

Efeitos de herbicida a base de glifosato na qualidade de colmeias de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em condições de campo

Adriana Chaves^{1*}, Márcia Regina Faita¹, Alex Sandro Poltronieri¹, Rubens Onofre Nodari¹

RESUMO

O uso indiscriminado de agrotóxicos prejudica insetos de diversas espécies, reduzindo a biodiversidade. Dentre eles, as abelhas são os polinizadores mais importantes em ecossistemas naturais e agrícolas, destacando-se a espécie *Apis mellifera*. Os herbicidas a base de glifosato representam a maioria dos agrotóxicos utilizados no mundo. Portanto, compreender os efeitos destes produtos sobre a qualidade das colônias é essencial para garantir a sobrevivência das abelhas e preservar os serviços ecossistêmicos que elas fornecem. Assim, avaliamos o efeito de doses subletais do Roundup[®] sobre a qualidade de colmeias. As colmeias foram avaliadas antes da administração dos tratamentos e após cinco meses. O bioensaio foi constituído por dois tratamentos: Controle e Roundup[®] e três repetições (colmeias) cada. O herbicida foi administrado nas colmeias em alimentadores internos de superfície, incorporado com xarope de açúcar. Os parâmetros avaliados foram: número de favos com cria aberta (CA) e fechada (CF), favos com alimento armazenado (FA) e quadros contendo abelhas (QA). As colmeias expostas ao herbicida tiveram diminuição na área de cria fechada e abelhas adultas nos favos. Esses resultados estão associados aos efeitos crônicos promovidos pelo Roundup[®], persistente até cinco meses após a exposição das abelhas, causando redução na população, podendo comprometer a sobrevivência das colmeias.

Palavras-chave: abelhas; Roundup[®]; colônias; sobrevivência.

INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos afetam os insetos polinizadores, gerando perda de biodiversidade (CUNHA et al., 2014). Dentre as abelhas, que são os polinizadores mais importantes em um ecossistema (MALERBO-SOUZA; HALAK, 2009), a *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) é o polinizador mais comum dos cultivos agrícolas (TOLEDO et al., 2013).

A exposição das abelhas aos agrotóxicos ocorre por contato direto ou por meio da ingestão de resíduos existentes nos recursos florais de plantas cultivadas e espontâneas (SANCHEZ-BAYO; GOKA, 2014) e na água contaminada (SCHMARANZER, 2000). Esses produtos promovem alterações fisiológicas e bioquímicas, que desencadeiam reações de estresse oxidativo e danos citogenéticos em insetos (JIA; MISRA, 2007). Em abelhas, promovem crescimento desigual e mudanças comportamentais (DESNEUX et al., 2007), como na capacidade de forrageamento (DECOURTYE et al., 2004).

Os herbicidas estão entre os agrotóxicos mais utilizados no mundo (CARNEIRO, 2015), destacando-se aqueles formulados a partir do glifosato, como o Roundup[®]. Abelhas expostas ao glifosato demonstraram sistema nervoso afetado, com alteração na percepção de estímulos quimiosensoriais e no aprendizado (HERBERT et al., 2014), atrasos na ecdise e redução do peso larval (VAZQUEZ et al., 2018). Além disso, os produtos comerciais possuem adjuvantes em sua formulação, cujos ingredientes são desconhecidos e também são tóxicos para as abelhas (MULLIN et al., 2016). Adicionalmente, foi demonstrado que a ingestão de doses subletais de Roundup[®] causa alterações na ultraestrutura celular das glândulas hipofaríngeas de *A. mellifera*, o que pode comprometer a produção de geleia real e afetar a sobrevivência das colmeias (FAITA et al., 2018). Esse mesmo herbicida promoveu o declínio populacional de espécies polinizadoras, comprometendo ecossistemas (KREMEN, 2004).

¹ Universidade Federal de Santa Catarina *aadrichaves@gmail.com.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de dose subletal do herbicida Roundup[®] sobre a qualidade de colmeias de *Apis mellifera* em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O bioensaio foi realizado de agosto a dezembro de 2018, no apiário experimental do Parque Cidade das Abelhas (27 ° 32'38,4 "S 48 ° 29'59,5" W). As colmeias estavam em caixas do tipo Langstroth e foram padronizadas antes do início das avaliações (PALACIOS, 2011). O bioensaio foi composto por dois tratamentos: Controle (sem exposição ao herbicida) e Roundup[®] (com exposição ao herbicida) e três repetições (colmeias) cada.

A alimentação fornecida às colmeias, correspondente a cada tratamento, foi realizada semanalmente durante um mês. O herbicida utilizado foi "Roundup[®] Original DI" (com composição: sal di-amônio N- (fosfometil) glifosato, 445 g / L, equivalente ácido N- (fosfometil) glifosato, 370 g / L e outros ingredientes, 751 g / L). A dosagem de Roundup[®] fornecida às abelhas foi equivalente a proporção de glifosato / xarope de açúcar de 1,67 mg. L⁻¹, maior do que a detectada por Peruzzo et al. (2008) em água lixiviada do cultivo de soja e inferior a identificada por Thompson et al. (2014) em pólen e néctar de flores *Phacelia*. O alimento fornecido às colmeias do tratamento Roundup[®] consistiu em uma solução de 200 mL de xarope de açúcar e 1,5 µL do produto formulado. As colmeias de tratamento Controle receberam apenas xarope de açúcar.

Antes da aplicação dos tratamentos, as colmeias foram inspecionadas. Foram avaliados o número de favos com cria aberta (CA) e fechada (CF), favos com alimento armazenado (FA) e quadro contendo abelhas (QA). Cinco meses após a exposição, a avaliação foi realizada novamente. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste t (5%), efetuado pelo Minitab[®] 18 (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A padronização das colmeias antes da exposição aos tratamentos, proporcionou a homogeneidade entre elas para todas as características avaliadas. Cinco meses após o início do bioensaio, as colmeias do tratamento Roundup[®] apresentaram valores menores na área de cria fechada ($p < 0,001$) e quadros com abelha ($p < 0,001$), quando comparadas as do tratamento Controle. A redução na área de cria afeta negativamente a população de abelhas adultas, comprometendo as atividades de manutenção da colônia.

A redução populacional observada nesse estudo, provavelmente está associada aos efeitos subletais promovidos pela presença de Roundup[®] no alimento ou na cera onde ele foi estocado. Resíduos de agrotóxicos no alimento armazenado (TOSI et al., 2018), bem como na cera (CALATAYUD- VERNICH et al., 2018), são um modo crônico de exposição das abelhas a estes produtos.

Outros estudos também demonstraram que doses subletais de agrotóxicos presentes na dieta de abelhas adultas reduzem sua sobrevivência em até 20% (MACKENZIE; WINSTON., 1989), comprometem a imunidade e favorecem o desenvolvimento de parasitas e patógenos (SANCHEZBAYO, 2016). Efeitos negativos sobre colmeias expostas a doses subletais de neonicotinóides, tais como crescimento lento e redução da reposição de rainhas, foram constatados por Sandrock et al. (2014) e Woodcock et al. (2017).

Adicionalmente, os herbicidas a base de glifosato promovem desorientação de abelhas forrageiras, redução na coleta de recursos e dificuldade de retornar a colônia (BALBUENA et al., 2015). Além disso, causam alterações metabólicas em abelhas adultas (HELMER et al., 2014; JUMARIE et al., 2017), mudanças no desenvolvimento, morte larval (VAZQUEZ et al., 2018) e interferência na microbiota intestinal das abelhas (MOTTA et al., 2018). Os resultados do presente estudo também se constituem em evidências que corroboram com os resultados das avaliações realizadas em outros estudos, contribuindo para compreender como a exposição das abelhas a dose subletal de Roundup[®] reduz a população de abelhas nas colmeias.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a presença de dose subletal de Roundup® na alimentação de *A. mellifera* promoveu efeito crônico denotado pela redução na população de abelhas. Os efeitos deletérios persistiram por pelo menos cinco meses após a exposição das colmeias ao herbicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBUENA, M. S. et al. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *Journal of Experimental Biology*, v. 218, n. 17, p. 2799–2805, 2015.

CALATAYUD-VERNICH, P. et al. Pesticide residues in honey bees, pollen and beeswax: Assessing beehive exposure. *Environ. Pollut.* 241, 106–114, 2018.

CARNEIRO, F. F. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. [S.l.: s.n.], 2015.

CUNHA et al. Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas. *Insect Pollinators in Agricultural Systems*. v. 18, n. 4, p. 185–194, 2014.

DECOURTYE, A. et al. Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 57, n. 3, p. 410–419, 2004.

DESNEUX, N. et al. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Review of Entomology*, v. 52, n. 1, p. 81–106, 2007.

FAITA, M. R. et al. Changes in hypopharyngeal glands of nurse bees (*Apis mellifera*) induced by pollen-containing sublethal doses of the herbicide Roundup®. *Chemosphere*, v. 211, p. 566–572, 2018.

HELMER, S. H. et al. Effects of realistic doses of atrazine, metolachlor, and glyphosate on lipid peroxidation and diet-derived antioxidants in caged honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Science and Pollution Research*, [s.l.], v. 22, n. 11, p.8010-8021, 2014.

HERBERT, L. T. et al. Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behaviour. *Journal of Experimental Biology*, [s.l.], v. 217, n. 19, p.3457-3464, 2014.

JIA, Z.; MISRA, H. P. Reactive oxygen species in in vitro pesticide-induced neuronal cell (SHSY5Y) cytotoxicity: Role of NF- κ B and caspase-3. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 42, n. 2, p. 288–298, 2007.

JUMARIE et al. Mixtures of herbicides and metals affect the redox system of honeybees. *Chemosphere* 168, 163–170, 2017.

KREMEN, C. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. *Fortaleza: Imprensa Universitária*, p. 115–124, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Comportamento de forrageamento de abelhas e outros insetos nas panículas da mangueira (*Mangifera indica* L.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 31, n. 3, p. 335-341, 2009.

MACKENZIE, K. E.; WINSTON, M. L. Effects of sublethal exposure to diazinon on longevity and temporal division of labor in the honey bee (*Hymenoptera: Apidae*). *Journal of Apicultural Research*, v.28, n. 1, p. 75-82, 1989.

MOTTA et al. Glyphosate perturbs the gut microbiota of honeybees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n. 41, p. 10305-10310, 2018.

MULLIN et al. Riscos toxicológicos de adjuvantes em spray de agroquímicos: surfactantes organossiliconados podem não ser seguros. *Saúde Pública*, pp. 1 – 8, 2016.

PALACIOS, P. E. Servicios de polinización com abejas em frutales: parametros tecnicos y de calidad. *Revista Actualidad Apícola*. Valdivia 3, 2011.

PERUZZO et al. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environ Pollut.*, v. 156, p. 61– 66, 2008.

WOODCOCK, B. A. et al. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honeybees and wild bees. *Science* (80). 356, 1393–1395, 2017.

SANCHEZ-BAYO, F.; GOKA, K. Pesticide residues and bees - A risk assessment. *PLoS ONE*, v. 9, n. 4, 2014.

SÁNCHEZ-BAYO F. et al. Are bee diseases linked to pesticides? - A brief review. *Environ Int.*; 89–90:7–11, 2016.

SANDROCK, C. et al. Impact of chronic neonicotinoid exposure on honeybee colony performance and queen supersedure. *PLoS ONE*, v. 9, n. 8, p. 1–13, 2014.

SCHMARANZER, S. Thermoregulation of water collecting honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Insect Physiology*, v. 46, n. 8, p. 1187–1194, 2000.

THOMPSON, H. M. et al. Evaluating exposure and potential effects on honeybee brood (*Apis mellifera*) development using glyphosate as an example. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 10, n. 3, p. 463–470, 2014.

TOLEDO, V. A. A. et al. Polinização por Abelhas (*Apis mellifera* L.) em Laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 12, n. 4, p. 236–246, 2013.

TOSI, S. et al. A 3-year survey of Italian honey bee collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides. *Sci. Total Environ.* 615, 208–218, 2018.

VAZQUEZ et al. Glyphosate affects the larval development of honeybees depending on the susceptibility of colonies. *PLoS ONE* 13(10): e0205074, 2018.