

Toxicidade do glifosato em *Physa acuta* Drapramurd, 1805, em condições não controladas de laboratório

Toxicity of glyphosate on Physa acuta Drapramurd, 1805, under uncontrolled laboratory conditions

DOI: 10.53660/inter064-SS03

Paulo Ricardo da Silva Camargo¹; Jenniffer Cecília Noronha de Faria¹;
Marcos Fernandes Silva¹; Tainá Marques Sampaio¹; Carlos Roberto Mangussi Filho¹;
Gabriel Henrique de Moraes Fernandes¹; Nataly Mendes Neves¹; Marília Ribeiro dos Anjos¹;
Newton Pimentel Ulhôa Barbosa²; Paulo Santos Assis²; Antônio Valadão Cardoso²; Afonso Pelli¹

Resumo: O uso de agrotóxicos se faz cada vez mais presente nas atividades agrícolas, sendo o Brasil um dos maiores contribuintes ao uso glifosato (N-fosfonometil glicina). A utilização inadequada de defensivos agrícolas oferece potencial risco ao meio ambiente, principalmente em ambientes aquáticos continentais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar teste de toxicidade com o gastrópode límnico *Physa acuta* na intenção de verificar os efeitos das concentrações do Glifosato 480 AGRIPPEC®. Os organismos utilizados no teste de toxicidade são oriundos do cultivo de moluscos dulcícolas no Biotério Nico Nieser, do Laboratório de Ecologia e Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Foram escolhidos aleatoriamente vinte e quatro gastrópodes e alocados dois indivíduos por aquário, totalizando onze unidades experimentais. O experimento foi acompanhado por quatorze dias. O tratamento 1, com a maior concentração de glifosato (1ml) exibiu 100% de mortalidade em relação aos demais tratamentos. Quando comparado à porcentagem de sobrevivência de todos os tratamentos, pode-se verificar dois grupos: tratamentos 1-5 apresentaram 60% de sobrevivência, enquanto os tratamentos 6-10 apresentaram 90%. Dessa maneira, ficou evidenciado que as concentrações de glifosato podem estar relacionadas com a porcentagem de sobrevivência, quanto menor a concentração do herbicida maior a porcentagem de sobrevivência. Esses dois grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Os autores concluem que apesar dos resultados indicarem a toxicidade do glifosato ao *Physa acuta*, novos estudos devem ser realizados visando identificar o real grau de toxicidade e eventual dose letal 50% ou DL50 do princípio ativo.

Palavras-chave: agrotóxico, gastrópodes dulcícolas, taxa de sobrevivência.

Abstract: The use of pesticides is increasingly present in agricultural activities, and Brazil is one of the largest contributors to the use of glyphosate (N-phosphonomethyl glycine). The inappropriate use of pesticides offers potential risk to the environment, especially in continental aquatic environments. In this sense, the objective of this work was to carry out toxicity tests with the freshwater gastropod *Physa acuta* to verify the effects of glyphosate 480 AGRIPPEC® concentrations. The organisms used in the toxicity test came from the culture of freshwater mollusks in the Nico Nieser vivarium of the

¹ Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil afonsopelli@gmail.com

² Universidade Federal de Ouro Preto/REDEMAT/FIMAT, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil assis@ufop.edu.br

*Ecology and Evolution Laboratory of the Federal University of Triângulo Mineiro (UFTM). Twenty-four gastropods were randomly chosen, and two individuals were allocated per tank, totaling eleven experimental units. The experiment was followed per fourteen days. Treatment 1, with the highest glyphosate concentration (1ml) exhibited 100% mortality in relation to the other treatments. When the survival rate of all treatments was compared, two groups were observed: treatments 1-5 showed 60% survival, while treatments 6-10 showed 90%. Thus, it was evidenced that glyphosate concentrations may be related to the percentage of survival, the lower the concentration of herbicide the higher the percentage of survival. These two groups analyzed (exhibited statistically significant differences). The authors conclude that although the results indicate the toxicity of glyphosate to *Physa acuta*, further studies should be conducted to identify the real toxicity and eventual lethal dose 50% or LD50 of the active principle.*

Keywords: *pesticide, freshwater gastropods, survival rate.*

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos vem crescendo aceleradamente nas últimas décadas, com isso, o uso de agrotóxicos se faz cada vez mais presente (HEINEMANN et al., 2013). O Brasil, devido a sua grande extensão e fatores climáticos propícios é um dos maiores produtores de alimento do mundo (CARNEIRO et al., 2015; SILVA et al., 2018). A expressão da produção agrícola no PIB do Brasil é tamanha que no Ano Safra 2021, apresentou uma produção de 258,5 milhões de toneladas superando o recorde do Ano Safra 2020 que havia sido de 254,1 milhões de toneladas, conforme dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) divulgados em junho/2021 (IBGE,2021). Tais dados demonstram o quão importante é o referido setor na Economia Brasileira, sendo que em um período de recessão mundial, devido a Pandemia do SARS-COV-2 (COVID-19), houve crescimento de 5,1% no primeiro trimestre de 2021, puxando o PIB-Brasileiro para taxa de crescimento próxima a 1,2% no período (IBGE,2021).

Esta representatividade na matriz econômica nacional está associada com o consumo de insumos agrícolas. Tal fato faz do Brasil um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo (CARNEIRO et al., 2015; SILVA et al., 2018). Os agrotóxicos nada mais são que compostos químicos, físicos ou biológicos que tem como finalidade mitigar as ações de outros organismos classificados como pragas (BRASIL, 2002). Dentre todos os defensivos agrícolas mais utilizados no Brasil, o herbicida composto pelo princípio ativo glifosato (N-fosfonometil glicina) é o mais comum (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; CAMPOS et al., 2021). O Glifosato representa 60 % do consumo no mercado mundial de herbicidas não seletivos e sistêmicos (AMARANTE JUNIOR et al., 2002).

O Glifosato possui aplicação via pulverização para o controle de ervas daninhas que afetam o desenvolvimento de culturas anuais e perenes. Após a aplicação sobre as plantas alvo, o herbicida é absorvido pelas folhas, com posterior transporte dos agentes pela planta, onde serão produzidos efeitos de inibição nos sistemas enzimáticos. Ele possui recomendação para aplicação em diversas culturas como Arroz irrigado, Cana de Açúcar, Café, Citros Maçã, Milho, Pastagens, Soja, Fumo, Pêra, Pêssego, Ameixa, Banana, Cacau, Nectarina, Algodão, Uva, dentre outros (AMARANTE JUNIOR et al., 2002).

A aplicação inadequada destes agrotóxicos no ambiente, tanto referente à quantidade quanto ao método de aplicação, pode resultar na inserção de frações que causem danos ao meio ambiente e à saúde humana (SILVA, 2005). As maiores concentrações residuais do herbicida são encontradas no solo pós-colheita e nos mananciais hídricos (AMARANTE JUNIOR et al., 2002). São várias as possíveis rotas e impactos. A área da ciência que se ocupa desses estudos é a ecotoxicologia. Segundo Relyea e Ricklefs (2021), esta ciência também se ocupa dos processos de bioacumulação e biomagnificação (SILVA, 2005).

Quanto ao transporte destes agentes entre comportamentos do ambiente, este ocorre por diferentes vias e processos, como a lixiviação e araste (SILVA, 2005). O composto no estado livre é rapidamente degradado na presença de dióxido de carbono pela atividade microbiana, enquanto a fração adsorvida tem o processo de degradação mais lento, podendo persistir por longos períodos no solo (AMARANTE JUNIOR et al., 2002). As Áreas de Preservação Permanente (APP's) tem também a função de proteção dos recursos hídricos, formando um filtro.

O Glifosato é um composto extremamente polar, o que afeta seu processo de extração em amostras aquosas. Como ele não possui grupos cromóforos, ele não absorve radiação eletromagnética na região do visível, o que impossibilita sua detecção via métodos colorimétricos ou de fluorescência (AMARANTE JUNIOR et al., 2002). Devido a tais limitações, se tornou necessário a aplicação de técnicas mais avançadas para a detecção de tais poluentes, como por exemplo a cromatografia líquida com espectrômetro de massa (CHIARELLO et al., 2016).

A Legislação Brasileira que disciplina a aplicação de agrotóxicos é dada pela Lei Federal 7802/89 que trata de assuntos relacionados aos agrotóxicos. No que se refere ao glifosato, não existe na Legislação Brasileira limites máximos permitidos de concentração do referido herbicida no solo, apenas para alimentos e água potável. As concentrações máximas permitidas nos alimentos são definidas por meio da Portaria de competência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. No que diz respeito a concentrações na água para consumo humano, a Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde inseriu como Valor Máximo Permitido (VMP) a concentração de 500 µg/L de Glifosato +

AMPA nas águas após o tratamento para consumo humano (BRASIL, 2021). Tal concentração estabelecida no Brasil encontra-se entre limites praticados em outros países, como por exemplo a concentração máxima permitida de 700 µg/L de glifosato é adotada nos Estados Unidos (US EPA). Já a União Europeia (EEC), de forma mais ponderada e parcimoniosa adota o limite de 0,1µg/L para água para consumo humano (AMARANTE JUNIOR et al., 2002).

A utilização inadequada destes defensivos oferece potencial risco ao meio ambiente, principalmente em ambientes aquáticos continentais (GRUBE et al., 2011; RONCO et al., 2016; HE; LI, 2020). Os efeitos negativos nas comunidades biológicas frente à exposição de agrotóxicos ainda são pouco conhecidos (VERA et al, 2010). No entanto, alguns trabalhos lançam luz sobre os efeitos deletérios aos organismos, ocasionado pela exposição de glifosato, acarretando implicações embriológicas, metabólicas, imunológicas, endócrinas e neurológicas nos organismos (DE SOUZA et al., 2017; MESTRE et al., 2020; THURNANN et al., 2020).

Os moluscos constituem o segundo ou terceiro maior grupo de biodiversidade, distribuído em oito classes (PONDER; LINDBERG, 2008; CAMARGO et al., 2021). Nesse sentido, estima-se que possam existir 240 mil espécies (BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2018) e, destas em torno de 3.000 habitam o Brasil. Ao se tratar de ambientes límnicos, 308 espécimes são de água doce, onde 193 destes são gastrópodes, que se dividem em cinco famílias autóctones de pulmonados, da ordem *Basommatophora*, onde se inclui a *Physidae*, com cerca de 80 espécies (SANTOS et al., 2016). Estes gastrópodes possuem o habitat marinho como o meio de irradiação adaptativa, colonizando posteriormente outros ambientes, incluindo o meio terrestre (SIMONE, 2006).

Physidae, do grego “*Physa*”, é um molusco de ambientes lênticos de água doce, encontrado em pequenos tanques, represas, lagos e córregos. É originário da Bacia do Rio Garonne na França, sendo que este grupo não tem registro da data de introdução no Brasil. Estima-se possuir ocorrência desde o período colonial (MIYAHIRA, et al., 2021). Sua introdução provavelmente derivou do comércio ou transporte de plantas aquáticas e atividades de aquarofilistas (MANSUR et al., 2012). Estão difundidos em pelo menos sete estados brasileiros: Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, se tornado bastante comum. São taxados como invasores indesejados, sendo por vezes considerados pragas. São prolíficos e na presença de alimentos formam grandes populações, possuindo considerável tolerância à ambientes eutrofizados, o que potencializa a capacidade de instalação, estabelecimento e persistência nos ambientes aquáticos (SANTOS et al., 2016).

Alterações relacionadas às comunidades existentes de moluscos vêm sendo bastante evidenciadas principalmente em relação a introdução de espécies exóticas em seu habitat natural

(ALLEN; SMITH; DARWALL, 2012; BARBOSA et al., 2016; DARRIGRAN et al., 2020). Devido ao fato de tais moluscos possuírem tamanha resistência a condições ambientais adversas, nota-se um potencial de utilizá-los a fim de auxiliar em estudos para avaliação de impactos que podem ser acarretados pela presença de agrotóxicos no ambiente. Assim, se faz relevante a verificação dos danos causados a esses indivíduos na presença de diferentes concentrações de agrotóxico.

Sendo assim, dado aos fatores apresentados o presente trabalho teve como objetivo realizar testes de toxicidade com o gastrópode límico *Physa acuta* a fim de verificar os efeitos das concentrações do referido herbicida.

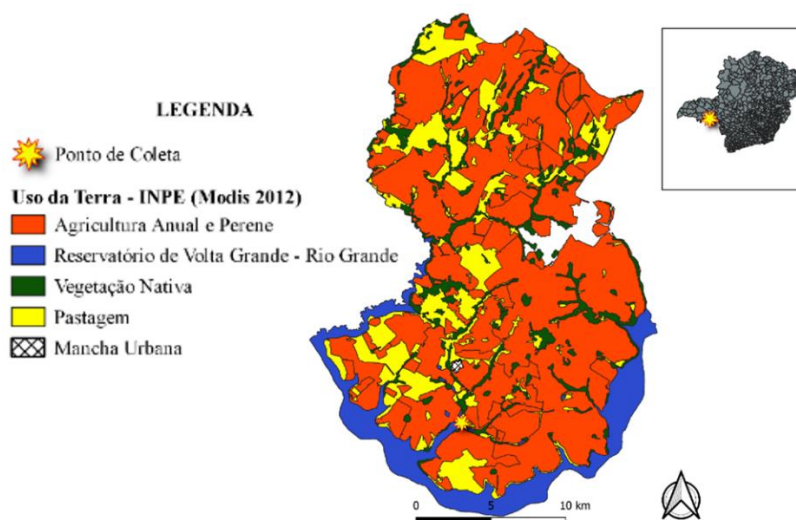
MATERIAIS E MÉTODOS

O local de coleta dos primeiros animais está localizado na coordenada geográfica 20°05'33''S e 48°06'18''W, nas margens do Reservatório da Hidrelétrica de Volta Grande (Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande - GD8), em áreas que correspondem ao município de Água Comprida (MG). A área onde foi executada a coleta, segundo IDE-SISEMA (2021) possui como uso predominante a atividade agrícola de culturas perenes e anuais (Figura 1)

Para amostragem foi delimitado um transecto de 10 m e realizado amostras com intervalo de um metro para cada amostra, totalizando cinco amostras por campanha. As campanhas ocorreram de janeiro a março de 2021. Para a amostragem dos organismos foi utilizado concha de mão, segundo método de Dipping. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos com 200 ml de água do ambiente. Em laboratório o material foi triado e os aclimatados em aquários com capacidade de 30 L, parcialmente cheios.

Os gastrópodes do presente estudo foram incorporados ao cultivo de moluscos dulcícolas do Biotério Nico Nieser, do Laboratório de Ecologia e Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

Figura 1. Mapa de uso da terra na área de coleta do molusco *Physa acuta*, no Município de Água Comprida/MG.



Nota: Os Layers Bases foram obtidos na Plataforma IDE-SISEMA e modelados no Qgis 3.16.

A alimentação dos Physídeos foi baseada em folhas de alface, ocorrendo uma vez ao dia, três vezes por semana. A identificação taxonômica foi realizada de acordo com Mansur et al. (2012).

Para o experimento foram escolhidos aleatoriamente 24 physídeos da espécie *Physa acuta* e sua alimentação foi baseada apenas em folhas de alface, *ad libitum*.

Os organismos foram distribuídos em pares, sendo dois Physídeos em cada aquário, com um total de 11 unidades experimentais.

O Glifosato 480 AGRIPÉC® é composto por Sal de Isopropilamina de N-(phosphonomethyl) glycine; ácido de glycine, dentre outras substâncias. A água utilizada era nova, proveniente do sistema de cultivo do laboratório. O glifosato foi diluído em proveta graduada de 10 ml, onde se obteve as seguintes diluições: 1 ml/10ml; 30 µl/10ml; 20 µl/10 ml; 10 µl/10 ml; 0,9 pg/10 ml; 0,6pg/10 ml; 0,4pg/10 ml; 0,3 pg/10 ml e 0,2pg/10 ml. As diluições e o controle foram transferidos para aquários com 500 ml de água. Estes foram enumerados de acordo com os tratamentos.

O experimento foi acompanhado visualmente, duas vezes ao dia (manhã e tarde) durante 14 dias. No último dia de experimento foi realizado análise dos parâmetros físico-químicos: temperatura; pH; potencial de oxirredução; condutividade elétrica; turbidez; oxigênio dissolvido; sólidos totais dissolvidos e salinidade. Para essa etapa foi utilizado a sonda multiparâmetro HORIBA U50.

Foi elaborada uma matriz com as diluições dos tratamentos e controle. A Tabela 1 apresenta a porcentagem de indivíduos sobreviventes e, porcentagem de sobreviventes em dois grupos, sendo eles um Grupo com as maiores concentrações (Unidades Experimentais 1 a 5) e o outro Grupo com as menores concentrações (Unidades Experimentais 6 a 10).

Foi realizado um teste de normalidade dos dados por meio do Teste Shapiro-Wilk, onde os dados não exibiram distribuição normal. Dessa forma, para verificar diferenças significativas das distintas diluições de glifosato com a porcentagem de sobrevivência entre os dois grupos, foi utilizado análise comparativa não paramétrica de Kruskal-Wallis. Para o teste de normalidade e análise comparativa foi utilizado o *Software* Statistica 7.1 Para essa etapa as unidades de volume (μl e pg) foram convertidas em ml .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monte (2016) desenvolveu um estudo utilizando o Glifosato 480 AGRIPPEC®, em diferentes estádios de desenvolvimento do trematódeo *Echinostoma paraensei* Lie e Bash 1967 e observou 100% de mortalidade dos exemplares independente da concentração utilizada de glifosato. No entanto no presente estudo foi observado (Tabela 1) que o único tratamento que obteve 100% de mortalidade do molusco foi o que havia maior concentração de glifosato na solução, sendo este o Tratamento 1. Os outros tratamentos que possuíam suas concentrações mais diluídas não obtiveram o mesmo resultado. Indicando que menores concentrações do glifosato não surtiram o mesmo efeito nos physídeos. Esta observação pode indicar que a espécie utilizada é mais resistente, mas mesmo assim susceptível ao Glifosato em maiores concentrações.

A partir da observação da metodologia utilizada em relação a distribuição do glifosato para os tratamentos de 2-10 é observado que não houve correlação clara dos resultados obtidos em relação a mortalidade dos espécimes. Como por exemplo em relação aos Tratamentos 3 e 5, a sobrevivência foi 100%, enquanto para os tratamentos 4 e 6 foram 50% (Tabela 1). Isso indica que os animais não isogênicos e podem mascarar eventuais padrões.

Correlacionando os dados biológicos e físico-químicos (Tabela 2), é possível observar que no tratamento 1, onde ocorreu a morte dos dois exemplares, percebe-se valores mais elevados para a condutividade elétrica, POR; OD; turbidez, sólidos totais dissolvidos e salinidade, aliado ao menor valor de pH.

Os autores acreditam que possa ser provável que as alterações observadas sejam fruto da adição de glifosato, bem como da variabilidade intrapopulacional do organismo alvo.

Tabela 1. Sobrevivência percentual dos organismos *Physa acuta* em seus respectivos tratamentos e grupos.

Unid. Exp.	Conc. Glifos.	% Sobrev. Ind.	% Sobrev. Grupo
Controle	0 ml / 10ml	100	100
1	1 ml / 10ml	0	60
2	30 µl / 10ml	50	
3	20 µl / 10 ml	100	
4	10 µl / 10 ml	50	
5	0,9pg / 10 ml	100	
6	0,6pg / 10 ml	50	90
7	0,4pg / 10 ml	100	
8	0,3 pg /10 ml	100	
9	0,3 pg /10 ml	100	
10	0,2pg /10 ml	100	

Unid. Exp: Unidades Experimental; Conc. Glifos: Concentração de Glifosato; % Sobrev. Ind.: Porcentagem de Indivíduos Sobreviventes; % Sobrev. Grup.: Porcentagem de sobreviventes nos grupos controle, maiores concentrações e menores concentrações.

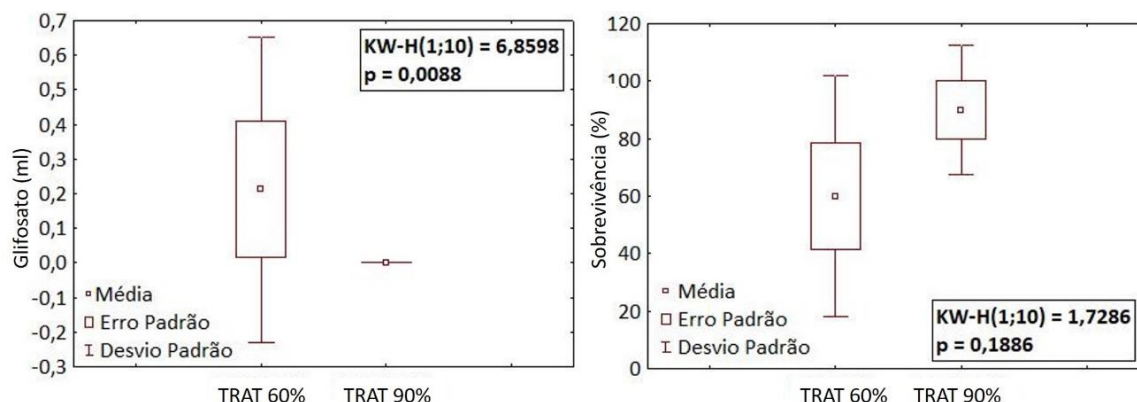
Quando os tratamentos são agrupados, observa-se que os tratamentos com maiores concentrações de glifosato tiveram sobrevivência média de 60% (tratamento 1-5); enquanto a sobrevivência com as menores concentrações foi de 90% (tratamento 6-10) (Tabela 1). Nesse sentido, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro Wilk desses dados agrupados, onde os dados não atingiram os pressupostos de normalidade ($p < 0,05$).

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos analisados: Temp: temperatura (°C); pH: potencial hidrogeniônico; POR: potencial de oxidação/redução; Cond E: condutividade elétrica (µS/cm); Turb: turbidez (UNT); OD: oxigênio dissolvido (mg/L); STD: sólidos totais dissolvidos (µg/L) e Sal: salinidade (‰).

Unid. Exp.	Temp.	pH	POR	Cond E	Turb.	OD	STD	Sal
Controle	21,9	7,41	405	185	28,4	7,7	120	0,1
1	22,1	6,67	465	941	62,3	9,0	602	0,5
2	22,1	6,88	440	221	36,5	7,9	144	0,1
3	22,1	7,16	432	199	19,4	7,0	129	0,1
4	22,1	7,24	438	164	29,7	7,0	106	0,1
5	22,1	7,13	434	54	42,1	7,2	055	0,0
6	22,0	7,37	412	175	22,6	8,2	144	0,1
7	22,0	7,37	411	184	36,5	8,0	120	0,1
8	22,0	7,40	409	181	31,4	8,0	117	0,1
9	21,8	7,54	403	182	22,1	8,6	118	0,1
10	21,9	7,38	409	180	32,6	7,8	117	0,1

Para verificar diferença significativa das concentrações e porcentagem de sobrevivência entre os dois grupos foi realizado a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. As diferentes concentrações de glifosato demonstraram diferenças significativas ($p < 0,05$). Já as porcentagens de sobrevivência não exibiram diferenças significativas ao nível de 5% (Figura 2).

Figura 2. Análise Comparativa de Kruskal-Wallis entre os tratamentos 1 a 5 e 6 a 10.



CONCLUSÃO

Com a realização do teste de toxicidade do glifosato em *Physa acuta* foi observado que apenas para o Tratamento 1 obteve 100% de mortalidade. Dessa maneira, ficou evidenciado que as concentrações de glifosato podem estar relacionadas com a porcentagem de sobrevivência, quanto menor a concentração do herbicida maior a porcentagem de sobrevivência. Os dois grupos analisados (Tratamentos 1 a 5) e (Tratamentos 6 a 10) exibiram diferenças significativas.

Desta forma pode-se inferir que as mortes estão relacionadas com a concentração do defensivo agrícola. Os autores concluem que apesar dos resultados indicarem a toxicidade do glifosato ao *Physa acuta*, novos estudos devem ser realizados visando identificar a toxicidade e eventual DL50 do princípio ativo.

Apontam ainda para a necessidade de se utilizar animais descendentes de um único animal, mantido em laboratório por dezenas de gerações. A prática de produzir linhagens isogênicas reduz a variabilidade genética e uniformiza as respostas funcionais, facilitando comparação entre grupos. Dessa constatação observa-se a necessidade de fomentar biotérios nas diversas áreas da zoologia, incluindo naturalmente os maiores grupos de biodiversidade biológica.

REFERÊNCIAS

- Amarante Junior, O.P.; Santos, T.C.R.; Brito, N.M.; Ribeiro, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.
- Barbosa, N.P.U.; Silva, F.A.; Oliveira, M.D.; Neto, M.A.S.; Carvalho, M.D.; Cardoso, A. V. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae): first record in the São Francisco River basin, Brazil. *Check List the Journal of Biodiversity Data*, v.12, n.1, p. 1-7, 2016.
- Braibante, M. E. F.; Zappe, J. A. A química dos agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, v. 34, n.1, p. 10-15, 2012.
- Brasil. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Presidência da República, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 23 jun. 2021.
- Brasil. Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989. Dispõe Sobre A Pesquisa, A Experimentação, A Produção, A Embalagem e Rotulagem, O Transporte, O Armazenamento, A Comercialização, A Propaganda Comercial, A Utilização, A Importação, A Exportação, O Destino Final dos Resíduos e Embalagens, O Registro, A Classificação, O Controle, A Inspeção e A Fiscalização de Agrotóxicos, Seus Componentes e Afins, e Dá Outras Providências. BRASILIA, DF, 11 jul. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 08 jul. 2021.
- Brasil. Portaria de Consolidação nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera O Anexo XX da Portaria de Consolidação Gm/Ms Nº 5, de 28 de setembro de 2017, Para Dispor Sobre Os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 08 jul. 2021.
- Brusca, R.C.; Moore, W.; Shuster, S.M. *Invertebrados*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- Camargo, P.R.S.; Bareiros, L.F.G.; Barbosa, N.P.U.; Cardoso, A.V.; Assis, P.S.; Pelli, A. Estado atual de conhecimento das principais características dos Moluscos, *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 40950-40963, 2021.
- Campos. A.L.; Ignácio, A.R.A.; Junior, E.S.O.; Lázaro, W.L. O avanço do agrotóxico no Brasil e seus impactos na saúde e no ambiente. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2021.
- Carneiro, F. F.; Augusto, S. G. L.; Rigotto, M. R.; Friedrich, A.; Búrigo, C. A.(org.) *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624 p.
- Chiarello, M.; Graeff, R.; Minetto, L.; Cemin, G.; Schneider, V.E.; Moura, S. Determinação de agrotóxicos na água e sedimentos por HPLC-HRMS e sua relação com o uso e a ocupação do solo. *Química Nova*, v. 40, n. 2, p. 158-165, 2016.
- Darrigran, D.; Agudo-Padrón, A.I.; Baes, P.; Belz, C.E.; Franz, C.; Carranza, A.; Collado, G.; Correoso, M.; Maria, G.; Cuezco, M.G.; Fabres, A.; Diego, E.; Gregoric, D.E.G.; Letier, S.; Ludwig, S.; Mansur, M.C.; Pastorino, G.; Penchaszadeh, P.E.; Brichtova, A.C.P.; REBOLLEDO, A.; RUMI, A.; Santos, S.; Thiengo, S.; Vidigal, T.; Damborenea, C.; Darrigran, G.; Gregoric, A.D.E.G. Non-native mollusks throughout South America: emergent patterns in an understudied continent. *Biological Invasions*, v.22. p. 853-871, 2020.

De Souza, J.S.; Kizys, M.M.L.; Conceição, R.R.; Glebocki, G.; Romano, R.M.; Ortiga-Carvalho, T.M.; Giannocco, G.; Silva, I.; Dias DA Silva, M.R.; Romano, M.A.; Chiamolera, M. Perinatal exposure to glyphosate-based herbicide alters the thyrotrophic axis and causes thyroid hormone homeostasis imbalance in male rats. *Toxicology*, v. 377, p.25–37, 2017.

Grube, A.; Donaldson, D.; Kiely, T.; Wu, L. Pesticide industry sales and usage: 2006 and 2007 market estimates. Washington: United States Environmental Protection Agency, 2011.

He, X.; Li, P. Surface Water Pollution in the Middle Chinese Loess Plateau with Special Focus on Hexavalent Chromium (Cr^{6+}): Occurrence, Sources and Health Risks, Exposure and Health, v. 12, p. 385-401, 2020.

Heinemann, J.A.; Agapito-Tenfen, S.Z.; Carman, J.A. A comparative evaluation of the regulation of GM crops or products containing dsRNA and suggested improvements to risk assessments. *Environment International*, v. 55, p. 43–55, 2013.

IBGE. Estimativa de junho prevê safra recorde de 258,5 milhões de toneladas em 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/31138-estimativa-de-junho-preve-safra-recorde-de-258-5-milhoes-de-toneladas-em-2021>. Acesso em: 10 jul. 2021.

IBGE. PIB cresce 1,2% no 1º trimestre de 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30823-pib-cresce-1-2-no-primeiro-trimestre-e-volta-ao-patamar-pre-pandemia>. Acesso em: 10 jul. 2021.

Köhler, F.; Seddon, M.; Bogan, A.E.; Tu, V.T.; Sri-Aroon, P.; Allen, D.J. The status and distribution of freshwater molluscs of the Indo-Burma region. In: ALLEN, D.J.; SMITH, K.G., DARWALL, W.R.T (eds), *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Indo-Burma*. Cambridge: IUCN, 2012. cap. 4, p. 66–89.

Mansur, M.C.D.; Santos, C.P.; Pereira, D.; Paz, I.C.P.; Zurita, M.L.L.; Rodriguez, M.T.M.R.; Nehrke, M.V.; Bergonci, P.E.A. *Moluscos Límnico Invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. Porto Alegre: Redes Editora, 2012.

Mestre, A. P.; Amavet, P. S.; Van Der Sloot, I. S.; Carletti, J. V.; Poletta, G. L.; Siroski, P. A. Effects of glyphosate, cypermethrin, and chlorpyrifos on hematological parameters of the tegu lizard (*Salvator merianae*) in different embryo stages. *Chemosphere*, v. 252, n.126433, p. 1-9, 2020.

Miyahira, I.C.; Gonçalves, L.C.B.; Ximenes, R.F.; Santos, S.B. The introduction of *Physa acuta* (Gastropoda: Physidae) on Ilha Grande, Southeast Brazil, from initial stages to an established population, *Brazilian Journal of Biology*. v 83, p. 1-8, 2021.

Monte T. C. C., Garcia J., Gentile R., Vasconcellos M. C., Souza J., Braga B. V.; Maldonado, A. In vivo and in vitro effects of the herbicide Roundup® on developmental stages of the trematode *Echinostoma paraensei*. *Experimental Parasitology*, v.169, p. 43-50, 2016.

Ponder, W. F.; Lindberg, D. R; *Phylogeny and evolution of the Mollusca*. London: University of California Press, 2008.

Relyea, R; Ricklefs, R. E. *A Economia da Natureza*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

Ronco, A.E.; Marino, D.J.G.; Abelando, M.; Almada, P.; Apartin, C.D. Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n. 458, p. 1-13, 2016.

Santos, S.B.; Thiengo, S.C.; Fernandez, M.A.; Miyahira, I.C.; Silva, E.F.; Lopes, B.G.; Gonçalves, I.C.B.; Ximenes, R.F.; Lacerda, L.E.M. *Moluscos Límnico Gastrópodes: Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016.

Silva, A.M. Avaliação ecotoxicológica do agrotóxico Permetrina através de ensaios de toxicidade com invertebrados aquáticos. 2005. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais) - Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP. 2005.

Silva, L.C.B.; Santos, L.O.; Oliveira, R.L. Influência dos agrotóxicos na alimentação infantil. *Revista Dissertar*, v. 1, n. 28 e 29, p. 23-32, 2018.

Simone, L. R. L. *Land and freshwater molluscs of Brazil*. São Paulo: FAPESP, 2006.

Statsoft. Inc. *Statistica* (data analysis software system), version 7.1. 2005.

Turhan, D. Ö.; Güngördü, A.; Ozmen, M. Developmental and lethal effects of glyphosate and a glyphosate-based product on *Xenopus laevis* embryos and tadpoles. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 104, n. 2, p. 173-179, 2020.

Vera, M.; Lagomarsino, L.; Sylvester, M.; Pérez, G. L.; Rodríguez, P.; Mugni, H.; Sinistro, R.; Feraro, M.; Bonetto, C.; Zagarese, H.; Pizarro, H. New evidences of Roundup® (glyphosate formulation) impact on the periphyton community and the water quality of freshwater ecosystems. *Ecotoxicology*, v. 19, n. 4, p. 710-721, 2010.

Recebido em: 01/03/2021

Aceito em: 20/03/2021

Publicado em: 30/03/2021