

## RISCOS TOXICOLÓGICOS DO HERBICIDA GLYPHOSATE

*Hélida Campos de Mesquita*

Eng. Agr., M.Sc. em Fitotecnia, Professora do IFRN, Apodi – RN.

E-mail: helida.mesquita@ifrn.edu.br

*Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues*

Eng. Agr., Programa Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, RN.

E-mail: anapaulamsr@hotmail.com

*Antonio Francisco de Mendonça Júnior*

Eng. Agr., M. Sc. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, RN.

E-mail: agromendoncajr@yahoo.com.br

**RESUMO:** O glyphosate é um dos herbicidas mais comercializados do mundo, tem utilização em diversos ambientes, principalmente agrícolas, florestais, aquáticos, industriais e domésticos, pois é um herbicida sistêmico e de amplo espectro de controle de plantas daninhas. O glyphosate é considerado uma molécula pouco tóxica á humanos e animais, pois nos mamíferos não existe a via de atuação do mesmo. Porém existem diferenças na formulação do herbicida, ligadas aos diluentes e aditivos incorporados ao produto comercial que podem alterar a absorção e a translocação do ingrediente ativo nas plantas, influenciando tanto a seletividade e a eficiência de controle, como o a toxicidade do produto. O objetivo dessa revisão foi realizar um estudo mais aprofundado sobre a toxicidade deste herbicida tão presente no cotidiano dos trabalhadores rurais, bem como mostrar à importância de programas ligados a saúde pública, que possam atuar diretamente nos setores críticos, visando reduzir os índices de doenças e óbitos causados pelo contato com o produto.

**Palavras-chave:** agrotóxicos, controle químico, ingrediente ativo, toxicidade

## TOXICOLOGICAL RISK OF HERBICIDE GLYPHOSATE

**ABSTRACT:** Glyphosate is a herbicide marketed over the world, is used in many environments, agriculture, forestry, aquatic, industrial and domestic, especially. It is a systemic herbicide of broad-spectrum weed control. Glyphosate is a molecule considered low toxicity to humans and animals, since in mammals there are not actuation means of this herbicide. However, there are differences in the formulation of the herbicide, connected to diluents and additives incorporated to the commercial product that can alter the absorption and translocation of the active ingredient in plants, influencing both the selectivity and efficiency of control, as the toxicity of product. The objective of this review was to conduct further study on the toxicity of this herbicide so present in daily life of rural workers, as well as showing the importance of public health programs, which can act directly on the critical sectors, aimed at reducing rates of disease and deaths caused by contact with the product.

**Keywords:** active ingredient, chemical control, pesticide, toxicity

## INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas através do uso de herbicidas constitui-se atualmente como o método mais eficiente, principalmente nas grandes áreas de cultivo, onde o método se torna economicamente viável (AGOSTINETTO et al., 2009a).

Dentre os herbicidas utilizados o glyphosate é um dos mais comercializados no mundo, sendo utilizado em mais de 119 países, existindo cerca de 150 marcas comerciais para o produto (HARTZLER, 2008). Tem utilização em diversos ambientes, principalmente agrícolas, florestais, aquáticos, industriais e domésticos, pois é um herbicida sistêmico e de amplo espectro no controle de plantas daninhas, podendo ser aplicado em baixos volumes de calda, se comparado a

herbicidas convencionais (RODRIGUES & ALMEIDA 2005).

Nas últimas décadas os herbicidas formulados a base de glyphosate tem ganhado expressão e importância, principalmente em virtude do crescimento da área semeada com culturas resistentes à molécula (RODRIGUES & ALMEIDA 2005), pois além da elevada eficiência no controle das plantas daninhas, seu uso não compromete a produtividade da cultura (PETTER et al., 2007).

A utilização de agrotóxicos, de uma maneira geral, é indispensável no atual cenário da agricultura brasileira, porém do ponto de vista ambiental e de saúde pública tem determinado um grande impacto negativo, devido à contaminação ambiental, e aos casos de intoxicação, com muitos registros de doenças e mortes. Segundo dados do

Sistema de informação tóxico farmacológica, no ano de 2009 foram registrados em todo o Brasil 9,191 mil casos de intoxicação por agrotóxicos, desconsiderando os casos que normalmente não são registrados no sistema de saúde (SINITOX, 2010).

A utilização do glyphosate representa cerca de 30% do total de herbicidas utilizados na lavoura (INOUE et al., 2003), de modo que é necessário o conhecimento do potencial toxicológico do produto, com vista a atuar na prevenção de acidentes com o mesmo, uma vez que se trata de um produto químico. Os testes de toxicidade possibilitam estabelecer limites permissíveis para várias substâncias químicas (BERTOLLETTI, 1990), o que permite utilização mais segura.

O glyphosate de maneira geral é considerado uma molécula pouco tóxica à humanos e animais, pois nos mamíferos não existe uma via de atuação do mesmo, sendo um dos fatores que conferem a este princípio ativo um perfil toxicológico favorável quando comparado a outros (FRANZ, 1997). Todavia as diferenças existentes na formulação do herbicida podem alterar a absorção e a translocação do ingrediente ativo nas plantas, influenciando tanto a seletividade e eficiência de controle, como a toxicidade do produto (AGOSTINETTO et al., 2009b; WERLANG et al., 2003).

Tal fato se dá devido os solventes utilizados nas formulações comerciais, pois alteram as propriedades de toxicidade da molécula. Outros componentes da formulação também variam, por exemplo, as formulações de glyphosate sal de isopropilamina e sal potássico que apresentam maior eficiência no controle de espécies, comparativamente à formulação de sal amônio (AGOSTINETTO et al., 2009b).

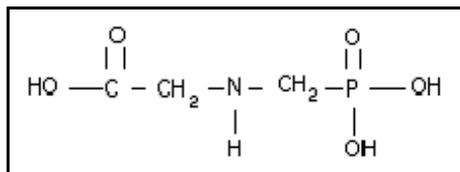
Considerando o exposto, se faz necessário estudos que busquem aprofundar o conhecimento a respeito da toxicidade do herbicida glyphosate, haja vista sua indispensável presença no cotidiano do setor rural.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Características químicas do glyphosate

O herbicida glyphosate, N-(fosfometil)-glicina, pertence ao grupo químico dos derivados da glicina, sendo um aminoácido análogo ao aminoácido natural. Seu nome é derivado da contração entre glicina + fosfato (BRIDGES, 2003; RODRIGUES & ALMEIDA 2005). É um ácido orgânico fraco formado por uma molécula de glicina e outra

de fosfometil, a fórmula química genérica é  $C_3H_8NO_5P$ , segundo arranjo estrutural apresentado na figura 1.



**Figura 1.** Arranjo estrutural da molécula de glyphosate (N-(fosfometil)-glicina).

O glyphosate é normalmente comercializado na forma de sal, obtido mediante a neutralização do glyphosate ácido com uma base apropriada (GRAVENA, 2006). Segundo Franz, Mao e Sikorski (1997), o glyphosate pode ser apresentado em diferentes formas de sais, que podem apresentar alta solubilidade em água e efeito herbicida.

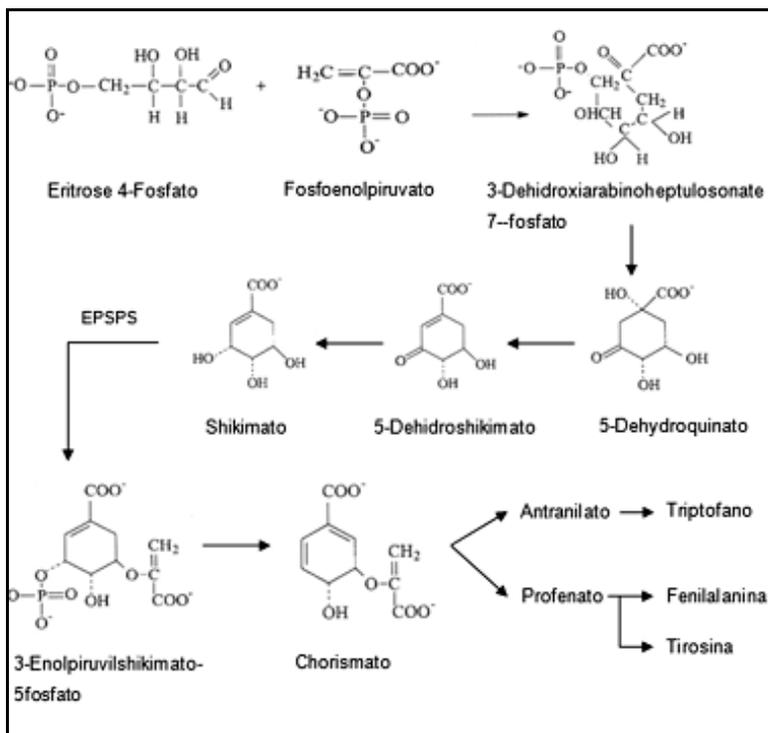
Atualmente no Brasil o glyphosate é formulado como sal de isopropilamina, sal de amônio, sal de potássio ou sal de trimetilsulfônico. A forma mais utilizada é o sal de isopropilamina, usualmente associado ao surfactante polioxietilenoamina (POEA) (BRIDGES, 2003).

### 2. Mecanismo de ação do herbicida

O glyphosate é um herbicida não seletivo, aplicado em pós-emergência, exercendo efetivo controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas, perenes e anuais (SANTOS et al., 2001), com uso frequente em dessecações de plantas em áreas que adotam o plantio direto, especialmente, assim como em aplicações dirigidas (PROCÓPIO, et al., 2006).

A absorção da molécula na planta acontece pelas folhas, através da cutícula. Após a absorção, a translocação ocorre principalmente via simplasto, que o insere no grupo de herbicidas sistêmicos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Após sua absorção, o glyphosate atua dificultando o crescimento da planta através da produção de aminoácidos aromáticos essenciais, pela inibição da enzima enolpiruvilshikimato fosforiltransferase (EPSPS), a qual é responsável pela biossíntese de chorismato, um intermediário na biossíntese da fenilalanina, tirosina e triptofano (Figura 2) (MOURA, 2009).



**Figura 2.** Via metabólica para a síntese de aminoácidos aromáticos essenciais nas plantas. WILLIAMS et al. (2000).

A via para a biossíntese de aminoácidos aromáticos não é expressa por nenhum membro do reino animal, tornando esse mecanismo de ação exclusiva às plantas (WILLIAMS et al., 2000; CERDEIRA et al., 2007). As plantas sob efeito do produto iniciam um processo de amarelecimento progressivo das folhas, murchamento e posterior necrose e morte, em consequência da ausência da síntese de alguns compostos secundários como vitaminas e hormônios, diretamente ligados à biossíntese da fenilalanina, tirosina e triptofano (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

### 2.1. Comportamento do herbicida no solo

O glyphosate apresenta alta capacidade de sorção às partículas coloidais do solo, ficando fortemente adsorvido após o seu contato com o solo, tornando-o indisponível para absorção pelas plantas (SPRANKLE; MEGGIT; PENNER, 1975). A adsorção está diretamente relacionado ao aumento no teor de argila e matéria orgânica do solo, assim como ao tamanho da molécula. Para Jonge et al. (2001), o mecanismo de adsorção do glyphosate às partículas coloidais do solo assemelha-se ao que ocorre com o fosfato inorgânico.

Com relação a sua mobilidade no solo, vários trabalhos evidenciam que a molécula de glyphosate possui baixo potencial de lixiviação, haja vista sua elevada capacidade de aderência ao solo (SPRANKLE; MEGGIT; PENNER, 1975; SOUZA et al., 1999; RUEPPEL et al., 1977).

Tais propriedades classificam o glyphosate dentro dos químicos de persistência média no solo, podendo ser de 30 a 90 dias dependendo diretamente da fração mineral, do teor de argila, de fósforo, de matéria orgânica e da atividade microbiana (MATTOS et al., 2002).

A degradação do glyphosate no meio ambiente ocorre por via microbiana, por isso em solos com baixa atividade de microrganismos a degradação da molécula é praticamente desprezível (RUEPPEL et al., 1977; SPRANKLE; MEGGIT; PENNER, 1975). O processo predominante é o de co-metabolismo, em que os microrganismos não utilizam o herbicida para seu crescimento (SPRANKLE; MEGGIT; PENNER, 1975).

### 2.2. Características toxicológicas

A classe toxicológica do glyphosate varia de acordo com a formulação do produto. O Round Up original, o Gliz 480 NA, o Scout, estão agrupados na classe toxicológica IV, pouco tóxica aos mamíferos, enquanto que Round Up Transbord e o Glyphosate Agripec 720 WG estão na classe III, medianamente tóxico (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Em humanos e animais a toxicidade é muito baixa, não havendo relatos de sintomas de intoxicações crônicas. No caso de exposição dados demonstram que o nível de exposição está bem abaixo do NOEL (GRANJA, 2011).

A exposição pelo glyphosate pode ser por diversas vias,

sendo as principais, a dérmica, a respiratória, a digestiva e através das mucosas, enquanto a absorção pode ocorrer pelas vias dérmicas, digestiva e pelas mucosas (GRANJA, 2011; RODRIGUES & ALMEIDA, 2005). As manifestações clínicas decorrentes da exposição estão diretamente relacionadas a concentração e a quantidade do produto, assim como ao tempo de exposição as diversas formulações (MONASANTO, 2011).

No caso da ingestão, exposição digestiva, pode ocorrer lesões corrosivas da mucosa oral, esofágica e gástrica, causando náuseas, vômito, cólica e diarreia. Podem ocorrer alterações neurológicas, que ocasionem convulsões coma e morte. A DL50 é 5600 mg/kg de peso vivo nos teste realizado com ratos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005; MONASANTO, 2011).

Na via de absorção cutânea o produto pode causar dermatite de contato (eritema, queimação, prurido, vesículas e eczemas), sendo a DL50 testada em coelhos superior a 5.000 mg/kg (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005). O contato ocular pode provocar irritação, dor e queimação, além de turvação da visão, conjuntivite e edema palpebral. A exposição respiratória pode acarretar irritação das vias (MONASANTO, 2011).

Roman et al. (2009) estudando a toxicidade renal e hepática em camundongos prenhes expostos à associação de 2,4 - D e glyphosate, verificaram que o glyphosate puro apresenta baixa toxicidade aguda em ratos, cuja DL50 oral é de 4.230 mg/kg e a dose na qual não é verificado nenhum nível de efeitos adversos (NOAEL) é de 3.500 mg/kg/dia.

O tratamento das intoxicações por glyphosate é basicamente sintomático e deve ser implementado paralelamente às medidas de contaminação, que visam limitar a absorção e os efeitos locais (MONASANTO, 2011).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A toxicidade do glyphosate se dá em função não somente da molécula química, mas também dos diluentes e aditivos incorporados ao produto comercial, demandando estudos mais profundos sobre a toxicidade das formulações comerciais. A ampla utilização desta molécula aumenta o risco de intoxicação por parte de quem a manuseia, o que gera necessidade de programas ligados à saúde pública, que possam atuar diretamente nos setores críticos, visando reduzir os índices de doenças e óbitos causados pelo contato com o produto.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Agostinnetto, D.; Tironi, S. P.; Galon, L.; et al. Desempenho de formulações e doses de glyphosate em soja transgênica. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.2, p.35, 2009 a.

Agostinnetto, D.; Dal Magro, T.; Galon, L.; et al. Respostas de

cultivares de soja transgênica e controle de plantas daninhas em função de épocas de aplicação e formulações de glyphosate. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.739-746, 2009b.

Bertoletti, E. **Ensaio biológicos com organismos aquáticos e suas aplicações no controle da poluição**. São Paulo: Cetesb, 1990.

Cerdeira, A.L.; Gazziero, D.L.P.; Duke, S.O.; et al. Review of potential environmental impacts of transgenic glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B, v.42, p.539-549, 2007.

Franz, J.E.; Mao, M.K.; Sikorski, J.A. Glyphosate: a unique global herbicide. ACS Monograph 189, **American Chemical Society**, p.163-175, 1997.

Granja, C.U. **Toxicologia glyphosato**. Bogotá: Clínica de Toxicología. 4p. <http://www.clinicadetoxicologia.com.br>. 18 mai. 2011.

Gravena, R. **Respostas bioquímicas e fisiológicas de plantas de citros atingidas pelo glyphosate**. Piracicaba-SP: Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. 114 f. 2006. (Tese de doutorado).

Hartzler, B. **Which glyphosate product is best?** 2008. <http://www.weeds.iastate.edu/glyphosateformulations>. 12 Mai. 2011.

Inoue, M.H.; Oliveira Jr., R.S.; Regitano, J.B.; et al. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no Estado do Paraná. **Planta Daninha**, v.21, p.313-323, 2003.

Jonge, H.; Jonge, L.W.; Jacobsen, O.H.; et al. Glyphosate sorption in soils of different ph and phosphorus content. **Soil Science**, v.166, p.230-238, 2001.

Mattos, M.L.T. Monitoramento ambiental do glifosato e de seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) em águas de lavouras de arroz irrigado. **Pesticidas: Revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v.12, p.145-154, 2002.

MONSANTO DO BRASIL. **Herbicida Roundup: Manual técnico**. São Paulo, 1980, 16p.

MONSANTO DO BRASIL. **Bula do glifosato original**. <http://www.monsanto.com.br/produtos/herbicidas/roundup/roundup-original/roundup-original.asp>. 16 de Mai. 2011.

Moura, E.E.S. **Determinação da toxicidade aguda e caracterização do risco ambiental do herbicida Roundup (glifosato) sobre três espécies de peixes**. Natal-RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 45f. 2009.

- (Dissertação de mestrado – Programa de pós-graduação em biologia aquática).
- Petter, F.A.; Procópio, S.O.; Cargnelutti Filho, A.; et al. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v.25, p.557-566, 2007.
- Procópio, S. O.; Pires, F.R.; Menezes, C.C.E.; et al. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.193-197, 2006.
- Rodrigues, B. N.; Almeida, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: 2005, p.275- 288p.
- Roman, S.S.; Silvane, S.; Bergamin, S.S.N.A.; et al. Toxicidade renal e hepática em camundongos prenhes expostos à associação do ácido 2,4 diclorofenoxiacético e do glifosato. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.6, n.2, p.152-171, 2009.
- Rueppel, M.L.; Brightwell, B.B.; Schaefer, J.; et al. Metabolism and degradaion of glyphosate in soil and water. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v.25, p.517-528, 1977.
- Santos, I. C.; Silva, A.A.; Ferreira, F.A.; et al. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina difusa*. **Planta Daninha**, v.19, p.135-143, 2001.
- SINITOX. **Casos de Intoxicação por Agrotóxicos em Geral por Unidade Federada, Segundo Circunstância Registrado em 2009**. [http://www.fiocruz.br/sinitox\\_novo/media/tab01\\_agro\\_geral\\_2009.pdf](http://www.fiocruz.br/sinitox_novo/media/tab01_agro_geral_2009.pdf). 05 mai. 2011.
- Souza, A.P.; Prates, H.T.; Ferreira, F.A.; et al. Lixiviação do glyphosate e do imazapyr em solos com diferentes texturas e composição química. II. Método analítico. **Planta Daninha**, v.17, n.2, p.245-262, 1999.
- Sprankle, P.; Meggit, W.; Penner, D. Adsorption, mobility and microbial degradation of glyphosate in soil. **Weed Science**, v.23, p.229-234, 1975.
- Werlang, R.C.; Silva, A.A.; Ferreira, L.R.; et al. Efeitos da chuva na eficiência de formulações e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.121-130, 2003.
- Williams, G.M.; Kroes, R.; Munro, I.C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.31, n.2, p.117- 165, 2000.