

## Efectes sobre la salut i l'ambient d'herbicides que contenen glifosat

### Introducció

El glifosat és un herbicida sistemàtic que actua en post-emergència no selectiu, d'ampli espectre, usat per a matar plantes no desitjades en pastures anuals i perennes, herbes de fulla ampla i espècies llenyoses. El glifosat mateix és un àcid, però és comunament usat en forma de sals, més comunament la sal isopropilamina de glifosat, o sal isopropilamina de N - ( fosfometil ) glicina. La seva composició química és  $C_3H_8NO_5P$ . El seu nom comercial més conegut és el **Roundup**. A Colòmbia, a més del seu ús com a herbicida en l'agricultura, s'usa també com a assecant de grans i per via aèria com madurant de la canya de sucre i en els programes d'eradicació de cultius il·lícits, eradicant simultàniament cultius alimentosos i espècies silvestres, sense que s'hagin estudiat els veritables impactes de la seva utilització sobre la salut de les persones i el medi ambient.

Les vendes mundials del glifosat, el fabricant bàsic de les quals és Monsanto, superen els 1.500 milions de dòlars actualment i es calcula que creixeran a 2.000 milions de dòlars en els pròxims 5 anys, equivalents a més de 40.000 tones d'ingredient actiu. Actualment les vendes d'aquest herbicida representen prop del 40% del mercat d'agroquímics a nivell mundial de Monsanto ( vendes mundials totals de 4.032 milions de dòlars en 1998, un 23.2% majors que en 1997 ). Monsanto al 1998 va ocupar el segon lloc en la comercialització d'agroquímics després de Novartis i el primer lloc en la producció i venda de llavors transgèniques, modificades genèticament perquè els cultius siguin resistents al glifosat i incrementar encara més les vendes d'aquest agrotòxic.

Entre 1986 i 1996 l'ús del glifosat es va triplicar en Estats Units i a Europa el seu ús es va incrementar en 129% entre 1991 i 1995, per les declaracions de Monsanto que l'herbicida no és perillós per als humans i que és ambientalment segur. Però d'acord amb informacions de Coix ( 1995 ) i de Dinham ( 1998 ), existeixen resultats d'investigacions científiques sobre herbicides que contenen glifosat, independents de Monsanto, que contradiuen indicacions de l'empresa fabricadora del verí i mostren una visió molt diferent sobre els riscos de salut i ambientals d'aquests herbicides.

Els plaguicides abans de sortir al mercat passen pel procés de la formulació, durant el qual els ingredients actius són barrejats amb altres substàncies com solvents, coadjuvats i altres, denominades com "ingredients inerts", sobre les quals no es dona informació en les etiquetes i que en molts casos són substàncies actives biològiques, químiques o toxicològiques, que poden conferir a les formulacions comercials, característiques diferents a les oposades en qualsevol dels components per separat. *Això significa que si no es revisen i reconeixen les proves toxicològiques amb els plaguicides comercials, tal i com es fan servir realment, és impossible avaluar amb seguretat els seus riscos sobre l'ambient i la salut de les persones.*

La majoria de productes que contenen glifosat estan fets o s'usen amb un sulfatant per ajudar al glifosat a penetrar els teixits de la planta, el qual li confereix característiques toxicològiques a la formulació comercial diferents a les del glifosat sol. En el cas del Roundup, la formulació herbicida més utilitzada, se sap que conté el sulfatant polioxietileno amina ( POEA ), àcids orgànics de glifosat relacionats, isopropilamina i aigua. En el present estudi es farà referència a característiques del glifosat només però també a estudis científics realitzats amb el Roundup.

### **Noms comercials**

A Colòmbia el glifosat està registrat per Monsanto sota els noms comercials de Roundup, Rocket, Rocky, Feina, Patrol, Squadron, Ranger i Fuede. Però també altres empreses agroquímiques tenen registrades formulacions comercials amb base en el mateix ingredient actiu, sota els noms de: Batalla ( Bayer ); Glyfoagri ( Disagri ); Socar ( Agrevo ); Crossout, Candela i Glyfosan ( Agroser ); Glifonox ( Crystal ); Glifosol ( Coljap ); Stelar ( Dow ); Panzer ( Invequímica ); Glyphogan ( Magan ); Feina ( Proficol ); Regi ( Quimor ); Sunup ( Sundat ); Glifosato Agrogen ( Agroquímicos del Cauca ) i Pallissa ( Fertilizants Cafeteros ).

### **Manera d'acció**

L'acció herbicida del glifosat probablement es deu a la inhibició de la biosíntesis d'aminoàcids aromàtics ( fenilalanina, tirosina i triptofano ), usats en la síntesi de proteïnes i que són essencials per al creixement i supervivència de la majoria de les plantes. El glifosat inhibeix l'enzim 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfat sintasa, important

en la síntesi d'aminoàcids aromàtics; també pot inhibir o reprimir l'acció d'altres dos enzims involucrades en altres passos de la síntesi dels mateixos aminoàcids, la clorismato mutasa i prefrenato hidratasa. Totes aquests enzims formen part de la via de l'àcid chiquímico, present en plantes superiors i microorganismes però no en animals.

El glifosat pot afectar també altres enzims no relacionats amb la via de l'àcid chiquímico. En canya de sucre redueix l'activitat d'una dels enzims involucrats en el metabolisme del sucre, l'àcid invertasa. Aquesta reducció sembla estar intervinguda per auxinas, hormones de les plantes.

El glifosat també afecta sistemes enzimàtics en animals i humans. En rates, quan se'ls va injectar en el abdomen en un estudi, va disminuir l'activitat de dos enzims detoxificants, el citocromo P-450 i una monooxigenasa; també va disminuir l'activitat intestinal d'un altre enzim detoxificant, la aril hidrocarbono hidroxilasa.

### **Formulacions mes tòxiques de glifosat**

D'acord amb vàries investigacions fetes en hivernacles a Maryland ( Estats units ) i en els camps de Hawaii portats a terme entre 1995 i 1997, i amb l'addició de dos sulfatats, AL77 i Òptima, al glifosat en la formulació Envolto, es va incrementar quatre vegades la toxicitat del glifosat a la coca, comparat amb la fórmula comercial del Roundup: 1.1 kg/ha de glifosat comercial ( Roundup ) ( Collins & Helling ).

Suposadament, d'acord amb aquest estudi, la barreja de l'herbicida actualment usada a Colòmbia per als programes d'eradicació de la coca hauria estat modificada, amb "excel·lents" resultats.

Aquest suposat canvi de fórmula coincideix amb denúncies de les comunitats afectades, en el sentit que s'estan causant mes mals a pastures i cultius alimentosos, i també són més greus els símptomes d'intoxicacions. En realitat no es coneix exactament la formulació que s'està utilitzant. Els dos nous sulfatats proposats tenen la següent composició:

*A77*: Mescla 1:1 en volum de *AgriDex* i *Silwet L-77*.

*Agri-Dex*: derivats politoxilats del petroli amb base en parafina.

*Silwet L-77*: polialkileneoxit-modificat hetametiltrisiloxat.

*Optima*: mescla de alkylamins politoxilans, alquil polioxietilènic glicoles, i àcids orgànics.

### **Efectes sobre la salut**

**Toxicitat aguda:** Els plaguicides que contenen glifosat com el Roundup estan registrats a Colòmbia en la classe toxicològica IV, lleument tòxics, basats en la DL<sub>50</sub> oral a rates de l'ingredient actiu, considerada major de 5.000 mg/kg ( anteriorment es considerava de 4.320 mg/kg, classe toxicològica III ). Però als Estats Units aquests herbicides ja han estat reclassificats per l'Agència de Protecció Ambiental EPA en la classe II, altament tòxics, per ser irritants dels ulls. La EPA ho té classificat com un irritant mig, però l'Organització Mundial de la Salut ha trobat efectes més seriosos; en diversos estudis amb conills va ser qualificat com "fortament" irritant o "extremadament" irritant. L'ingredient actiu glifosat sol està classificat en categoria I, extremadament tòxic.

Tant el glifosat sol com els productes que ho contenen són més tòxics per via dermal i inhalatòria que per ingestió, les vies comunes en l'exposició ocupacional. En diversos assajos, la inhalació de Roundup en rates va causar signes d'intoxicació en tots els grups estudiats i encara en les concentracions més baixes provades. Els símptomes van incloure secreció nasal fosca, panteix, ulls congestionats, activitat reduïda, pèl ericat, pèrdua de pes corporal i els pulmons es van trobar congestionats amb sang.

El Roundup està en diversos països entre els primers plaguicides que causen incidents d'enverinament en humans. La majoria d'aquests han involucrat irritacions dermals i oculars en treballadors, després de l'exposició durant la barreja, càrrega o aplicació. També s'han reportat nàusees i marejos després de l'exposició, així com problemes respiratoris, augment de la pressió sanguínia i reaccions al·lèrgiques.

En casos d'enverinaments estudiats per metges japonesos, la majoria d'ells per ingestió accidental o intencional de Roundup, però també per exposicions ocupacionals, es va reportar que els símptomes d'enverinament agut poden incloure dolor gastrointestinal, pèrdua massiva de líquid gastrointestinal, vòmit, excés de fluid en els pulmons, congestió o disfunció pulmonar, pneumònia, pèrdua de consciència i destrucció de

glòbuls vermells, electrocardiogrames anormals, baixa pressió sanguínia i mal o falla renal.

Gran part d'aquests símptomes estan actualment sent patits pels indígenes Yanaconas habitants del Massís Colombià en el Departament del Cauca a Colòmbia, particularment nens, qui estan rebent fumigacions indiscriminades sobre cases d'habitació, escoles i persones treballant en els camps de cultiu (adicionalment s'estan destruint les pastures dels quals depèn l'alimentació dels animals, i cultius de papa, blat de moro, ceba, ullucos, cilantro i altres, dels quals depèn la supervivència d'aquestes comunitats).

S'ha considerat que el sulfatant que duu el Roundup és el causant principal de la toxicitat d'aquesta formulació. El POEA té una toxicitat aguda més de tres vegades major que la del glifosat, causa mal gastrointestinal i al sistema nerviós central, problemes respiratoris i destrucció de glòbuls vermells en humans. A més està contaminat amb 1-4 dioxano, el qual ha causat càncer en animals i mal a fetge i ronyons en humans.

La EPA ha trobat que exposicions a residus de glifosat en aigües de consum humà per sobre del límit màxim autoritzat de 0.7 mg/l. Aquestes poden causar respiració accelerada i congestió pulmonar.

**Toxicitat crònica:** El glifosat també s'ha trobat tòxic a llarg termini en estudis amb animals. Amb dosis altes en rates ( 900-1.200 mg/kg/dia ), s'ha reportat disminució del pes del cos en femelles; major incidència de cataractes i degeneració del cristal·lí en mascles i major pes del fetge en mascles. En dosis baixes ( 400 mg/kg/dia ) va ocórrer inflamació de la membrana mucosa estomacal en els dos sexes.

En ratolins amb dosis altes ( voltant de 4.800 mg/kg/dia ) es va presentar pèrdua de pes del cos, excessiu creixement i posterior mort de cèl·lules hepàtiques particulars i inflamació crònica dels ronyons en mascles; en femelles va succeir un excessiu creixement de cèl·lules dels ronyons. A dosis baixes ( 814 mg/kg/dia ) es va presentar excessiva divisió cel·lular en la bufeta urinària.

Per a la EPA, exposicions continuades a residus en aigües en concentracions per sobre de 0.7 mg/l poden causar mal renal.

**Efectes reproductius:** En proves de laboratori amb rates i conills el glifosat va afectar la qualitat del semen i la quantitat d'espermatozoides. D'acord amb la EPA, exposicions continuades a residus en aigües en concentracions per sobre de 0.7 mg/l poden causar efectes reproductius en éssers humans.

**Acció cancerígena:** La EPA va tenir inicialment classificat al glifosat com classe "D": "no classificable com a carcinògen humà". Posteriorment, al començament de la dècada de 1990, ho va situar en classe "C": "Possible carcinògen humà. Actualment ho té classificat com Grup I, "evidència de no carcinògens en humans". Quan es va emetre aquesta classificació es va afegir que la classificació es basava en l'evidència disponible fins el moment i que no devia ser interpretada com una conclusió definitiva que el producte no anés un carcinògen en qualsevol circumstància. Aquesta afirmació probablement es va deure al fet que el potencial del glifosat per a causar càncer ha estat subjecte a controvèrsia des dels primers estudis al començament de la dècada de 1980.

El primer estudi ( 1979-1981 ) va trobar un increment en tumors testiculars intersticials en rates mascles a la dosi més alta provada ( 30 mg/kg/dia ), així com un increment en la freqüència d'un càncer de tiroides en femelles. El segon estudi ( completat en 1983 ) va trobar increments relacionats amb la dosi en la freqüència d'un tumor renal rar. Altre estudi ( 1988-1990 ) va trobar un increment en el nombre de tumors de pàncreas i fetge en rates mascles, juntament amb un increment en el mateix càncer de tiroides oposat anteriorment en femelles. Tots aquests tumors no van ser considerats per la EPA relacionats amb el compost: o s'afirmava que no hi havia significància estadística, que no era possible distingir consistentment entre els tumors de la tiroides i el càncer, o que no hi havia tendència relacionada amb la dosi o que no hi havia progressió a la malignitat.

Els dubtes sobre el potencial carcinogènic del glifosat persisteixen, perquè aquest ingredient conté el contaminant N-nitroso glifosat ( NNG ) a 0.1 ppm o menys. Aquest compost pot formar-se en l'ambient al combinar-se amb nitrat ( present en saliva humana o fertilitzants ), i és conegut que la majoria de compostos N-nitroso són cancerígens. I no existeix nivell de seguretat enfront de substàncies cancerígenes. Addicionalment, en el cas del Roundup el sulfatant POEA, està contaminat amb 1-4 dioxano, el qual ha causat càncer en animals i mal a fetge i ronyons en humans. El

formaldehido, un altre carcinògen conegut, és també un altre producte de descomposició del glifosat.

**Acció mutagènica:** Cap dels estudis sobre mutagènesis requerits per al registre del glifosat ha mostrat acció mutagènica. Però els resultats són diferents quan els estudis es realitzen amb formulacions comercials a força de glifosat: en estudis de laboratori amb diversos organismes, es van trobar que el Roundup i el Pondmaster ( altra formulació ) van incrementar la freqüència de mutacions letals recessives lligades al sexe en mosca de la fruita; el Roundup en dosis altes, va mostrar un increment en la freqüència d'intercanvi de cromàtics germanes en limfàtics humans i va ser dèbil mutagènicament parlant amb el bacteri de la Salmonel·la. També s'ha reportat mal al DNA en proves de laboratori amb teixits i òrgans de ratolí.

### **Efectes ambientals**

**Deriva:** Dosis de glifosat arrossegades pel vent ( deriva ) que danyen flors silvestres i poden afectar algunes espècies a més de 20 metres del lloc escampat. A l'aplicar un plaguicida la deriva és inevitable i dependrà de diverses circumstàncies, entre elles la forma d'aplicació, terrestre o aèria, la velocitat del vent,... Les distàncies amidades per a les diferents tècniques d'aplicació són les següents:

*Aplicacions terrestres:* Entre el 14% i 78% del glifosat aplicat surt del lloc. Espècies sensibles van morir a 40 metres. Els models indiquen que espècies susceptibles poden morir a 100 metres. S'han trobat residus a 400 metres del lloc d'aplicació terrestre.

*Aplicacions amb helicòpter:* Entre el 41% i 82% del glifosat aplicat amb helicòpter es desplaça fora del lloc. En un estudi a Califòrnia es va trobar glifosat a 800 m, la major distància estudiada.

*Aplicacions amb avió:* Amb aquest sistema es troba la deriva a majors distàncies. En un estudi a Califòrnia el glifosat es va trobar a 800 m, la major distància estudiada.

A Canadà han calculat que les zones “buffer” deuen estar entre 75 i 1.200 m per a evitar mals a la vegetació que es vol protegir.

Val a dir que les aplicacions aèries a nivell d'Europa són poc freqüents i només s'usen en grans extensions o en circumstàncies adverses que no permeten la seva aplicació habitual ( terrestre ).

**Contaminació del sòl:** La informació sobre el moviment i la persistència del glifosat en sòls és variada. D'acord amb la EPA i altres fonts, el glifosat que arriba al sòl és fortament adsorbit encara en sòls amb baixos continguts d'argiles i matèria orgànica. Per això, encara que és altament soluble en aigua, es considera que és immòbil o gairebé immòbil, romanent en les capes superiors del sòl, sent poc propens a la penetració i amb un baix potencial de basament, excepte quan és adsorbit per materials coloidals o partícules suspeses en l'aigua de basaments.

Diversos investigadors afirmen que el glifosat pot ser fàcilment difós en algunes classes de sòl, o sigui que es pot despendre de les partícules podent ser molt mòbil en l'ambient del sòl. En un sòl, per exemple, el 80% del glifosat es va despendre en un període de tant sols dues hores.

Les pèrdues per volatilització o fotodescomposició són insignificants, però és descompost en microorganismes, reportant-se vides mitges en el sòl ( temps que triga a desaparèixer la meitat d'un compost de l'ambient ) de voltant de 60 dies ( 2 mesos ) segons la EPA i de 1 a 174 dies ( gairebé 6 mesos ) per a uns altres. No obstant això, la EPA afegeix que en estudis de camp els residus es troben sovint a l'any següent.

Existeixen estudis que parlen d'una llarga persistència en sòls. Es considera que la degradació inicial és més ràpida que la degradació posterior, resultant en llarga persistència. La persistència llarga s'ha trobat en diversos estudis, resultant en 249 dies en sòls agrícoles i entre 259 a 296 dies en vuit llocs forestals; 335 dies en un lloc forestal de Ontario ( Canadà ); 360 dies en tres llocs forestals en Colúmbia Britànica ( Canadà ); i de 1 a 3 anys en 11 llocs forestals de Suècia.

No és fàcil detectar residus en laboratori de substàncies altament solubles en aigua com el glifosat, tebuthiuron i imazapyr, perquè en les proves de laboratori es treballa comunament amb solucions orgàniques. Per aquest motiu són importants les proves biològiques o de sembra dels cultius susceptibles, els quals poden permetre detectar presència d'herbicides quan ja no es detectin residus en el laboratori.



**Contaminació d'aigües:** El glifosat és altament soluble en aigua, amb una solubilitat de 12 grams/litre a 25°C. D'acord amb la EPA, pot entrar a ecosistemes aquàtics per aspersió accidental, per derives o per basament superficial. A causa del seu estat iònic en l'aigua no s'espera que es volatilitzï d'aigües ni de sòls. Es considera que desapareix ràpidament de l'aigua com a resultat d'absorció a partícules en suspensió com matèria orgànica i minerals, a sediments i probablement per descomposició microbial.

Si s'accepta que el glifosat s'absorbeixi fàcilment a partícules del sòl tindrà poc potencial per a moure's a contaminar aigües superficials i subterrànies. Però si es deixa anar fàcilment de les partícules de sòl com es va esmentar en el punt anterior la situació canvia. La veritat és que el glifosat s'ha trobat contaminant aigües superficials i subterrànies. Per exemple, va contaminar per basament dos estanys en granges de Canadà, un per un tractament agrícola i l'altre per un basament; va contaminar aigües superficials a Holanda; i set pous en Estats Units ( un a Texas i sis a Virgínia ) es van trobar contaminats amb glifosat.

La seva persistència en aigües és més curta que en sòls. A Canadà s'ha trobat que persisteix de 12 a 60 dies en aigües d'estanys però persisteix més temps en els sediments del fons. La vida mitja en sediments va anar de 120 dies en un estudi en Missouri, Estats Units. La persistència va ser major d'un any en sediments en Michigan i en Oregon.

En el Regne Unit, la Welsh Water Company ha detectat nivells de glifosat en aigües des de 1993, per sobre dels límits permissibles fixats per la Unió Europea .

**Contaminació d'aliments:** Els anàlisis de residus de glifosat són complexos i costosos, per això no són realitzats rutinàriament pels governs de cap país. Però existeixen investigacions que demostren que el glifosat pot ser pres per les plantes i mogut a les parts que s'usen com aliment. Per exemple, s'ha trobat glifosat en maduixes, mores blaves, enciams, pastanaga i ordi després de la seva aplicació.

El seu ús abans de la collita de blat per assecar el gra resulta en "residus significatius" en el gra segons l'Organització Mundial de la Salut; aquest conté residus de 2 a 4 vegades majors que el gra complet, els quals no es perden durant la fornada.

S'han trobat residus de glifosat en enciams, pastanagues i ordi, sembrats un any després de què el glifosat fos aplicat.

## Efectes en animals:

**Insectes i altres artròpodes benèfics:** El glifosat és tòxic a alguns organismes benèfics com vespes parasitòides i altres artròpodes predadors, a artròpodes del sòl importants en la seva ventilació i en la formació de humus i a alguns insectes aquàtics.

**Peixos i altres organismes aquàtics:** Diferents espècies de peixos tenen diferents susceptibilitats al glifosat. Les toxicitats agudes en termes de la CL50 oscil·len entre 3.2 a 52 ppm, la qual cosa significa toxicitat moderada. Però el Roundup és unes 30 vegades més tòxic a peixos que el glifosat sol, o sigui que és des d'extremada a altament tòxic a aquests organismes aquàtics.

Hi ha factors que influeixen en la toxicitat del glifosat i de productes que ho contenen, com a) l'espècie; b) la qualitat de l'aigua ( el glifosat en aigües toves pot ser unes 20 vegades més tòxic a la truita arc de Sant Martí que en aigües dures ); c) l'edat també influeix, per exemple el Roundup pot ser quatre vegades més tòxic a la truita arc de Sant Martí en estats juvenils que en edats majors; d) La nutrició influeix en la toxicitat, sent major quan els peixos estan famolencs; i) Respecte a la temperatura, la toxicitat augmenta a l'augmentar la temperatura, sent major l'efecte en espècies aquàtiques susceptibles a aquests canvis.

Els efectes subletals sobre els peixos també poden ser significatius i es donen en baixes concentracions d'aigua. Per exemple, en estudis amb la truita arc de Sant Martí i tilapia, concentracions equivalents a la meitat i a la tercera part de la CL50 van causar un nedo erràtic i la truita també va mostrar dificultat per a respirar. Els canvis de comportament alteren la seva capacitat d'alimentació, migració i reproducció i perden capacitat de defensa.

**Aus:** El glifosat és moderadament tòxic per les aus. A més d'efectes directes pot tenir impactes indirectes perquè mata plantes, per tant pot causar canvis dramàtics en l'estructura de la comunitat de plantes afectant les poblacions d'aus, perquè elles depenen de les plantes per a alimentar-se, protegir-se i niar. Això ha estat documentat amb estudis de poblacions exposades.

**Petits mamífers:** En estudis de camp, poblacions de petits mamífers també s'han vist afectades a causa del glifosat, per mort de vegetació que ells o les seves preses utilitzen per a alimentar-se o protegir-se.

**Cucs de terra:** Un estudi a Nova Zelanda va mostrar que el glifosat afecta significativament el desenvolupament i la supervivència d'una de les espècies més comuns dels sòls agrícoles. Aplicacions cada 15 dies en dosis baixes ( 1/20 de la dosi normal ), van reduir el creixement i van incrementar el temps de maduresa i la mortalitat.

**Efectes sobre plantes desitjables:** El glifosat, per ser herbicida d'ampli espectre, té efectes tòxics sobre la majoria d'espècies de plantes. Afecta arbres i arbusts dels cercols i cultius propers, i incrementa la susceptibilitat dels cultius a malalties. Pot ser un risc per a espècies en perill d'extinció si s'aplica en àrees on elles viuen.

En un estudi el glifosat va inhibir la formació de nòduls fixadors de nitrogen en trèvols durant 120 dies després del tractament.

**Males herbes resistents:** El 1996 es va descobrir raigras resistent al glifosat a Austràlia.

**Flux de gens de cultius transgènics:** El flux de gens a nivells significatius de coltius transgènics és inevitable. S'ha comprovat que la dispersió del pol·len pel vent en camps de cultius grans, passa a distàncies molt majors i en majors concentracions que el que es preveu a partir de lots experimentals. Per tant, és real el risc de transmetre a males herbes, la resistència a herbicides introduïda per l'enginyeria genètica als coltius.

**Increment de l'ús d'herbicides amb coltius Roundup Ready:** Els coltius resistents a herbicides intensifiquen i incrementen la dependència de l'ús d'herbicides en l'agricultura en comptes de disminuir-la, com diuen els fabricants, amb l'increment d'efectes ambientals adversos en sòls i aigües i repercussions en la salut.

El desenvolupament de la resistència al glifosat en males herbes pel flux de gens, o les pràctiques per a minimitzar els riscos de la resistència en les males herbes, perpetuaran la pràctica d'aplicar barreges d'herbicides . També existeix el risc que es reintrodueixin

herbicides per a controlar poblacions feroços de cultius i males herbes resistents al glifosat.

**Increment de l'ús d'insecticides i fungicides:** La toxicitat del glifosat a organismes benèfics del sòl, a artròpodes benèfics depredadors i la seva capacitat d'incrementar la susceptibilitat dels cultius a malalties, significa que el seu ús duu als agricultors a incrementar l'ús de insecticides i fungicides.

**Fracassos en producció de cotó Roundup Ready:** El cotó Roundup Ready resistent al glifosat va ser introduït als Estats Units el 1997. En la primera collita van fracassar 12.000 hectàrees. Una quarta part dels 200 agricultors amb llicència per a conrear el cotó van trobar càpsules deformatades i pèrdues primerenques de càpsules.

## Taules de Categories Toxicològiques

Taula 1: Riscos per als humans

		Ruta d'administració			Riscos	
Categoria	Senyal als EUA	Oral (mg/kg)	Dermal (mg/kg)	Inhalació (mg/L)	Irritació ulls	Irritació pell
I	DANGER Poison	£ 50.	£ 200.	£ 0.2	Corrosiu: opacitat de la còrnia no reversible en els primers 7 dies	Corrosiu
II	WARNING	>50-500.	>200-2000.	>0.2-2.	Opacitat de la còrnia reversible els primers 7 dies; irritació persistent per 7 dies	Irritació severa en 72 hores
III	CAUTION	>500-5000.	>2000-20,000	>2-20.	Opacitat no corneal; irritació reversible en 7 dies	Irritació moderada en 72 hores
IV		>5000.	>20,000	>20.	No irritació	Irritació lleu en 72 hores

Taula 2: Categories ecotoxicològiques

Categoria Toxicològica	Mamífers	Aus	Aus	Organismes
	(Aguda oral) <sup>1</sup> mg/kg	(Aguda oral) <sup>2</sup> mg/kg	(En la dieta) <sup>3</sup> ppm	Aquàtics ppm
Molt altament tòxic	<10.	<10.	<50.	<0.1
Altament tòxic	10-50.	10-50.	50-500.	0.1-1.
Moderadament tòxic	>5-500.	>5-500.	>50-1000.	>1-10.
Lleument tòxic	>50-2000.	>50-2000.	>1000-5000.	>10-100.
Pràcticament no tòxic	>2000.	>2000.	>5000.	>100.

<sup>1</sup> Reflecteix la dosi subministrada als animals de prova amb base en el pes del cos.

<sup>2</sup> Concentració en la dieta. No es relaciona amb el pes del cos de l'animal. Mesura d'exposició ambiental.

<sup>3</sup> Concentració en l'aigua. No es relaciona amb el pes del cos de l'animal. Mesura d'exposició ambiental.