

Effetti del Glifosate sulla qualità ambientale e gli organismi viventi

Nota informativa di: Pietro Massimiliano Bianco, Valter Bellucci, Carlo Jacomini (Dip. Difesa della Natura, ISPRA) **altri collaboratori**.....

Introduzione

Il Glifosato è un composto fosfonato organico inizialmente brevettato come chelante degli ioni metallici ad ampio-spettro da Stauffer Chemical Society nel 1964 (USPTO, 1964), poi come **erbicida** dalla Monsanto Company nel 1974 (USPTO, 1974), e infine come **antibiotico** sempre dalla Monsanto Company nel 2000 (USPTO, 2000).

Tutti questi usi sono basati sulla sua capacità di formare un complesso chelato ed immobilizzare nutrienti minerali come Ca, Fe, Co, Cu, Mn, Mg, Ni, Zn, ecc (Glass, 1984). Questi nutrienti metallo fungere da co-fattori per vari sistemi enzimatici in piante, microorganismi e gli animali. Una volta che questi nutrienti metallici sono chelati con gli fosfate nel terreno o piante diventano fisiologicamente indisponibili per molte funzioni fisiologiche ed enzimatiche.

Il Glifosato, (N-(fosfonometil)glicina), è un erbicida non selettivo impiegato su colture arboree ed erbacee e su aree non destinate alle colture agrarie, quali siti industriali e civili, argini, scoline. E' considerato non tossico per gli esseri umani (Williams et al., 2000) ma, come vedremo nel capitolo relativo ad Homo sapiens, alla luce di vari studi questa asserzione non sembra rispondere a verità (vedi ad es. Cox, 1998, rev. 2000; Cox 2004; Samsel & Seneff, 2013a, 2013b).

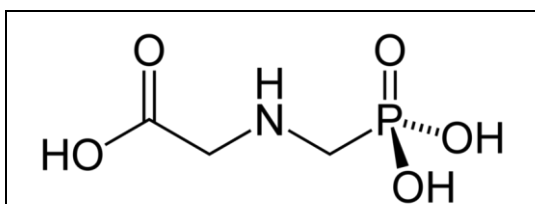


Figura 1: Formula di struttura del Glifosate

Con una media di oltre **1500 tonnellate all'anno (2004–2008), il glifosate è una delle sostanze più vendute a livello nazionale** (ISPRA, 2011). In **Germania** l'Autorità per la sicurezza alimentare e la tutela dei consumatori (BVL) ha rilevato che dalla fine degli anni 90 ad oggi l'impiego di questa sostanza è praticamente raddoppiato, arrivando alla quota di **15 mila tonnellate all'anno. Attualmente negli Stati Uniti è il pesticida di più largo impiego.** È iscritto nell'Allegato I della Direttiva 91/414/CEE, che elenca le sostanze attive autorizzate a livello europeo. Glifosate e il derivato AMPA sono in fase di riesame in sede europea per l'eventuale classificazione come sostanze prioritarie o pericolose prioritarie per l'ambiente acquatico, ai sensi della direttiva 2000/60/CE. Secondo la direttiva gli Stati membri sono tenuti ad attuare le misure necessarie per ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie.

La sostanza è classificata, in base alla direttiva 67/548/CEE, irritante e pericolosa per l'ambiente (Xi, N) con le frasi di rischio R41 (rischio di gravi lesioni oculari), R51/53 (tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico) e i formulati sono classificati pericolosi per l'uomo e/o per l'ambiente acquatico.

Persone, piante e animali possono essere facilmente esposti a questa sostanza durante le applicazioni. Tutti gli habitat naturali terrestri e acquatici caratterizzati da piante vascolari che si trovano nelle vicinanze dei campi irrorati possono essere danneggiati e contaminati da questo erbicida.

I residui vengono frequentemente ritrovati negli alimenti e nell'ambiente ed è tra le sostanze maggiormente diffuse nelle acque superficiali.

Nel 2009, un tribunale francese ha stabilito che la Monsanto abbia mentito affermando nella sua pubblicità che l'erbicida Roundup sia biodegradabile, ecologico e che lascia il terreno pulito. Vi sono evidenti contraddizioni fra le asserzioni dei produttori e le ricerche indipendenti (tab. 1).

Tabella 1: Differenze tra dichiarazioni dei produttori sul Glifosate e ricerche indipendenti (dati da: Buffin & Jewell, 2001)

<i>Produttori</i>	<i>Ricerche indipendenti</i>
Ha un basso potenziale di irritazione per occhi e pelle e non è un rischio per la salute umana.	Il Glifosate è tra i pesticidi più segnalati come causa di avvelenamento accidentale. Provoca una serie di sintomi acuti tra cui eczema ricorrente, problemi respiratori, elevata pressione del sangue e reazioni allergiche.
Non causa problemi al sistema riproduttivo	Test cronici su conigli hanno dimostrato effetti nocivi sulla qualità dello sperma e numero di spermatozoi.
Non è mutageno nei mammiferi	Danni al DNA sono stati osservati in studi di laboratorio in organi e tessuti di topi. Nei topi sia il Glifosate che l'erbicida Roundup danneggiano il DNA nelle cellule di fegato e reni e causano danni genetici anche nelle ossa delle cellule del midollo
E' sicuro per l'ambiente	Negli agroecosistemi è tossico per gli organismi benefici del suolo e gli artropodi benefici e predatori. Aumenta suscettibilità delle colture alle malattie. In silvicoltura e l'agricoltura il glifosate ha effetti dannosi indiretti sugli uccelli e piccoli mammiferi danneggiando le loro scorte di cibo e l'habitat. In Australia è stato constatato che Roundup contenente POEA è letale per i girini di raganelle e altri anfibi. Il Governo australiano ha vietato l'uso di questi prodotti in prossimità di aree umide. Dosi sub-letali possono causare danni per deriva aerea e colpire habitat e specie di interesse fino a 20 metri di distanza dal spruzzatore.

	<p>In aree coltivate provoca deperimento nelle siepi e nelle alberature.</p> <p>Favorisce la crescita della popolazione di una lumaca d'acqua che è l'ospite intermedio di trematodi del fegato dei mammiferi.</p> <p>La ripartizione del Glifosate da parte di microrganismi acquatici può causare effetti di eutrofizzazione.</p>
E' rapidamente inattivato nel suolo e nelle acque	<p>E' molto persistente nel suolo e nei sedimenti.</p> <p>Inibisce la formazione di noduli di batteri azoto fissatori sul trifoglio per 120 giorni dopo il trattamento.</p> <p>Residui di Glifosate sono stati trovati in lattuga, carote e orzo piantati un anno dopo il trattamento.</p> <p>Fertilizzanti fosfatici possono inibire la ripartizione nel suolo.</p>
E' immobile e non percola nei suoli	<p>Può facilmente desorbire da particelle di terreno in una vasta gamma di tipi di suolo.</p> <p>Può essere ampiamente mobile e percolare negli strati inferiori del terreno.</p> <p>Il Glyphosate può essere trasportato da particelle di suolo sospese nelle acque.</p>
Non contamina le acque potabili	<p>Nel Regno Unito livelli di Glifosate al di sopra del limite UE sono stati individuati dal Welsh Water Company a partire dal 1993.</p> <p>Drinking Water Inspectorate raccomanda di monitorare il Glifosate, in particolare nelle aree in cui è utilizzato dalle autorità locali</p>
E' quasi impossibile che la resistenza per il Glifosate si evolva nelle malerbe.	<p>Nel 1996 loglio resistente al Glifosate è stato scoperto in Australia.</p>
Le colture Roundup Ready ridurranno i livelli di erbicidi utilizzati.	<p>Colture resistenti agli erbicidi si intensificheranno e aumenterà la dipendenza in agricoltura piuttosto che portare ad eventuali riduzioni significative.</p> <p>Erbicidi dovranno essere reintrodotti per controllare le piante infestanti resistenti al Glifosate.</p>
Le ibridazioni con OGM e il trasferimento di nuovi geni alle Wild Crops Relatives avvengono solo a breve distanza dall'irrorazione e possono essere facilmente gestite.	<p>Nelle colture esaminate, le densità di polline sono molto più alte e i loro modelli di dispersione differiscono nei grandi campi rispetto a quelli trovati nelle parcelle sperimentali.</p> <p>La dispersione di polline attraverso il vento si verifica a distanze molto maggiori e in</p>

	concentrazioni maggiori quanto previsto da parcelle sperimentali. Il flusso genico da coltivazioni transgeniche è, quindi, inevitabile.
--	---

Utilizzo

Il Glifosate è utilizzato in agricoltura su scala mondiale ed è l'erbicida più popolare perché in grado, almeno temporaneamente, di eliminare rapidamente tutta la vegetazione. Viene largamente usato come diserbante nelle colture legnose (vigneti, oliveri, frutteti, agrumeti, nocciuleti, mandorletti, pistacchio) ma anche nelle colture orticole e cerealicole, fragole, colza, barbabietola, lino, girasole, pioppicoltura. riso, soia, vivai. aree industriali, sedi ferroviarie. argini di canali, fossi e scoline in asciutta.

Inoltre è utilizzato per l'essiccazione dell'orzo e del grano per l'industria della birra dal 1973.

L'erbicida viene spruzzato anche poco prima della raccolta direttamente sulla pianta, per aiutare la maturazione delle spighe di grano. E' utilizzato anche per legumi, patate e semi oleosi e colture legnose, barbabietola, girasole, colture orticole.

In Sri Lanka il glisofato è stato messo al bando, in quanto ritenuto responsabile del decesso di molti contadini.

OGM e glifosate

Al di fuori dell'Unione Europea l'utilizzo diffuso intensivo del Glifosate in associazione con organismi geneticamente modificati (OGM) pone numerosi rischi per l'ambiente e la salute.

Esistono OGM appositamente modificati per essere resistenti al Glifosate conosciuti come "Roundup Ready" (RR). Queste varietà permettono agli agricoltori di irrorare le coltivazioni con l'erbicida, con l'obiettivo di eliminare tutte le erbe infestanti, senza intaccare le coltivazioni. L'utilizzo di Glifosate sulle coltivazioni RR di soia, mais e cotone, è aumentato drasticamente in Nord e Sud America, dove si concentra la coltivazione di varietà RR.

Gli OGM Roundup Ready vengono commercializzati da Monsanto, in abbinamento alla propria formulazione di erbicida a base di Glifosate. I venditori della Monsanto promettono riduzione del lavoro e risparmi finanziari grazie alla riduzione dei costi del controllo delle infestanti.

Al momento, delle 26 colture geneticamente modificate in attesa di autorizzazione da parte dell'Unione europea, 19 hanno come caratteristica quella di essere resistenti ad erbicidi. Di queste 19, 13 sono tolleranti al Glifosate, 10 al glufosinato e alcune di esse posseggono la resistenza ad entrambi. Delle 7 varietà OGM più avanti nel processo di autorizzazione, 6 sono tolleranti agli erbicidi.

Con l'agricoltura transgenica, gli agricoltori devono acquistare ogni anno le sementi brevettate, come stabilito dai contratti con i produttori di OGM. Negli Stati Uniti, la Monsanto ha citato in causa numerosi agricoltori per la violazione di tali contratti. Il problema non consiste solo nell'impossibilità per gli agricoltori di conservare e ripiantare i semi, ma anche nei costi sempre crescenti connessi ai semi OGM e, come già accade in alcune zone degli Stati Uniti, nella mancanza di disponibilità di sementi convenzionali (Greenpeace, 2012).

Tutti questi prodotti sono stati sviluppati per un modello agricolo di stampo industriale legato a pratiche agricole insostenibili, che danneggiano le risorse naturali alla base della produzione di cibo. La coltivazione di OGM dovrebbe quindi essere vietata a livello globale.

Effetti sulle piante

Può interferire, per la sua capacità di uccidere anche plantule e adulti alberi e arbusti, su tutte le formazioni vegetali terrestri. Può causare un rapido decadimento della maturità e della

complessità delle cenosi vegetali, scomparsa locale di numerose specie e difficoltà a ripristinare le condizioni iniziali, anche dopo l'abbandono della pratica (Marrs et al., 1989; Marrs et al., 1997). In pochi anni, anche la banca dei semi è notevolmente impoverita e l'eventuale interruzione dei trattamenti favorisce l'invasione di poche specie annuali particolarmente vigorose ed aggressive.

E' efficace sulla maggior parte delle specie acquatiche radicate e flottanti (Parochetti et al., 2008). Anche se non è efficiente sulle piante che stanno sotto la superficie acquatica, il suo largo spettro d'azione può rappresentare una minaccia per tutte le formazioni acquatiche flottanti e natanti di piante vascolari determinando gravi alterazioni strutturali e scomparsa delle specie caratteristiche.

Il Glifosate agisce inibendo la lipoene ciclasi ha azione di contatto sistemica non residuale ad ampio spettro. Il Glifosate può avere anche effetti diretti su piante non-target (diverse dalle infestanti cui è indirizzata la sua caratteristica erbicida) negli ambienti dove viene direttamente irrorato o in quelli che raggiunge attraverso i venti. Ciò può portare alla perdita di specie rare o in pericolo di estinzione, o a una generale riduzione della loro diversità e numero.

Il Glifosate è un forte chelante dei metalli con azione sistemica ed è stato inizialmente brevettato per tale scopo (Bromilow et al. 1993). La sua azione erbicida si basa sulla chelazione del Mn, cofattore per l'enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato (EPSP) sintasi della via shikimate, inibendo questa via metabolica nelle piante e in molti microrganismi (Cerdeira e Duke, 2006; Grossbard e Atkinson, 1985; Jaworski, 1972). La via dell'acido shikimico è responsabile della biosintesi degli amminoacidi aromatici fenilalanina, tirosina e triptofano. La sintasi del 5-enolpiruvilshikimico acido-3-fosfato (EPSP) sintasi è quindi un fattore limitante nella sintesi di questi amminoacidi in batteri, archeobatteri, funghi, e piante (de María et al., 2009).

Gli animali e l'uomo sono privi di questa via, e questi amminoacidi essenziali devono essere ottenuti tramite l'alimentazione. Il Glifosate altera gravemente la sintesi di questi aminoacidi nelle piante e riduce la loro disponibilità negli alimenti derivati (Nafziger et al., 1984),.

Ricerche eseguite nel Regno Unito sull'uso del Glifosate sulle barbabietole OGM hanno mostrato una riduzione delle piante selvatiche nelle vicinanze dei terreni arabili e la riduzione nella produzione di semi, con effetti deleteri per le specie presenti ai livelli più alti della catena alimentare, comprese specie di uccelli a rischio, soprattutto se tali effetti perdurano nel tempo. Il Glifosate lega nutrienti vitali come ferro, manganese, zinco e boro nel terreno, impedendone l'assorbimento da parte delle piante (Neumann et al., 2006). Piante di soia OGM trattate con Glifosate hanno bassi livelli di nutrienti essenziali e crescita ridotta, rispetto a quelle OGM e non OGM non trattate con Glifosate (Zobiolo et al., 2010).

Il basso assorbimento dei nutrienti spiega la maggiore suscettibilità della soia OGM alle malattie, così come la sua resa inferiore. Si potrebbe anche avere implicazioni per gli esseri umani e gli animali che mangiano il raccolto, in quanto è meno nutriente.

Effetti sugli organismi del suolo

Il Glifosate ha un'impatto su funzioni chiave della rizosfera, la parte del suolo che circonda le radici essenziale per la salute e l'assorbimento dei nutrienti da parte delle piante.

Gli effetti includono ridotto assorbimento di micronutrienti essenziali da parte delle piante, maggiore vulnerabilità nei confronti delle malattie e riduzione della fissazione dell'azoto, con una paradossale resa inferiore dei raccolti e variazioni della composizione batterica (Zobiolo et al., 2010; Sheng et al., 2012).

Pseudomonas fluorescenti e rizobatteri Mn-riducenti sono soppressi dal glifosato, abbassando i meccanismi di difesa nella rizosfera normalmente disponibili nelle fasi iniziali di crescita delle piante per scongiurare agenti patogeni (Zobiolo et al., 2010).

Questi cambiamenti possono avere impatti diretti sulla salute e le performance delle colture. Alcuni patogeni delle piante, come il “Mal del piede dei cereali” (*Gaeumannomyces graminis*), i funghi parassiti dei semenziali o del marciume radicale (Huber et al., 2005, 2007) e la “sindrome da morte improvvisa” nella soia, sono agevolate dalle modifiche indotte dal Glifosato nella biologia e nella chimica del suolo (Bithell et al., 2009).

Anche la biodiversità del suolo (batteri, funghi, detritivori) viene gravemente danneggiata, con ripercussioni negative sulla funzionalità dell’ecosistema, sulla qualità della copertura erbacea e sulla possibilità di utilizzare le infrastrutture lineari come potenziali ambiti di collegamento tra le diverse aree naturali attraversate.

Nelle coltivazioni di soia trattate con prodotti a base di Glifosato è stata osservata una maggiore presenza di *Fusarium*. La diffusione di questo fungo pone preoccupazione particolare perché riguarda non solo le piante. Produce, infatti, tossine che possono entrare nella catena alimentare e danneggiare gli esseri umani (Huber & Haneklaus, 2007) e il bestiame. Nei suini, mangimi contaminati da *Fusarium* compromettono la riproduzione (Alm et al., 2006) e aumentano i nati morti (Diaz-Llano & Smith, 2006).

Nel tentativo di combattere malattie come *Fusarium*, Monsanto commercializza Roundup Ready 2 Yield, cioè semi di soia con un rivestimento fungicida/insetticida (Monsanto, 2011).

Sorprendentemente, a livello mondiale e nell’Unione europea l’attuale processo autorizzativo del Glifosato e delle relative formulazioni commerciali non richiede analisi esaustive sugli impatti sul suolo.

Effetti sugli invertebrati di acqua dolce

Gli effetti osservati includono cicli di vita ridotti nei Rotiferi e cambiamenti nella struttura della popolazione nel fitoplancton. Il tempo di sviluppo embrionale ed il periodo giovanile sono significativamente allungati quando esemplari di *Brachionus calyciflorus* sono esposti a più di $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ di Glifosato, mentre il tasso di riproduzione netto e il tasso di incremento della popolazione sono diminuiti in modo significativo quando il rotifero è stato esposto rispettivamente a $8,00$ e $10,50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Chu et al., 2005),

Effetti sugli Anellidi

Ripetute applicazioni di Glifosato influenzano significativamente la crescita e la sopravvivenza dei lombrichi che tendono ad evitare le zone trattate (Springett & Gray, 1992). I lombrichi sono vitali per la salute del suolo e ogni effetto nocivo su di loro ha effetti deleteri per la salute di tutti gli habitat terrestri.

Effetti sugli insetti

Sono stati riscontrati aumenti significativi di mutazioni nel moscerino della frutta quando le larve sono state esposte al Glifosato durante lo sviluppo (Kaya et al., 2000).

Per quanto riguarda le api ed altri insetti utili risulta esiziale l’uso diffuso e incontrollato del glifosato, soprattutto in presenza di zone di raccolta delle acque superficiali, corpi idrici lentici, fioriture spontanee e da colture agrarie, che costituiscono fonti di intenso approvvigionamento trofico. I danni fisiologici, e l’impatto biologico del glifosato sono coerenti con tutte le condizioni note relative al “Colony Collapse Disorder” (CCD, vedi tabella 1). Il glifosato può essere presente nell’ambiente durante tutto il periodo di foraggiamento determinando

un'elevata esposizione delle api. Essendo persistente e cumulativo può accumularsi nel nettare e negli altri prodotti vegetali utilizzati dalle api.

Tabella 2: Azione del Glifosato e sintomi del CCD	
Glyphosate	CCD
minerale chelante, diminuisce le sostanze nutritive nelle piante	Malnutrizione (unica universale condizione per tutti i casi di CCD)
azione antibiotica sui batteri intestinali benefici (<i>Lactobacillus</i> e <i>Bifidobacteria</i>)	Perdita di <i>Lactobacillus</i> e <i>Bifidobacteria</i> , critici per la capacità di digestione delle api
Neurotossina	Variazioni comportamentali
Interferente endocrino	Disorientamento
Immuno-soppressivo	Soppressione del sistema immunitario
Stimola i patogeni fungini	Aumento dei casi di <i>Nosema</i>

Studi in laboratori hanno dimostrato una diminuzione nella sopravvivenza e nel peso corporeo di *Hemilepistus reaumuri* (Oniscidae, Porcellini di terra) (Mohamed et al., 1992).

Nell'ambiente agricolo, il glifosate influenza negativamente un certo numero di specie che sono predatori benefici di parassiti delle colture. In uno studio sperimentale l'esposizione al Glifosate ha ucciso più dell'80 per cento delle popolazioni di coleotteri predatori e il 50 per cento di vespe parassitoidi, coccinella e afidi predatori (Hassan et al., 1988).

Altri studi in USA e UK hanno individuato diminuzioni nelle popolazioni di coleotteri predatori (Brust, 1990; Asteraki et al., 1992) e di ragni (Asteraki et al., 1992). Inoltre le femmine di Carabidi producevano più uova nelle zone non trattate che in quelle trattate (Chiverton & Sotherton, 1991).

Effetti sui pesci

La tossicità acuta è moderata per la maggior parte delle specie testate (PAN Database), ma i danni cronici per esposizione ripetuta sono significativi anche a dosi di campo.

Causa modifiche delle cellule epatiche nelle carpe. Gli effetti tossici su questi pesci includono cambiamenti nell'attività enzimatica in siero, fegato e reni e cambiamenti morfologici nelle branchie, fegato e reni (Neškovic et al., 1996).

Sono stati rilevati effetti genotossici nelle anguille europee esposte a concentrazioni ambientali ($58-116 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) dell'erbicida Roundup per brevi periodi (Guilherme et al., 2012). Alcuni indizi fanno sospettare effetti sul sistema nervoso degli animali acquatici simili a quelli prodotti dagli organofosfati.

Recenti studio sull'esposizione Glifosate nei pesci carnivori hanno rivelato notevoli effetti negativi in tutto il sistema digestivo. L'attività di proteasi, lipasi, amilasi e sono notevolmente diminuite in esofago, stomaco e intestino dei pesci testati in seguito all'esposizione al Glifosate. E' stata anche osservata discontinuità delle pieghe mucose e disordine nella struttura dei microvilli della parete intestinale, insieme ad una secrezione esagerata di mucina tutto il tratto alimentare (Senapati, 2009).

Effetti sugli anfibii

Diversi studi suggeriscono che in prossimità dei campi, i prodotti a base di Glifosate, incluso il Roundup, hanno effetti tossici diretti negli adulti e nei girini di una vasta gamma di specie

anfobie. Le ricerche hanno dimostrato che dosi molto più basse di quelle utilizzate in agricoltura sono in grado di determinare malformazioni nei girini di rana (Paganelli et al., 2010).

Effetti sugli uccelli

Vi sono evidenze di grave interferenza con la flora dei batteri intestinali. Nel pollame aumenta la quantità di batteri patogeni per i microbi commensali: *Salmonella* e *Clostridium* sono altamente resistenti al Glifosate, mentre *Enterococcus*, bifidobatteri e *Lactobacillus* sono particolarmente suscettibili (Shehata et al., 2013).

Studi pluriennali in rimboschimenti di Abete rosso nel Maine (USA) irrorati con Glifosate (1,7 kg*ha⁻¹) hanno mostrato una diminuzione del 36 per cento della densità totale di uccelli. Le specie più sensibili sono stati gli insettivori *Geothlypis trichas* (Gola gialla comune), *Melospiza lincolni* (Passero di Lincoln) e *Empidonax alnorum* (Pigliamosche degli ontani) (Santillo et al., 1989a). Altri studi in foreste trattate con Glifosate hanno dimostrato la riduzione della nidificazione di uccelli canori (Easton & Martin, 2002).

L'utilizzo di Rodeo, un erbicida a base di Glifosate, nelle zone umide ha ridotto le popolazioni dello Scricciolo di palude, *Cistothorus palustris*, e della Sora, *Porzana carolina* (Zimmerman et al., 2002a; Zimmerman, et al., 2002b).

Altre ricerche hanno dimostrato che dosi molto più basse di quelle utilizzate in agricoltura sono in grado di determinare malformazioni negli embrioni di pollo (Paganelli et al., 2010).

Effetti sui mammiferi

Effetti dannosi a causa di cambiamenti dell'habitat e del declino nella disponibilità di cibo (piante e artropodi) e la copertura vegetale sono stati osservati su popolazioni di piccoli mammiferi nelle foreste spruzzate con glifosate (Santillo et al., 1989b; D'Anieri, 1987; Richie et al., 1987; Hjeljord, O. et al., 1988).

Il Glifosate accentua gli effetti dannosi di altri residui chimici di origine alimentare e tossine ambientali. L'impatto negativo è insidioso e nel tempo si manifesta lentamente come infiammazione che danneggia tutti i sistemi cellulari del corpo.

Brevettato come antimicrobico (Monsanto Technology LLC, 2010), il glifosate ha dimostrato di interrompere la riproduzione dei batteri intestinali negli animali, uccidendo forme benefiche e causando una crescita eccessiva di agenti patogeni. Un effetto collaterale dell'interruzione della funzione microbica benefica favorisce la crescita eccessiva di agenti patogeni, porta squilibri nella flora intestinale, producendo infiammazione, allergie alimentari, intolleranza al glutine. Potenziano così gli effetti nocivi di altri residui chimici di origine alimentare e tossine ambientali.

Evidenze di deleteria interferenza sulla composizione della flora batterica intestinale da parte del Glifosate sono disponibili per bovini (Krüger et al., 2013a) e suini (Carman et al., 2013). Suini nutriti con OGM di mais e soia tolleranti al glifosato (e quindi con residui) hanno sviluppato infiammazioni intestinali (Carman et al., 2013). Mentre nei bovini il Glifosate è stato proposto come un possibile fattore di l'aumento del rischio di infezione da *Clostridium botulinum* in Germania negli ultimi dieci-quindici anni (Krüger et al., 2013b).

Una componente trascurata nell'analisi della tossicità per i mammiferi è l'inibizione di Glifosate degli enzimi del citocromo P450 (CYP). Gli enzimi CYP giocano un ruolo cruciale in biologia, uno dei quali è per la detossicazione degli xenobiotici nel fegato (Lindros, 1997).

Uno studio su ratti ha dimostrato che il Glifosate causa la diminuzione dei livelli di enzimi CYP e le attività monoossigenasi nel fegato e l'attività intestinale di aril-idrossilasi (Hietanen et al.,

1983). L'interferenza con gli enzimi CYP agisce sinergicamente con la rottura della biosintesi degli amminoacidi aromatici da parte dei batteri intestinali e con danni nel trasporto linfatico.

L'esposizione intraperitoneale di ratti a Roundup in dosi acute in un breve intervallo di tempo ha causato danni irreversibili agli epatociti ed elevati marcatori urinari di malattia renale associati a perossidazione lipidica¹ e livelli elevati di fattori di necrosi tumorale come le citochine infiammatorie (TNF- α), (El-Shenawy, 2009).

In ratte gravide alimentate con cibi contaminati dall'erbicida Roundup durante la gravidanza è stato constatato un aumento di figli con scheletri anomali; l'incremento delle anomalie è stato significativo a tutti dosaggi testati (Dallegrave et al., 2003).

Sempre in esperimenti di laboratorio sono stati riscontrati un aumento di tumori epatici e del pancreas nei maschi e un aumento del cancro alla tiroide nelle femmine dei ratti (EPA OPPTS, 1991).

Nei topi sia Glifosate che l'erbicida Roundup danneggiano il DNA nelle cellule di fegato e reni e causano danni genetici anche nelle ossa delle cellule del midollo (Bolognesi et al., 1997; Peluso et al., 1998).

La somministrazione di acqua contaminata dal Glifosate nelle ratte gravide causa cambiamenti determinati nell'attività di numerosi enzimi nel cervello dei loro feti ed inibisce la crescita e lo sviluppo delle cellule nervose (Daruch et al., 2000; Axelrad et al., 2000).

Il Glifosate è un noto interferente endocrino e può interferire con la produzione di ormoni riproduttivi vitali, come progesterone ed estrogeni. Studi già pubblicati mostrano diversi effetti endocrini in cellule animali e umane associate al Glifosate.

Il Glifosate, insieme ad altre sostanze chimiche, influenza negativamente i recettori del gusto e olfatto nel gerbillo. Gusto e olfatto giocano un ruolo cruciale nella scelta dei cibi. Danni ai recettori del gusto e dell'olfatto possono compromettere l'assunzione di cibo, lo stato nutrizionale e la sopravvivenza (Schiffman et al., 1995).

Effetti su *Homo sapiens*

L'industria afferma che è minimamente tossico per gli esseri umani, ma molti ricerche dimostrano il contrario. Il Glifosate è tossico a dosi minime, e gli esseri umani sono regolarmente esposti a piccole quantità di residui di Glifosate in alimenti di prima necessità come pane, cereali e lenticchie.

I sintomi in seguito ad esposizione a formulazioni a base di Glifosate sono: occhi gonfi, intorpidimento del viso, bruciore e/o prurito della pelle, vesciche, rapida frequenza cardiaca, elevata pressione sanguigna, dolori al petto, congestione; tosse, mal di testa e nausea (Cox, 2004).

Il batterio intestinale *Lactobacillus* è influenzato negativamente dal Glifosate (Shehata et al., 2013) e le sue popolazioni risultano impoverite nei malati di celiachia (Di Cagno et al., 2011). Questo organismo è in grado di fissare il selenio inorganico in forme organiche più biodisponibili come selenocisteina e seleniometionina (Pessione, 2012). L'effetto deleterio del Glifosate sui batteri benefici porterebbe a un impoverimento nella fornitura di selenometionina e selenocisteina. La Selenocisteina è presente nel centro catalitico degli enzimi che proteggono la tiroide dai danni dei radicali liberi (Triggiani et al., 2009). Danni da radicali liberi porterebbero ad apoptosi e a risposte autoimmuni (Tsatsoulis, 2002). La deplezione della

¹ La perossidazione lipidica è un processo che provoca la diffusione eccessiva nell'organismo di radicali liberi. In caso di sovrabbondanza di questi viene causato il precoce "invecchiamento" delle cellule e l'insorgere di patologie come cancro, sclerosi multipla, diabete, artrite reumatoide, enfisema, cataratta, malattia di Parkinson, malattia di Alzheimer,

Metionina da parte del Glifosate (Nafziger et al., 1984) complica ulteriormente questo preoccupante quadro.

Le specie di *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* hanno la capacità di biosintetizzare Acido folico così la loro distruzione da parte del Glifosate potrebbe contribuire a una carenza cronica di Acido folico (Rossi et al., 2011),.

Glifosate è noto per inibire gli enzimi del citocromo P450, che agiscono nella detossificazione di tossine ambientali, nell'attivazione della vitamina D3, nel catabolismo della vitamina A e nel mantenere la produzione di acidi biliari e fonti di solfato nell'intestino. Inibendo i processi di disintossicazione naturale il Glifosate aumenta gli effetti dannosi di altre tossine ambientali. Interrompendo l'omeostasi, favorisce i processi infiammatori e porta ad una lenta destrutturazione dei sistemi cellulari. A causa del blocco della funzione degli enzimi di detossificazione si può determinare l'accumulo di ammoniacca, un sottoprodotto creato quando alcuni microbi decompongono il Glifosate, che può portare a infiammazioni del cervello associate con autismo e morbo di Alzheimer (Samsel & Seneff, 2013a).

Tutte queste alterazioni possono contribuire alla genesi della maggior parte delle malattie e condizioni associate a una dieta occidentale, che comprendono disturbi quali la celiachia (Samsel & Seneff, 2013b, vedi figura 3), obesità (Samsel & Seneff, 2013a), diabete, ma anche ad altri disturbi dell'organismo come malattie cardiache, depressione, autismo (Shelton et al., 2012; Samsel & Seneff, 2013a, vedi figura 2), sterilità, cancro e morbo di Alzheimer (Samsel & Seneff, 2013a).

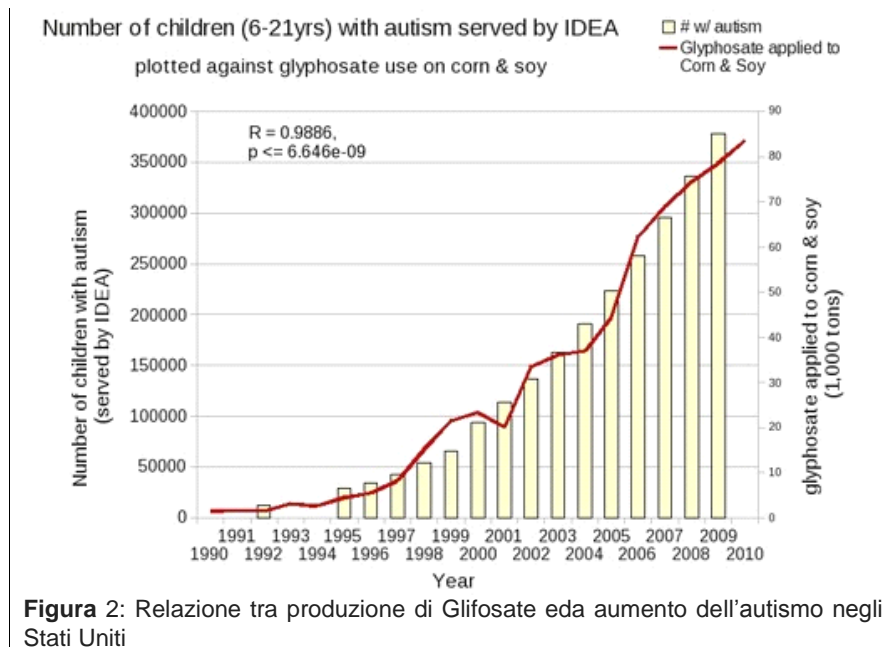


Figura 2: Relazione tra produzione di Glifosate ed aumento dell'autismo negli Stati Uniti

Il Glifosate può interferire con la frammentazione delle proteine complesse nello stomaco umano, lasciando grandi frammenti di cereali nell'intestino umano che poi innescano una risposta autoimmune, portando a difetti nel rivestimento del piccolo intestino che sono caratteristici dei pazienti celiaci (Samsel & Seneff, 2013a).

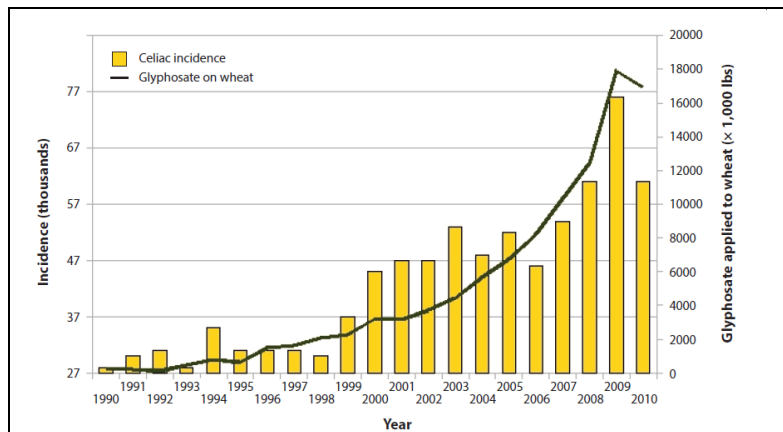


Figura 3: Relazione fra diagnosi della malattia celiaca ICD-9 579 e applicazioni di glifosate sul grano negli Stati Uniti, ($R=0.9759$, $p \leq 1.862e-06$, figura di Nancy Swanson tratta da Samsel & Seneff, 2013b, su dati USDA, NASS, CDC).

Carenze di ferro, cobalto, molibdeno, rame e altri metalli associate alla malattia celiaca possono essere attribuiti alla forte capacità di Glifosate di chelare questi elementi. Le carenze di triptofano, tirosina, metionina e seleniometionina associate alla malattia celiaca possono essere associate alla nota deplezione di questi aminoacidi da parte del Glifosate. I pazienti con malattia celiaca hanno un aumento del rischio di linfoma non-Hodgkin, implicato in esposizione al Glifosate (McDuffie et al. 2001; Hardell et al., 2002; De Roos et al., 2003; vedi **fig. 4**). Anche i problemi riproduttivi associati alla malattia celiaca, come l'infertilità, aborti spontanei, malformazioni congenite, possono essere spiegati dal Glifosate (Samsel & Seneff, 2013b; vedi **fig. 3**)).

Studi epidemiologici hanno mostrato interazioni fra l'esposizione al Glifosate e il linfoma non-Hodgkin (McDuffie et al., 2001; Hardell et al., 2002; De Roos et al., 2003, vedi **fig. 4**), mentre studi in laboratorio hanno confermato che il Glifosate e/o i prodotti che lo contengono mostrano genotossicità o mutagenicità (vedi **figura 4**), caratteristiche tipiche degli agenti che inducono il cancro negli animali.

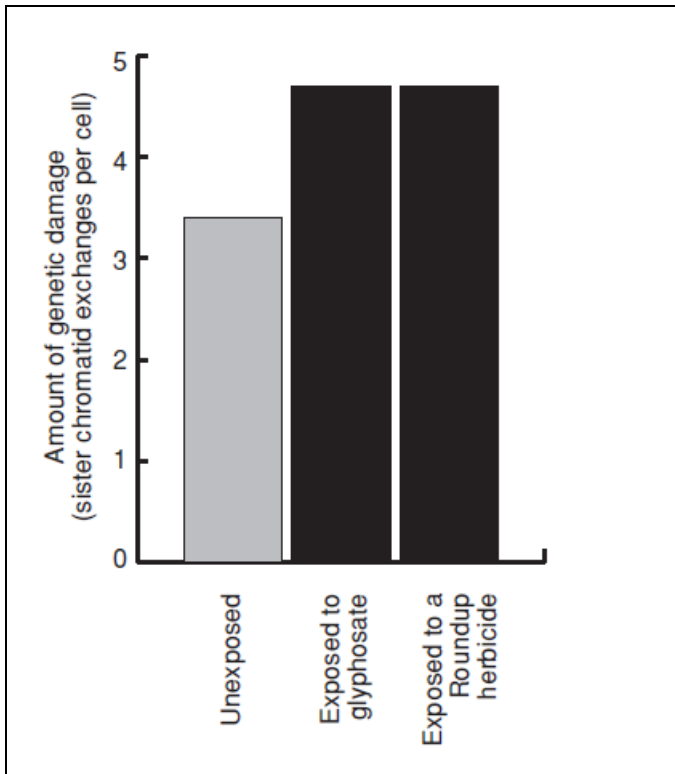


Figura 4: Differenze in campioni trattati e non trattati delle variazioni genetiche nelle cellule del sangue umano (tratto da Cox, 2994 su dati di Bolognesi et al. 1997)

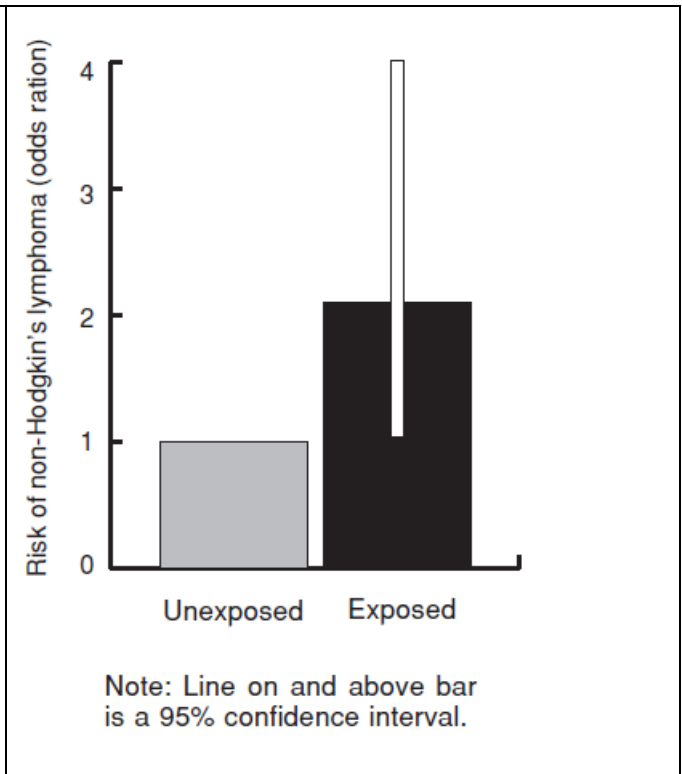


Figura 5: Differenze nella presenza di Linfoma non-Hodgkin tra operatori esposti e non esposti (tratto da Cox, 2004 su dati di De Roos et al., 2003.)

Nell'insieme, questi studi suggeriscono che il Glifosate potrebbe contribuire ad accrescere il rischio di cancro. Evidenziano anche che il Glifosate potrebbe interessare il sistema nervoso e addirittura avere implicazioni con il Morbo di Parkinson.

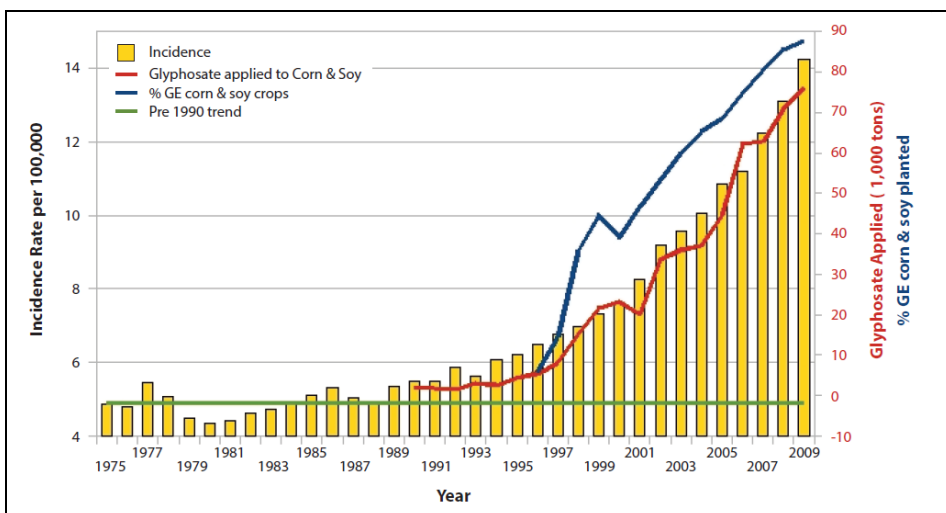
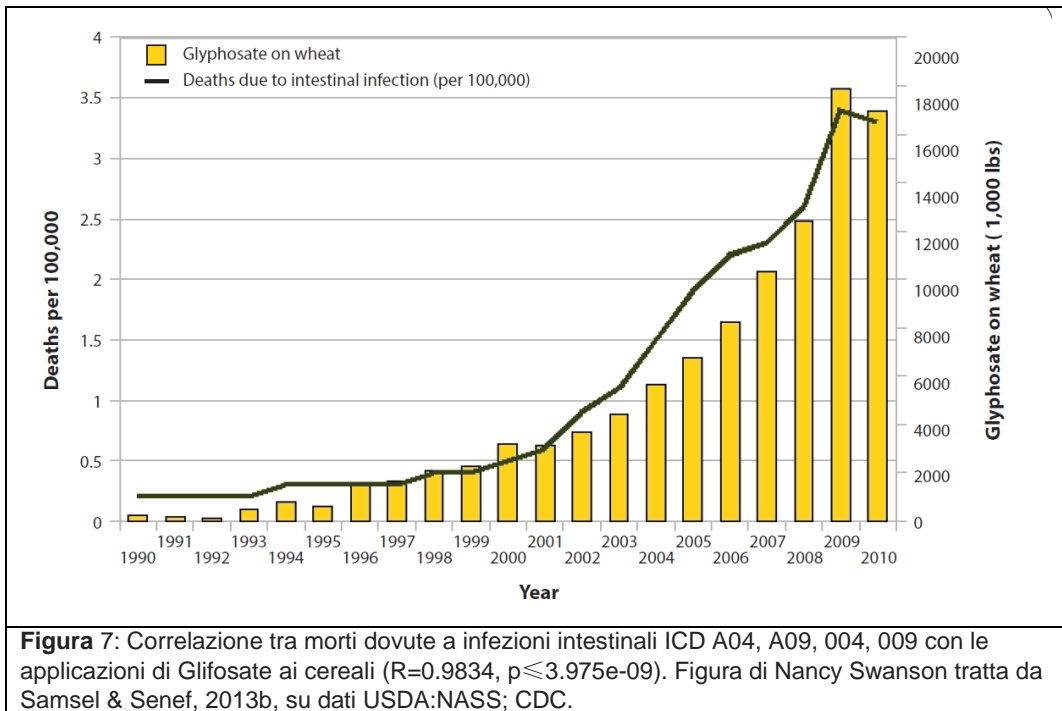


Figura 6: Correlazione tra incidenza di cancro alla tiroide e Glifosate applicato negli Stati Uniti su soia e mais (R=0.988, p<7.612e-09) Figura di Nancy Swanson tratta da Samsel & Senef, 2013b, su dati USDA, NASS; SEER.

Sono state inoltre riscontrate correlazioni significative tra applicazioni di glifosate sui cereali e le morti dovute ad infezioni intestinali.



Difetti alla nascita sono stati verificati nelle popolazioni dello stato argentino di Chaco, dove il riso e la soia OGM vengono abbondantemente irrorati con Glifosato, il cui utilizzo è quasi quadruplicato dal 2000 al 2009. Difetti analoghi sono stati rilevati in Paraguay, nelle donne esposte ad erbicidi a base di Glifosato durante la gravidanza. Tali difetti sono compatibili con quelli indotti in esperimenti di laboratorio a concentrazioni di Glifosato molto più basse dei prodotti normalmente in commercio.

Studi in famiglie di agricoltori hanno dimostrato un aumento nell'incidenza di aborti tra le famiglie esposte ripetutamente a questa sostanza (National Library of Medicine, 2003; Arbuckle et al., 2001).

L'esposizione all'erbicida Roundup riduce la produzione di ormoni sessuali nelle cellule di Leydig fino al 94 % (Walsh, 2000).

La pratica della "maturazione" della canna da zucchero con Glifosato può spiegare il recente aumento di insufficienza renale tra i lavoratori agricoli in America Centrale (Samsel & Seneff, 2013b). Anche per i lavoratori agricoli in Costa Rica e India con alti tassi di insufficienza renale, è stata implicata l'applicazione del Glifosato prima del raccolto di canna da zucchero (Cerdas, 2005). Recenti studi dell'università di Colombo hanno evidenziato come vi sia un nesso tra il massiccio utilizzo del Roundup e la grave patologia renale che affligge diversi agricoltori cingalesi.

Danni al DNA sono stati verificati nelle cellule umane del umano tessuto connettivo esposte a Glifosato e idrogeno perossido (National Library of Medicine, 2003; Lueken et al., 2004).

Il Glifosato è un noto interferente endocrino, interferendo sulla regolamentazione dell'acido retinoico e provocando microcefalia e anencefalia. Questa stessa conclusione è stata raggiunta nel 2009 nel County Hospital di emergenza della Facoltà di Medicina Generale, Università Ovidius, Constanta, Romania.

Residui negli alimenti

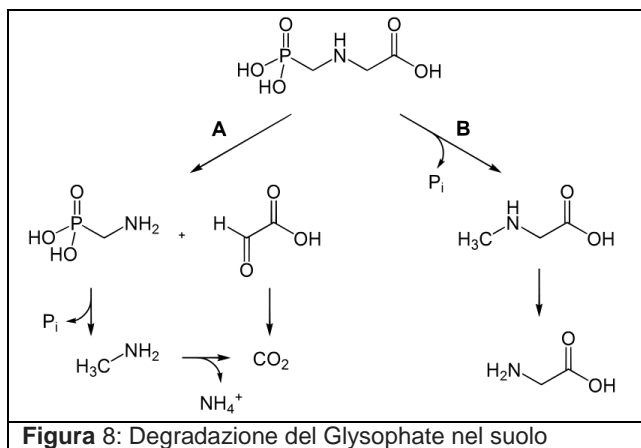
I residui si trovano nei principali alimenti della dieta occidentale. Residui di Glifosate cereali sono aumentante recentemente a causa della crescente pratica di essiccazione prima del raccolto.

L' USDA (US Department of Agriculture) nel suo riepilogo annuale 2011 ha pubblicato i dati sui residui di Glifosate rinvenuti negli alimenti negli Stati Uniti: nei campioni di soia destinati all'alimentazione umana è stato trovata nel 90,3% dei campioni mentre AMPA, suo prodotto di degradazione, nel 95,7 % .

I livelli massimi di residui (LMR) nel cibo, per il Glifosate e i suoi derivati, sono stati fissati dalla commissione del Codex Alimentarius nel 2006. Questi limiti vengono giustificati dalle caratteristiche delle pratiche agricole di ogni singola coltura e non dai livelli di sicurezza per la salute umana e degli habitat naturali circostanti le zone di irrorazione. Alla luce delle evidenze scientifiche sugli impatti è necessario procedere ad una nuova valutazione dei LMR per garantire un'effettiva sicurezza degli alimenti.

Durata nell'ambiente

Nell'ambiente, il Glifosate può persistere legandosi alle particelle del suolo e, a seconda della composizione chimica del suolo stesso, può contaminare le falde acquifere sotterranee e le acque di superficie. A dispetto di affermazioni secondo cui il Glifosate si degraderebbe velocemente senza creare problemi, questa molecola e alcuni suoi pericolosi prodotti di degradazione sono stati rintracciati da vari studi nelle acque di superficie in Canada, Stati Uniti e Danimarca.



I dati disponibili indicano che il glifosate è moderatamente persistente nel suolo, con un tempo di dimezzamento variabile fra 4 e 180 giorni (European Commission, 2002; PPDB Pesticide Properties Database). E' quindi considerato un potenziale inquinante delle acque sotterranee (PAN pesticide Database).

Il suo metabolita AMPA (acido aminometilfosfonico) è dotato di un'attività biologica di potenza paragonabile a quella del prodotto fitosanitario di provenienza. Pertanto, nonostante la scomparsa del parentale, gli effetti tossici su organismi bersaglio si protraggono nel tempo (categoria dei metaboliti bioattivi). Come dimostrano studi in campo, che indicano un intervallo per il tempo di dimezzamento compreso tra 76-240 giorni, l'AMPA è più persistente del glifosate.

In acqua la degradazione fotolitica dipende dall'acidità: DT50 è di 33 giorni a pH 5, 77 giorni a pH 9. Mentre per quanto riguarda l'idrolisi acquosa risulta stabile a 25 °C in acque con ph da 5 a 9 (PPDB Pesticide Properties Database, PAN pesticide Database).

In Italia la sostanza, monitorata solo in Lombardia, è stata trovata nel 68,2% dei punti delle acque superficiali e il metabolita AMPA nel 92% dei punti, quasi sempre in concentrazioni superiori ai limiti (ISPRA, 2013). Glifosate e AMPA sono le sostanze che determinano il maggior numero di superamenti degli Standard di Qualità Ambientale (SQA) nelle acque superficiali: AMPA in 70 punti, corrispondenti al 79,5% del totale, Glifosate in 37 punti, 42% del totale (vedi fig. 9).

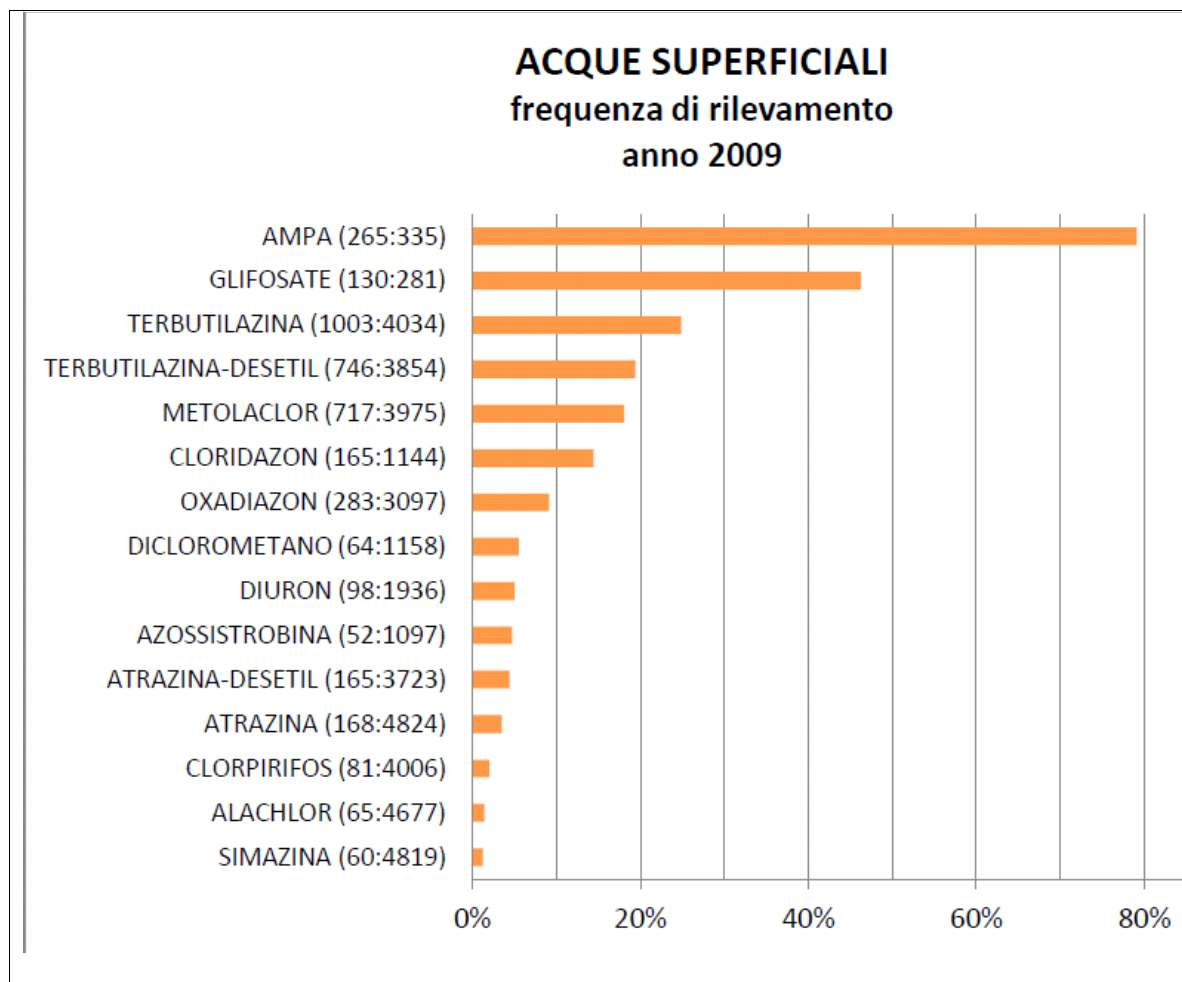


Figura 9: Frequenza di superamenti degli Standard di Qualità Ambientale (SQA) di pesticidi nelle acque correnti (ISPRA, 2013)

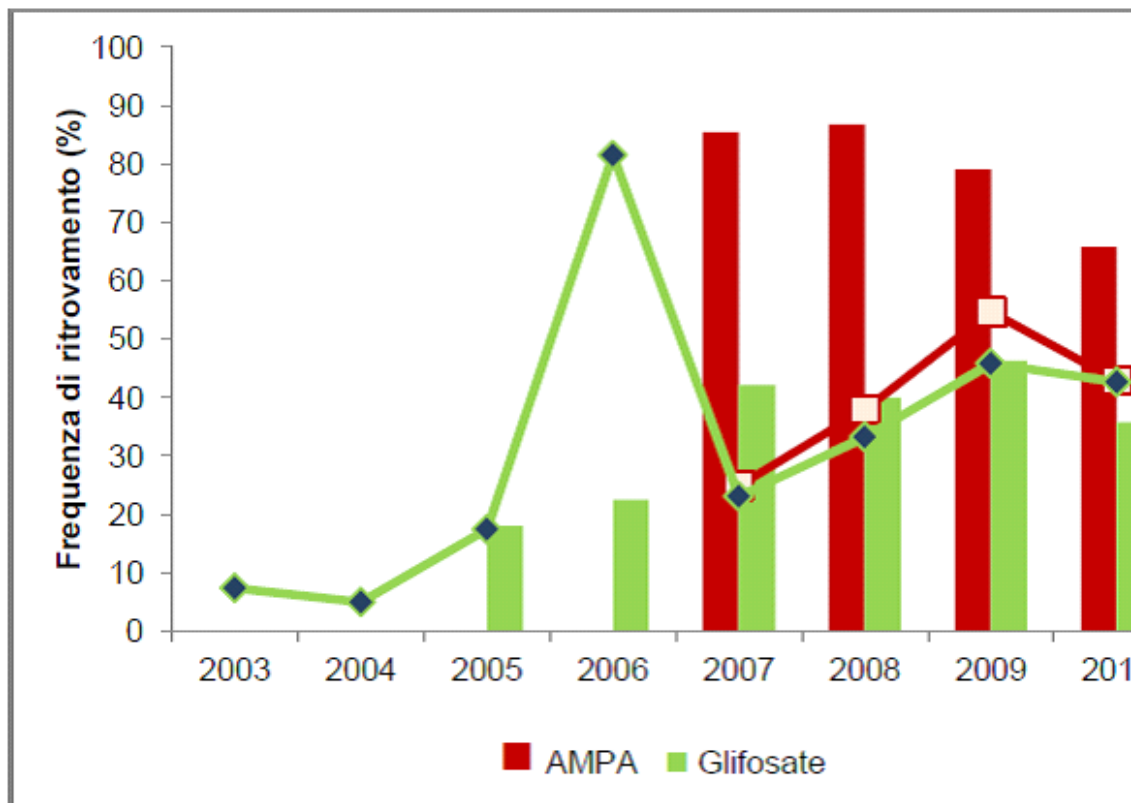


Figura 8: Frequenza di ritrovamento e di ricerca del Glifosate e dell'AMPA nelle acque superficiali. L'istogramma rappresenta la frequenza di ritrovamento e la curva descrive la frequenza di ricerca (ISPRA, 2013).

Anche in Francia, dove il monitoraggio viene effettuato in tutta la rete nazionale, glifosate e AMPA sono tra le sostanze più rinvenute nelle acque superficiali e sono state individuate anche nelle acque sotterranee, sebbene con frequenze più basse (Commissariat général au développement durable, 2010). Le due sostanze, a causa delle elevate concentrazioni misurate, sono fra le principali responsabili dell'attribuzione di un livello di "cattiva" qualità ai punti di monitoraggio delle acque sia superficiali sia sotterranee.

Effetti sugli ecosistemi

Il Glifosate può avere impatti negativi sulla biodiversità in molti modi, sia a breve che a lungo termine e in modo diretto e indiretto. È evidente che il Glifosate e le sue formulazioni commerciali, possono essere nocivi per specie a diversi livelli della catena alimentare, comprese le specie acquatiche.

Molti animali acquatici dalle alghe microscopiche ai pesci ai molluschi risultano affetti dall'esposizione al Glifosate e/o dal Roundup.

L'uso diffuso e sistematico del diserbo chimico lungo le scarpate e i bordi stradali presenta varie controindicazioni ambientali e per la salute umana:

- a) rischio per la salute dei passanti e della popolazione in genere causato dal contatto con la sostanza;
- b) esposizione delle scarpate, dei bordi e dei fossi a fenomeni di erosione superficiale e di indebolimento strutturale (piccole frane e smottamenti);

- c) rischio di contaminazione delle acque superficiali, causato dal convogliamento nei fossi di scolo delle acque raccolte ai bordi delle sedi stradali in occasione di eventi piovosi;
- d) minore efficacia da parte della vegetazione in termini di assorbimento e abbattimento di gas e sostanze inquinanti;
- e) impoverimento della biodiversità e della funzionalità ecologica degli ambiti naturali limitrofi e in corrispondenza a scarpate e ai bordi stradali.

Prodotti

I numerosi prodotti differiscono per gli additivi e i coformulanti molti dei quali a loro volta tossici per uomo e animali. Esistono in commercio oltre 60 prodotti commerciali che lo contengono. Del prodotto Roundup, ritenuto il più utilizzato per il diserbo dei bordi stradali, esistono varie formulazioni basate su diversi sali di glifosate e coadiuvanti. Nella maggioranza dei casi, il tenore di sostanza attiva è superiore al 25%.

Tabella 2: Effetti sulla salute dei coformulanti e degli inerti nei diversi prodotti a base di Glifosate (dati da: Cox, 1998, rev. 2000; Cox 2004; <http://www.beyondpesticides.org>; <http://www.fluoridealert.org/>; PAN pesticide Database; PPDB Database)

Coformulante o inerte	Effetti sulla salute	Numero di prodotti
2,4-D	Cancerogeno. Irritante per pelle, occhi e mucose.	1
3-iodo-2-propynyl butylcarbamate (IPBC).	Causa danni alla tiroide. Fortemente irritante per gli occhi. Può provocare allergie della pelle. Causa aborti e diminuzione della crescita nei test di laboratorio	4
5-Chloro-2-methyl 3(2H)-isothiazolone	Causa danni genetici e reazioni allergiche	9
Acido ascorbico	Può causare gravi irritazioni della pelle, nausea, vomito, polmonite chimica, e mal di gola. Provoca anche reazioni allergiche. Causa danni genetici nei test di laboratorio	3
Acido pelargonico	Provoca gravi irritazioni agli occhi e alla pelle. Può provocare irritazione delle vie respiratorie	3
Ammonium sulfate	Irritazione agli occhi, nausea e diarrea, reazioni respiratorie allergiche. Prolungata esposizione può causare danni oculari permanenti.	3
Benzisothiazolone	Causa eczemi e irritazione della pelle	1
Diquat	Danni al sistema riproduttivo, al fegato dei bambini. Causa irritazioni.	1
FD&C Blue No. 1	Causa danni genetici e tumori della pelle	1
Flufenacet	Provoca una serie di effetti negativi in studi di laboratorio su animali a dosi relativamente basse: neurotossicità, tossicità per lo sviluppo, effetti sulla tiroide e i livelli ormonali, danni per numerosi altri tessuti e organi.	1
Idrossido di potassio	Provoca lesioni irreversibili agli occhi, ulcere cutanee profonde, ustioni gravi dell'apparato digerente, e grave irritazione delle vie respiratorie	3
Isobutano	Provoca nausea, depressione del sistema nervoso, e difficoltà di respirazione. E' altamente infiammabile	1
Isopropylamine	E' estremamente distruttivo per il tessuto delle mucose e delle vie	2

	respiratorie superiori. I sintomi di esposizione sono dispnea, laringite, mal di testa e nausea	
Light aromatic petroleum distillate	Riduce la fertilità e la crescita dei neonati nei test di laboratorio	1
MCPA	Irritante per cute e mucose fino all'ulcerazione delle mucose orofaringee ed esofagee. Può causare nausea, vomito, cefalea, ipertermia, dolori addominali, diarrea. Causa danni al sistema nervoso: vertigini, atassia, iperflessia, nevriti e neuropatie periferiche, parestesie, paralisi, tremori, convulsioni. Provoca ipotensione, tachicardia, vasodilatazione, dolenzia e rigidità dei muscoli. Può provocare la morte per collasso vascolare periferico. Favorisce il linfoma non-Hodgkin	2
Methyl p-hydroxybenzoate	Causa danni genetici nei test di laboratorio	1
Methyl pyrrolidinone	Provoca severe irritazioni degli occhi. Causa la perdita o riduce il peso dei feti in animali da laboratorio	1
Oxadiazone	Interferisce con il metabolismo della porfirina. Irritante per gli occhi e per le vie respiratorie. Interferisce con il metabolismo dello sviluppo e della riproduzione	1
Polyoxyethylene alkylamine	Irritante per gli occhi, tossico per i pesci	1
Propylene glycol	Causa danni genetici, ridotta fertilità e anemia nei test di laboratorio	1
Sodium benzoate	Causa danni genetici sia negli animali di laboratorio che sulle colture di cellule umane. Causa, inoltre, problemi di sviluppo e ridotta sopravvivenza dei neonati nei test di laboratorio	1
Sali di sodio di o-phenylphenolo	E' un irritante della pelle e causa danni genetici e cancro nei test di laboratorio	1
Solfito di sodio	Può causare irritazione oculare e cutanea, vomito e diarrea, allergie cutanee. Causa danni genetici sia negli animali di laboratorio che sulle colture di cellule umane	1
Tallowamine Polyethoxylata (POEA).	Provoca ustioni agli occhi, rossore, gonfiore e vesciche sulla pelle. nausea e diarrea. Causa la morte delle cellule embrionali, placentali e ombelicali.	9

Con i decreti ministeriali del 17 settembre 2012 e del 20 settembre 2012 pubblicati sulla G.U. della Repubblica Italiana n. 232 del 4 ottobre 2012, il Ministero, con il parere positivo della Commissione consultiva prodotti fitosanitari, ha provveduto alla ri-registrazione di alcuni prodotti fitosanitari, a base di glifosate.

Esistono varie miscele con altri diserbanti come ad esempio Zoomer della Makhteshim Agan Italia, con oxifluorfen, considerato a basso impatto ambientale ed indicato nei programmi di produzione integrata.

Tabella 3: Caratteristiche dei prodotti autorizzati dal Ministero della Sanità

Impresa	Prodotto	Pericoloso per l'ambiente (N)	Irritante (XI)	Rischio di lesioni oculari	Tossico per gli organismi acquatici	Causa a lungo termine per danni all'ambiente acquatico
AAKO B.V.	OVNI XL ^{5,9}	*			*	*
AGAN CHEMICAL MANUFACTURERS LTD	SILGLIF MK ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOGAN PRONTO ^{1,4}				*	*
	SUCCESSO ¹	*	*	*	*	*
	TAIFUN ¹	*	*	*	*	*
	PREMIUM TOP ^{1,4}					
	ZOOMER ^{5,9}	*			*	*
	SHAMAL MK PLUS ^{1,4}					
	SHAMAL MK PLUS ^{1,4}					
	FRECCIA ^{5,9}	*			*	*
	HERBITOTAL S ⁹	*			*	*
	GLIFAST ^{5,9}	*			*	*
	GLOXY ⁹	*			*	*
	TAIFUN PRONTO ^{1,4}				*	*
	TAIFUN PPO ^{1,4}				*	*
	RAPIDO PPO ^{1,4}				*	*
COMPO DISERBO FACILE RTU ^{1,4}				*	*	
AGRICHEM BV	ETNA ¹	*	*	*	*	*
AGRIMIX S.R.L.	SECCHERBA RESPECT				*	
AGRIPHAR S.A.	PANTOX 360 ¹	*	*	*	*	*
AGROWIN BIOSCIENCES S.R.L.	GLISTER ¹	*	*		*	*
	VOLDER ^{1,11}	*	*	*	*	*
ALBAUGH UK LTD.	ROSATE 36 ¹	*			*	*
	LANDMASTER	*			*	*
ALTHALLER ITALIA	GLIFOSIM ¹	*			*	*
	DISERBOFACILE ^{1,4}					
ARYSTA LIFESCIENCE S.A.S.	GLICOBER ^{1,4}					
BARCLAY CHEMICALS MANUFACTURING LTD	BARCLAY GALLUP 360 ¹	*	*	*	*	*
	BARBARIN BIOGRADE 360 ^{1,4}					*
	GLIFOSAR FLASH ^{1,4}					*
	BARCLAY GALLUP BIOGRADE 360 ^{1,4}					*
	BARCLAY GALLUP BIOGRADE 450 ^{1,4}	*				*
	BARCLAY GALLUP SUPER 450 ^{1,4}					*
	TRUSTEE 450 ^{1,4}					*
	BARCLAY TRUSTEE 490 ^{1,4}				*	*
	BARCLAY BARBARIAN 490 ^{1,4}				*	*
	BARCLAY GALLUP HIAKTIV ^{1,4}				*	*
BAYER CROPSCIENCE S.R.L.	WOXA WG ²	*	*	*	*	*
	RASIKAL ULTRA ^{1,4}					
	USTINEX AL ⁵	*			*	*
CHEMINOVA A/S	GLYFOS SL ¹	*			*	*
	KLARO ¹	*			*	*
	GLYFOS PRO ^{1,4}					*
	KERNEL	*			*	*

Tabella 3: Caratteristiche dei prodotti autorizzati dal Ministero della Sanità						
Impresa	Prodotto	Pericoloso per l'ambiente (N)	Irritante (XI)	Rischio di lesioni oculari	Tossico per gli organismi acquatici	Causa a lungo termine danni per l'ambiente acquatico
	GLYFOS DAKAR ¹				*	*
	GLYFOS RAPID ¹	*			*	*
CHEMINOVA AGRO ITALIA S.R.L.	MASTIFF ¹	*			*	*
	KLARO KIT ^{1,4}					
	KLARO ULTRA ^{1,4}					*
	MASTIFF ULTRA ^{1,4}					*
	VELOX PRO ^{1,4}					
	ERMEX ¹	*			*	*
	STRINGER ¹	*			*	*
	RISOLUTIV SL ¹	*			*	*
COMERCIAL QUIMICA MASSO' S.A.	LOGRADO 360 ¹	*	*	*	*	*
COMPO ITALIA S.R.L.	TOUCHDOWN HOBBY ^{1,4}					
	RESOLVA 24H ¹	*			*	*
	RESOLVA 24H RTU ¹				*	*
COPYR S.P.A.	DISERBELLO ¹	*	*	*	*	*
CP AGRO (IRELAND) PYT LTD	ACOMAC ^{1,11}	*	*	*	*	*
	TORINKA ^{1,11}	*	*	*	*	*
DIACHEM S.P.A.	GLIFENE HP ^{1,4}					
	AMOK PLUS ^{1,4}					
DOW AGROSCIENCES ITALIA S.R.L.	SETTER ¹	*			*	*
	HOPPER BLU ¹	*			*	*
	HOPPER GREEN ⁶				*	*
	RASIKAL PRO ^{6,4}					*
	HOPPER 480 ^{1,4}				*	*
FEINCHEMIE SCHWEBDA GMBH	GLIPHOGAN TOP MK ¹	*	*	*	*	*
	GLINET ¹	*	*	*	*	*
	TAIFUN MK ¹	*	*	*	*	*
	GLIPHOGAN TOP CL ^{1,4}				*	*
	TAIFUN MK CL ^{1,4}				*	*
	SHAMAL MK PLUS CL ^{1,4,11}				*	*
	TAIFUN JARDIN ^{1,4}				*	*
	COMPO DISERBO FACILE ^{1,4}				*	*
GOWAN ITALIA S.P.A.	GLIFOSAR ¹	*	*	*	*	*
INDUSTRIAS AFRASA S.A	SECCHERBA 360 ^{1,4}				*	*
ITAL-AGRO S.R.L.	FLUORATE ^{5,9}	*			*	*
LAINCO S.A.	KARDA ^{1,4}				*	*
	COCTEL ^{12,3}	*	*	*	*	*
MAKHTESHIM AGAN ITALIA S.R.L.	TERMINAL DUO ⁹	*			*	*
MONSANTO AGRICOLTURA ITALIA S.P.A.	FANDANGO 360 SL ¹	*	*		*	*
	ROUNDUP BIOFLOW ^{1,4}					
	ROUNDUP RTU ^{1,4}					
	SOLADO GOLD ^{1,4}					
	FANDANGO 360 ^{1,4}					
	ROUNDUP CITTAVERDE ^{1,4}					*
	ROUNDUP MAX	*	*	*	*	*
	RODEO GOLD ^{1,4}					
ROUNDUP 450 PLUS ¹				*	*	

Tabella 3: Caratteristiche dei prodotti autorizzati dal Ministero della Sanità

Impresa	Prodotto	Pericoloso per l'ambiente (N)	Irritante (XI)	Rischio di lesioni oculari	Tossico per gli organismi acquatici	Causa a lungo termine danni per l'ambiente acquatico
	CLEAN-UP ^{1,4}					
	KEIRON ¹	*			*	*
	SEVEN ^{1,4}					
	GLYPHEXTRA ^{1,4}					
	LAMPO ^{1,4}					
	ROUNDUP READY SMB ^{1,4}					
	ROUNDUP K QUATTROCENTO 50 ¹				*	*
	ROUNDUP 360 POWER ¹	*			*	*
	ROUNDUP ¹	*	*	*	*	*
	ROUNDUP POWER2.0 ¹				*	*
	ROUNDUP PLATINUM ¹				*	*
FANDANGO XL ^{1,4}				*	*	
NATAN S.R.L.	SVELLER ¹	*			*	*
NOVAFITO S.P.A.	GLYFIN ¹	*	*	*	*	*
NUFARM GMBH & CO KG	GUIDOX ¹	*			*	*
	CLINIC 360 SL ¹	*	*	*	*	*
	RASIKAL QUICK ¹	*			*	*
	SILGLIF NF ¹	*			*	*
	CLINIC PRO ¹	*			*	*
NUFARM ITALIA S.R.L.	GLIFO DISERBANTE TOTALE ¹	*			*	*
	GLIFOSAN ¹	*			*	*
	GLIPHYT ¹	*			*	*
	ARID ^{1,4}					
	NEGHEV ¹	*			*	*
	KYLEO ¹	*	*		*	*
NUFARM S.A.S.	CLINIC PRONTO PPO ^{1,4}					
	EFESTO ¹	*			*	*
	AMEGA PLUS ¹	*	*	*	*	*
	AMEGA PLUS ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOSISTEM 360 ¹	*	*	*	*	*
MYRTOS SL ¹	*	*	*	*	*	
PINUS TKI DD	BOOM EFEKT ^{1,4}					*
PROBELTE S.A.	TOMCATO ^{1,4,11}				*	*
ROTAM AGROCHEMICAL EUROPE LIMITED	GLIFONE ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOGOLD S ¹	*	*	*	*	*
	FREMONT ¹	*	*	*	*	*
	BIGBANG ¹	*	*	*	*	*
SAPEC AGRO S.A..	MONTANA ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOPEC ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOSATE SAPEC ¹	*	*	*	*	*
SCOTTS FRANCE S.A.S.	MARTO ¹	*			*	*
SINON EU CORPORATION	SINPHOSATE ^{1,11}	*	*	*	*	*
SIPCAM ITALIA S.P.A.	BUGGY ¹	*	*	*	*	*
	BUGGY 360 SG N.E.T. ¹		*	*		
SIPCAM S.P.A.	BUGGY COMBI ³					
SIVAM S.P.A.	NETGROUND 410 ¹	*			*	*
SYNGENTA ITALIA	TOUCHDOWN ¹	*	*			

Tabella 3: Caratteristiche dei prodotti autorizzati dal Ministero della Sanità						
Impresa	Prodotto	Pericoloso per l'ambiente (N)	Irritante (XI)	Rischio di lesioni oculari	Tossico per gli organismi acquatici	Causa a lungo termine danni per l'ambiente acquatico
S.P.A.	OURAGAN ^{1,4}					
TECOMAG S.R.L.	TECOGLIF ¹	*			*	*
VEBI ISTITUTO BIOCHIMICO S.R.L.	VEBIGLYF ¹	*			*	*
ZAPI INDUSTRIE CHIMICHE S.P.A.	RAPIDO ¹	*			*	*
	DESERT ¹	*			*	*

1) Scadenza 31/12/2015; 2) con Oxadiazone 3); con MCPA 4) Esente da classificazione di pericolo; 5) con Oxyfluorfen; 6) scadenza 30/06/2014; 7) con Diquat; 8) con Flufenacet e Metosulam; 9) Scadenza 31/12/2021; 10) 2,4-D; 11) Glyphosate Isopropylamine; 12) Scadenza 31/10/2017. Dati da: Ministero della Salute: Banca dati dei prodotti fitosanitari

Alcuni prodotti sono esenti da classificazione di pericolo:

PRODOTTI ESENTI DA CLASSIFICAZIONE DI PERICOLO	
Impresa	Prodotto
AGAN CHEMICAL MANUFACTURERS LTD	COMPO DISERBO FACILE RTU, GLIFOGAN PRONTO, SHAMAL MK PLUS, TAIFUN PRONTO, TAIFUN PPO, RAPIDO PPO, PREMIUM TOP
ALTHALLER ITALIA	DISERBOFACILE
ARYSTA LIFESCIENCE S.A.S.	GLICOBER
BARCLAY CHEMICALS MANUFACTURING LTD	BARBARIN BIOGRADE 360, GLIFOSAR FLASH, BARCLAY GALLUP BIOGRADE 360, BARCLAY GALLUP BIOGRADE 450, BARCLAY GALLUP SUPER 450, TRUSTEE 450, BARCLAY TRUSTEE 490, BARCLAY BARBARIAN 490, BARCLAY GALLUP HIATIV
BAYER CROPS SCIENCE S.R.L.	RASIKAL ULTRA
CHEMINOVA A/S	GLYFOS PRO
CHEMINOVA AGRO ITALIA S.R.L.	KLARO KIT, KLARO ULTRA, MASTIFF ULTRA, VELOX PRO
COMPO ITALIA S.R.L.	TOUCHDOWN HOBBY
DIACHEM S.P.A. GLIFENE HP	AMOK PLUS
DOW AGROSCIENCES ITALIA S.R.L.	RASIKAL PRO, HOPPER 480

FEINCHEMIE SCHWEBDA GMBH	GLIPHOGAN TOP CL, TAIFUN MK CL, SHAMAL MK PLUS CL, TAIFUN JARDIN, COMPO DISERBO FACILE
INDUSTRIAS AFRASA S.A	SECCHERBA 360
LAINCO S.A.	KARDA
MONSANTO AGRICOLTURA ITALIA S.P.A.	ROUNDUP BIOFLOW, ROUNDUP RTU, SOLADO GOLD, FANDANGO 360, ROUNDUP CITTAVERDE, SEVEN, GLYPHEXTRA, LAMPO, ROUNDUP READY SMB, FANDANGO XL
NUFARM ITALIA S.R.L.	ARID CLINIC PRONTO PPO
PINUS TKI DD	BOOM EFEKT
PROBELTE S.A.	TOMCATO
SYNGENTA ITALIA S.P.A.	OURAGAN

Conclusioni

I problemi causati dal Glifosate sono ormai evidenti: si tratta di un “esempio da manuale di entropia semiotica esogena” (Samsel & Seneff, 2013a), cioè di rottura dell'omeostasi a causa di tossine ambientali. Vi sono, inoltre, preoccupazioni crescenti per salute, biodiversità e ambiente e per lo sviluppo di resistenza al Roundup da parte delle piante infestanti.

Trattandosi di sostanza pericolosa per l'ambiente acquatico, è necessaria evitarne per quanto possibile l'uso in ambiti (compresi margini stradali o ferroviari) interessati da corridoi ecologici (ad es. aree ripariali, bordi dei coltivi e fossi, ecc.) o da corpi idrici e in presenza di habitat agricoli caratterizzati da colture non intensive (agricoltura biologica, biodinamica ed aree agricole ad alto valore naturalistico). Ne va invece assolutamente proibito l'uso all'interno di aree naturali protette (Rete Natura 2000, Parchi e Riserve nazionali e regionali, Zone Ramsar, ecc.), dove dovrebbe essere sempre scoraggiato l'uso degli erbicidi per il controllo della vegetazione, in quanto hanno effetti diretti sulla biodiversità e sulla qualità dell'ambiente.

Secondo quanto previsto nel documento di orientamento “Misure di mitigazione del rischio per la riduzione della contaminazione dei corpi idrici superficiali da deriva e ruscellamento”, elaborato nel 2009 dal Gruppo di lavoro ad hoc della Commissione Consultiva per i Prodotti Fitosanitari del Ministero della Salute, per proteggere i corpi idrici superficiali si dovrebbero interporre opportune aree di rispetto non trattate.

Va ricordato che la diffusione nell'ambiente di sostanze tossiche viola gli articoli 2, 6 e 37 della Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione Europea (Nizza, 2000):

Articolo 2, la Comunità ha il compito di promuovere uno sviluppo armonioso, equilibrato e sostenibile delle attività economiche ed un elevato livello di protezione dell'ambiente ed il miglioramento della qualità di quest'ultimo.

Articolo 6 le esigenze connesse con la tutela dell'ambiente debbano essere integrate nella definizione e nell'attuazione delle politiche e azioni comunitarie, in particolare nella prospettiva di promuovere lo sviluppo sostenibile.

Articolo 37 un livello elevato di tutela dell'ambiente e il miglioramento della sua qualità devono essere integrati nelle politiche dell'Unione e garantiti conformemente al principio dello sviluppo sostenibile.

Va inoltre ricordato quanto afferma il Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale):

Art. 3-ter. Principio dell'azione ambientale

La tutela dell'ambiente e degli ecosistemi naturali e del patrimonio culturale deve essere garantita da tutti gli enti pubblici e privati e dalle persone fisiche e giuridiche pubbliche o private, mediante una adeguata azione che sia informata ai principi della precauzione, dell'azione preventiva, della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché al principio "chi inquina paga" che, ai sensi dell'articolo 174, comma 2, del Trattato delle unioni europee, regolano la politica della comunità in materia ambientale.

Art. 3-quater: Principio dello sviluppo sostenibile

1. Ogni attività umana giuridicamente rilevante ai sensi del presente codice deve conformarsi al principio dello sviluppo sostenibile, al fine di garantire che il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali non possa compromettere la qualità della vita e le possibilità delle generazioni future.

2. Anche l'attività della pubblica amministrazione deve essere finalizzata a consentire la migliore attuazione possibile del principio dello sviluppo sostenibile, per cui nell'ambito della scelta comparativa di interessi pubblici e privati connotata da discrezionalità gli interessi alla tutela dell'ambiente e del patrimonio culturale devono essere oggetto di prioritaria considerazione.

Anche il Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n. 150, Attuazione della direttiva 2009/128/CE, prevede specifiche azioni in merito alla problematica della dispersione di sostanze tossiche: In particolare, nell'ambito dell'art. Art. 14. "Misure specifiche per la tutela dell'ambiente acquatico e dell'acqua potabile", vengono indicati i seguenti punti:

a) preferenza all'uso di prodotti fitosanitari che non sono classificati pericolosi per l'ambiente acquatico ai sensi del Decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, e del regolamento (CE) n. 1272/2008, e che non contengono le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le sostanze dell'elenco di priorità (E) di cui alla tabella 1/A della lettera A.2.6 dell'Allegato 1 alla parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

b) riduzione, per quanto possibile, o eliminazione dell'applicazione dei prodotti fitosanitari sulle o lungo le strade, le linee ferroviarie, le superfici molto permeabili o altre infrastrutture in prossimità di acque superficiali o sotterranee, oppure su superfici impermeabilizzate che presentano un rischio elevato di dilavamento nelle acque superficiali o nei sistemi fognari.

Alla luce di quanto sopra esposto, si ritiene che l'uso del glifosate debba essere disincentivato, ricorrendo per quanto possibile a misure alternative che non comportino rischio per le acque superficiali e sotterranee e che riducano l'impatto sulla biodiversità e su altri aspetti ambientali che possono comportare conseguenze importanti anche per la salute umana.

Dove, per mancanza di alternative praticabili, si ritiene di dover ricorrere al diserbo chimico, tale utilizzo deve essere effettuato mettendo in atto accorgimenti necessari a minimizzare l'esposizione della popolazione e dell'ambiente ed utilizzando sostanze sostitutive organiche di breve durata nell'ambiente e non dannose per la banca del seme e per gli organismi del suolo.

Riferimenti bibliografici

Alm H., Brüssow K.P., Torner H., Vanselow J., Tomek W., Dänicke S., Tiemann U., 2006: Influence of *Fusarium*-toxin contaminated feed on initial quality and meiotic competence of gilt oocytes. *Reproductive Toxicology*, 22(1): 44-50.

Antoniou M., Robinson C., Fagan J., 2012: GMO Myths and Truths. Earth Open Source, London.

Arbuckle T.E., Lin L., Mery L.S., 2001: An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environmental Health Perspectives*, 109:851-857.

Asteraki E.J., Hanks C.B., Clements R.O., 1992: The impact of chemical removal of the hedge-base flora on the community structure of carabid beetles (COL., Carabidae) and spiders (Araneae) of the field and hedge bottom. *Journal of Applied Entomology*, 113, 398-406.

Axelrad J.C., Howard C.V., McLean W.G., 2003: The effects of acute pesticide exposure on neuroblastoma cells chronically exposed to diazinon. *Toxicology*, 185:67-78.

Bithell S.L., Butler R.C., McKay A., Cromey M.G., 2009: Effect of Glyphosate Application to Grass Weeds on Levels of 'Gaeumannomyces graminis' Var. 'tritici' Inoculum. *Plant Protection Quarterly*, 24(4): 161-167.

Bolognesi C., Bonatti S., Degan P., Gallerani E., Peluso M., Rabboni R., Roggieri P., Abbondandolo A., 1997: Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:1957-1962.

Bromilow R.H., Chamberlain K., Tench A.J., Williams R.H., 1993: Phloem translocation of strong acids—glyphosate, substituted phosphonic, and sulfonic acids in *Ricinus communis* L. *Pesticide Science*, 37: 39–47.

Brust B.E., 1990: Direct and indirect effects of four herbicides on the activity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pesticide Science*, 30: 309-320.

Buffin D., Jewell T., 2001: *Health and environmental impacts of glyphosate*. Pesticide Action Network UK. http://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/impacts_glyphosate.pdf

Carman J.A., Vlieger H.R., Ver Steeg L.J., Sneller V.E., Robinson G.W., Clinch-Jones C.A., Haynes J.I., Edwards J.W., 2013: A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems*, 8(1):38–54.

Cerdas M., 2005: Chronic kidney disease in Costa Rica. *Kidney International Supplements*, 97: 31–33.

Cerdeira A.L., Duke, S.O., 2006: The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review. *Journal of Environmental Quality*, 35: 1633–1658.

Chiverton P.A., Sotherton N.W., 1991: The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. *Journal of Applied Ecology*, 28, 1027-1039.

Chu Z., Yi Y., Xu X., Ge Y., Dong L., Chen F., 2005: Effects of glyphosate on life history characteristics of freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 16(6):1142-5.

Commissariat général au développement durable, 2010: Les pesticides dans les milieux aquatiques-Données 2007. Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, *Études & documents* n. 26.

Cox C., 1998 rev. 2000: Glyphosate Factsheet. *Journal of Pesticide Reform*, 108(3).

Cox C., 2004: Glyphosate. *Journal of Pesticide Reform*, 24(2).

Dallegrave E., Mantese F.D., Coelho R.S., Pereira J.D., Dalsenter P.R., Langeloh A., 2003: The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup® in Wistar rats. *Toxicology Letters*, 142: 45-52.

D'Anieri P., Leslie, D.M., McCormack M.L., 1987: Small mammals in glyphosate treated clearcuts in Northern Maine. *Canadian Field Naturalist*, 101(4): 547-550.

Daruich J., Zirulnik F., Gimenez M.S., 2000: Effect of the herbicide glyphosate on enzymatic activity in pregnant rats and their fetuses. *Environmental Research*, 85:226-231.

De María N., Becerril J.M., Garca-Plazaola J.I., Hernandez A.H., de Felipe M.R., Fernández-Pascual M., 1996: New insights on glyphosate mode of action in nodular metabolism: Role of shikimate accumulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2621–2628.

De Roos A.J., Zahm S.H., Cantor K.P., Weisemburger D.D., Holmes F.F., Burmeister L.F., Blair A., 2003: Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkins lymphoma among men. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(9): e11.

Diaz-Llano G., Smith T.K., 2006: Effects of feeding grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins with and without a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent on reproductive performance and serum chemistry of pregnant gilts. *Journal of Animal Science*, 84(9): 2361-2366.

Di Cagno R., De Angelis M., De Pasquale I., Ndagijimana M., Vernocchi P., Ricciuti P., Gagliardi F., Laghi L., Crecchio C., Guerzoni M.E., Gobbetti M., Francavilla R., 2011: Duodenal and faecal microbiota of celiac children: Molecular, phenotype and metabolome characterization. *BMC Microbiology*, 11: 219.

Easton, W.E., Martin K.. 2002: Effects of thinning and herbicide treatments on nest-site selection by songbirds in young managed forests. *The Auk*, 119: 685-694.

El-Shenawy N., 2009: Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28(3): 379–385.

EPA OPPTS (Office of Pesticides and Toxic Substances), 1991: Second Peer Review of Glyphosate. Memo from W. Dykstra and G.Z. Ghali, HED to R. Taylor, Registration Division and L. Rossi, Special Review and Reregistration Division.

European Commission, 2002: *Review report for the active substance Glyphosate*. 6511/VI/99-final, 21 January 2002. Finalised in the Standing Committee on Plant Health at its meeting on 29 June 2001 in view of the inclusion of glyphosate in Annex I of Directive 91/414/EEC.

Glass R.L., 1984: Metal complex formation by glyphosate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32:1249-1253.

Greenpeace, 2011: *Resistenza agli erbicidi e colture OGM I problemi legati al glifosato*. http://static.aboca.com/www.aboca.com/files/attach/news/report_glifosato.pdf

Grossbard, E., Atkinson, D., 1985: *The Herbicide Glyphosate*. Butterworths, London.

Greenpeace, 2012: *Colture resistenti al glifosato nell'Unione Europea*. http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2012/ogm/briefingIT_glifosato_UE.pdf

Guilherme S., Gaivão I., Santos M.A., Pacheco M., 2012: DNA damage in fish (*Anguilla anguilla*) exposed to a glyphosate-based herbicide -- elucidation of organ-specificity and the role of oxidative stress. *Mutation Research*, 743(1-2): 1-9.

Hardell L., Eriksson M., Nordström M., 2002: Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: Pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leuk. Lymph.*, 43:1043-1049.

Hassan S.A., Bigler F., Bogenschütz H., Boller E., Brun J., Chiverton P., Edwards P., Mansour F., Naton E., Oomen P.A., Overmeer W.P.J., Polgar L., Rieckmann W., Samsøe-Petersen L., Stäubli A., Sterk G., Tavares K., Tuset J.J., Viggiani G., Vivas A.G., 1988: Results of the Fourth Joint Pesticide Testing Programme carried out by the International Organisation for Biological Control/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Journal of Applied Entomology*, 105: 321-329.

Hietanen E., Linnainmaa K., Vainio H., 1983: Effects of phenoxyherbicides and glyphosate on the hepatic and intestinal biotransformation activities in the rat. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 53(2): 103-112.

Hjeljord O., Sahlgaard V., Engea E., Eggestada M., Grønvold S., 1988: Glyphosate applications in forest-ecological aspects. VII. The effect on mountain hare (*Lepus timidus*) use of a forest plantation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 3: 123-127.

Huber D.M., Cheng, M.W., Winsor B.A., 2005: Association of severe *Corynespora* root rot of soybean with glyphosate-killed giant ragweed. *Phytopathology*; 95(S45).

Huber D.M., Haneklaus S., 2007: Managing nutrition to control plant disease. *Landbauforschung Volkenrode*, 57: 313-322.

ISPRA, 2011: Sostanze prioritarie per il monitoraggio dei prodotti fitosanitari nelle acque - aggiornamento 2011, *Manuali e linee guida*, 74/2011

ISPRA, 2013: Rapporto Nazionale pesticidi nelle acque – Dati 2009-2010. Edizione 2013. ISPRA, *Rapporti 175/2013*.

Jaworski E.G., 1972: Mode of action of N-phosphonomethyl-glycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 1195–1198.

Kaya B., Creus A., Yanikoğlu A., Cabré O., Marcos R., 2000: Use of the *Drosophila* wing spot test in the genotoxicity testing of different herbicides. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 36:40-46.

Krüger M., Schrödl W., Neuhaus J., Shehata A.A., 2013a: Field investigations of glyphosate in urine of Danish dairy cows. *Journal of Analytical Toxicology*, 3(5): 100-186.

Krüger M., Shehata A.A., Schrödl W., Rodloff A., 2013b: Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. *Anaerobe*, 20: 74–78.

Lindros K.O., 1997: Zonation of cytochrome P450 expression, drug metabolism and toxicity in liver. *General Pharmacology*, 28(2): 191–196.

Lueken A. Juhl-Strauss U., Krieger G., Witte I., 2004: Synergistic DNA damage by oxidative stress (induced by H₂O₂) and nongenotoxic environmental chemicals in human fibroblasts. *Toxicology Letters*, 147:35-43.

McDuffie H.H., Pahwa P., McLaughlin J.R., Spinelli J.J., Fincham S., Dosman J.A., Robson D., Skinnider L.F., Choi N.W., 2001: Non-Hodgkins lymphoma and specific pesticide exposures in men: Cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 10(11): 1155–1163.

Marrs R.H., Williams, C.T., Frost, A.J. and Plant, R.A. 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental Pollution*, 59(1): 71-86.

Mohamed A.I., Naira G.A., Abbasa H.L., Kassama H.H., 1992: Effects of pesticides on the survival, growth and oxygen consumption of *Hemilepistus reaumuri*. *Tropical Zoology*, 5: 145-153.

Monsanto Technology LLC, 2010: *Glyphosate formulations and their use for the inhibition of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase*. US Patent number 7771736 B2. <https://www.google.com/patents/US7771736>. Missouri.

Monsanto, 2011: Get soybean and corn crops off to a good start in 2011 with Acceleron® seed treatment products.

<http://monsanto.mediaroom.com/give-crops-a-good-start-with-acceleron> - See more at: <http://earthopensource.org/index.php/5-gm-crops-impacts-on-the-farm-and-environment/references-to-section-5#sthash.B1DpAWh5.dpuf>

National Library of Medicine, 2003: MEDLINEplus health information. Merriam-Webster medical dictionary. www.nlm.nih.gov/medlineplus/mplusdictionary.html.

Nafziger E.D., Widholm J.M., Steinrücken H.C., Killmer J.L., 1984: Selection and characterization of a carrot cell line tolerant to glyphosate. *Plant Physiol.*, 76(3): 571–4.

Neškovic N.K., Poleksic V., Elezovic I., Karan V., Budimir M., 1996: Biochemical and Histopathological Effects of Glyphosate on Carp, *Cyprinus carpio* L.. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 56: 295-302.

Neumann G., Kohls S., Landsberg E., Stock-Oliveira Souza K., Yamada T., Romheld V., 2006: Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 20: 963–969.

Paganelli A., Gnazzo V., Acosta H., López S.L., Carrasco A.E., 2010: Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology*, 23(10): 1586-1595.

Parochetti J., Arsenovic M., Getsinger K., Stubbs D., Haller W., 2008. Addressing the need for herbicides for aquatic weeds in irrigation water in the US. *Outlooks on Pest Management*, June 2008.

<http://wssa.net/wp-content/uploads/IrrigateAquatic-articlePO-Parochetti-et-al.-2008.pdf>

Peluso M., Munnia A., Bolognesi C., Parodi S., 1998: 32P-postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 31: 55- 59.

Pessione E., 2012: Lactic acid bacteria contribution to gut microbiota complexity: Lights and shadows. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2: 86.

Richie, D.C., Harestad, A.S. and Archibald, R., 1987. Glyphosate treatment and deer mice in clearcut and forest. *Northwest Science*, 61(3), 199-202.

Rossi M., Amaretti A., Raimondi S., 2011: Folate production by probiotic bacteria. *Nutrients*, 3(1): 118–34.

Samsel A., Seneff S., 2013a: Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, 15(4): 1416-1463

Samsel A., Seneff S., 2013b: Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary Toxicology*, 6(4): 159–184.

Santillo D.J., Brown P.W., Leslie, D.M. 1989a. Response of songbirds to glyphosate-induced habitat changes on clearcuts. *Journal of Wildlife Management*, 53 (1): 64-71.

Santillo D.J., Leslie D.M., Brown, P.W., 1989: Response of small mammals to glyphosate applications on clearcuts. *Journal of Wildlife Management*, 53(1): 164-172.

Senapati T., Mukerjee A.K., Ghosh A.R., 2009: Observations on the effect of glyphosate based herbicide on ultra structure (SEM) and enzymatic activity in different regions of alimentary canal and gill of *Channa punctatus* (Bloch). *Journal of Crop and Weed*, 5(1): 236–245.

Shehata A.A., Schrödl W., Aldin A.A., Hafez H.M., Krüger M., 2013: The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota in vitro. *Current Microbiology*, 66: 350–358.

Shelton J.F., Hertz-Picciotto I., Pessah I.N., 2012: Tipping the Balance of Autism Risk: Potential Mechanisms Linking Pesticides and Autism. *Environmental Health Perspectives*, 120(7): 944–951.

Sheng M., Hamel C., Fernandez M.R., 2012: Cropping practices modulate the impact of glyphosate on arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria in agroecosystems of the semiarid prairie. *Can J Microbiol.*, 58(8): 990-1001. doi: 10.1139/w2012-080.

Springett J.A., Gray R.A.J., 1992: Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. *Soil Biology & Biochemistry*, 24(12): 1739-1744.

Triggiani V., Tafaro E., Giagulli V.A., Sabbà C., Resta F., Licchelli B., Guastamacchia E., 2009: Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 9(3): 277–94.

Tsatsoulis A., 2002: The role of apoptosis in thyroid disease. *Minerva medica.*, 93(3):169-80.

USPTO (United States Patent Office), 1964. Aminomethylenephosphinic acids, salts thereof, and process for their production. Patent US 3160632, Dec. 8, 1964.

USPTO (United States Patent Office), 1974: Monsanto Co, Regulating plants with n-phosphonomethylglycine and derivatives Patent US 3799758, Dec 10, 1974

USPTO (United States Patent Office), 2000

Walsh L.P., 2000: Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environmental Health Perspectives*, 108: 769-776.

Williams G.M., Kroes R., Munro I.C., 2000: Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31(2 pt. 1): 117–165

Zimmerman A. L., Dechant J. A., Johnson D. H., Goldade C.M., Church J.O., Euliss B.R., 2002a: Effects of management practices on wetland birds: Marsh Wren. Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 19 pages. www.npwrc.usgs.gov/resource/literatr/wetbird/mawr/mawr.htm. p. 7.

Zimmerman A.L., Jamison B.E., Dechant J.A., Johnson D.H., Goldade C.M., Church J.O., Euliss B.R., 2002: Effects of management practices on wetland birds: Sora. Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 31 pages.

www.npwrc.usgs.gov/resource/literatr/wetbird/sora/sora.htm.

Zobiole L.H.S., Kremer R.J., Oliveira Jr R.S., Constantin J., 2010: :Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. *Journal of Applied Microbiology*, ISSN 1364-5072

Riferimenti normativi

Decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, Attuazione delle direttive 1999/45/CE e 2001/60/CE relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi. Gazzetta Ufficiale n. 87 del 14 aprile 2003, Supplemento Ordinario n. 61.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale. Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006, Supplemento Ordinario n. 96

Decreto del Ministero della Salute 17 settembre 2012, Ri-registrazione del prodotto fitosanitario, a base di glifosate, sulla base del dossier MON 78044 di All. III alla luce dei principi uniformi per la valutazione e l'autorizzazione dei prodotti fitosanitari. (12A10281). Gazzetta Ufficiale Serie Generale, n. 232 del 04 ottobre 2012.

Decreto legislativo 20 settembre 2012: Ri-registrazione di prodotti fitosanitari, a base di glifosate, sulla base del dossier MON 79632 di All. III alla luce dei principi uniformi per la valutazione e l'autorizzazione dei prodotti fitosanitari. (12A10353). Gazzetta Ufficiale Serie Generale, del 5-10-2012.

Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n. 150, Attuazione della direttiva 2009/128/CE.

Regolamento CE n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006" (CLP - Classification, labelling and packaging) ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi.

Direttiva 1991/414/CEE del 15 luglio 1991 relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari. Gazzetta Ufficiale L 230 del 19.8.1991.

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Direttiva 2009/128/CE del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi.

DataBase consultati

ISPRA (Istituto superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), Banca Dati Prodotti Fitosanitari

<http://www.isprambiente.gov.it/files/prodotti-fitosanitari/>

Ministero della Salute: Banca dati dei prodotti fitosanitari

http://www.salute.gov.it/fitosanitariwsWeb_new/FitosanitariServlet

PAN (Pesticide Action Network), Pesticides Database

<http://www.pesticideinfo.org/>

PPDB (Pesticide Properties DataBase), University of Hertfordshire
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm>