cope, S. Mosher, M.C. Barnhart, D. Shea. 2007. Acute and chronic toxicity of glyphosate compounds to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea* (Unionidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26(10): 2094-2100.
- <sup>49</sup> Langiano, V.C., C.B.R. Martinez. 2008. Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 147: 222-231.
- Cavalcante, D.G.S.M., C.B.R. Martinez, S.H. Sofia. 2008. Genotoxic effects of Roundup® on the fish *Prochilodus lineatus*. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 655: 41-46.
- <sup>50</sup> Kelly, D.W., R. Poulin, D.M. Tompkins, C.R. Townsend. 2010. Synergistic effects of glyphosate formulation and parasite infection on fish malformations and survival. *Journal of Applied Ecology*, 47(2): 498-504.
- <sup>51</sup> Bengtsson, G., L-A. Hansson, K. Montenegro. 2004. Reduced grazing rates in *Daphnia pulex* caused by contaminants: implications for trophic cascades. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(11): 2641-2648.
- <sup>52</sup> Wardle, D.A., D.A. Parkinson. 1992. Influence of the herbicides 2,4-D and glyphosate on soil microbial biomass and activity: a field experiment. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 185-186.
- Levesque, C.A., J.E. Rahe. 1992. Herbicidal interactions with fungal root pathogens with special reference to glyphosate. *Annual Review of Phytopathology*, 30: 572-602.
- Busse, M.D., A.W. Ratcliffe, C.J. Shestak, R.F. Powers. 2001. Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1777-1789.
- Krzysko-Lupicka, T., T. Sudol. 2008. Interactions between glyphosate and autochthonous soil fungi surviving in aqueous solution of glyphosate. *Chemosphere*, 71: 1386-1391.
- Johal, G.S., D.M. Huber. 2009. Glyphosate effects on disease and disease resistance in plants. *European Journal of Agronomy*, 31: 144-152.
- Zaller, J.G., F. Heigl, L. Ruess, A. Grabmaier. 2014. Glyphosate herbicide affects belowground interactions between earthworms and symbiotic mycorrhizal fungi in a model ecosystem. *Scientific Reports*, 4: 5634. Doi: 10.1038/srep05634.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4087917/pdf/srep05634.pdf>.
- <sup>53</sup> Yasmin, S., D. D'Souza. 2007. Effect of pesticides on the reproductive output of *Eisenia fetida*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 79: 529-532.
- Santadino, M., C. Coviella, F. Momo. 2014. Glyphosate sublethal effects on the population dynamics of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). *Water, Air & Soil Pollution*, 225: 2207. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11270-014-2207-3>.
- Gaupp-Berghausen, M. et al. 2015. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Scientific Reports*, 5: 12886. doi:10.1038/srep12886. <http://www.nature.com/articles/srep12886>.
- <sup>54</sup> Balbuena, M.S. et al. 2015. Effects of sub-lethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *The Journal of Experimental Biology*. Doi:10.1242/dev.117291. <http://jeb.biologists.org/content/early/2015/07/09/dev.117291.short>.
- <sup>55</sup> Blackburn, L.G., C. Boutin. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified crops: a case study with glyphosate (Roundup). *Ecotoxicology*, 12: 271-285.
- <sup>56</sup> Pleasants, J.M., K.S. Oberhauser. 2013. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity*, 6: 135-144.
- <sup>57</sup> <http://www.gmwatch.org/latest-listing/52-2013/14620-roundup-ad-misleading-monsanto-forced-to-accept-verdict>.
- <sup>58</sup> Robert, S., U. Baumann. 1998. Resistance to the herbicide glyphosate. *Nature*, 395: 25-26.
- Binimelis, R., W. Pengue, I. Monterroso. 2009. "Transgenic treadmill": responses to the emergent and spreads of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. *Geoforum*, doi: 10.1016/j.geoforum.2009.03.009

- 
- Gaines, T.A. et al. 2010. Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0906649107>.
- <sup>59</sup> “Roundup-resistant ‘superweed’ confirmed in Ontario”. <http://www.montrealgazette.com/Roundup+resistant+superweed+confirmed+Ontario/2991203/story.html> 5 maig 2010.
- <sup>60</sup> Urbano, J.M. 2007. Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in Spain. *Weed Technology*, 21: 396-401.
- <sup>61</sup> Gaines et al. 2010.
- <sup>62</sup> “Arkansas fields of glyphosate-resistant pigweed” <http://www.deltafarmpress.com/cotton/resistant-pigweed-0925/index.html>.  
“Resistant weeds threaten to cripple Iowa’s agriculture economy”. <http://iowaindependent.com/29429/resistant-weeds-threaten-to-cripple-iowas-agriculture-economy>. (10 març 2010).  
“Growing Roundup-resistant weed problema must be dealt with, expert says”. <http://www.physorg.com/news203697204.html>.
- <sup>63</sup> “ ‘Superweed’ explosion threatens Monsanto heartlands”. <http://www.france24.com>. (19 abril 2009).
- <sup>64</sup> <http://farmindustrynews.com/herbicides/glyphosate-resistant-weed-problem-extends-more-species-more-farms>.
- <sup>65</sup> Yamada, T. et al. 2009. Glyphosate interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: threat to agricultural sustainability?. *European Journal of Agronomy*, 31: 111-113.
- <sup>66</sup> Bott, S. et al. 2008. Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). *Plant and Soil*, 312: 185-194.
- Zobiole, L.H.S. et al. 2010. Glyphosate affects seed composition in glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 4517-4522.
- <sup>67</sup> Lévesque, C.A., J.E. Rahe, D.M. Eaves. 1987. Effects of glyphosate on *Fusarium* spp.: its influences on root colonization of weeds, propagule density in the soil, and crop emergence. *Canadian Journal of Microbiology*, 33: 354-360.
- Johal, G.S., J.E. Rahe. 1988. Glyphosate, hypersensitivity and phytoalexins accumulation in the incompatible bean anthracnose host-parasite interaction. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 32: 267-281.
- Liu, L., Z.K. Punja, J.E. Rathe. 1997. Altered root exudation and suppression of induced lignification as mechanisms of predisposition by glyphosate of bean roots (*Phaseolus vulgaris* L.) to colonization by *Phytophthora* spp. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 51(2): 110-127.
- Sanogo, S, X.B. Yang, H. Scherm. 2000. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f.sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. *Phytopathology*, 90: 57-66.
- Johal, C.S., D.M. Huber. 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *European Journal of Agronomy*, 31: 144-152.
- <sup>68</sup> Fernandez, M.R. et al. 2009. Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian prairies. *European Journal of Agronomy*, 31: 133-143.
- <sup>69</sup> Thomas, W.E. et al. 2004. Glyphosate negatively affects pollen viability but not pollination and seed set in glyphosate-resistant corn. *Weed Science*, 52: 725-734.
- <sup>70</sup> Schneider, M.I., N. Sánchez, S. Pineda, H. Chi, A. Ronco. 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere*, 76: 1451-1455.
- <sup>71</sup> Shehata, A.A., W. Schrödl, A.A. Aldin, H.M. Hafez, M. Krüger. 2012. The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota in vitro. *Current Microbiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23224412>.
- Krüger, M. et al. 2013. Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. *Anaerobe*, 20: 74-78.
- <sup>72</sup> Productors danesos de porcs i d’ous van obtenir una gran millora en la salut dels seus animals i en la producció al deixar d’utilitzar pinso amb soja transgènica resistent a glifosat. <http://sembremvalles.wordpress.com/2012/05/10/butlleti-13/>.  
<http://sustainablepulse.com/2012/12/15/monsanto-feels-pain-europe-roundup-herbicide-dangers/>
- <sup>73</sup> Krüger, M., Schrödl, W., Neuhaus, J., Shehata, A.A. 2013. Field investigations of glyphosate in urine of Danish dairy cows. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, 3: 186. doi: 10.4172/2161-0525.1000186. <http://www.omicsonline.org/field-investigations-of-glyphosate-in-urine-of-danish-dairy-cows-2161-0525.1000186.pdf>.

---

<sup>74</sup> [http://www.gmwatch.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14477:monsanto-warns-against-animals-grazing-roundup-ready-winter-canola](http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14477:monsanto-warns-against-animals-grazing-roundup-ready-winter-canola).

<sup>75</sup> Clair, E. et al. 2012. Effects of Roundup and glyphosate on three food microorganisms: *Geotrichum candidum*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Current Microbiology*, 64(5): 486-491.