

COMPORTAMENTO DE CAPIM-ARROZ SOB ESTRESSE SALINO E SUBDOSES DE HERBICIDAS

Lariza Benedetti¹; Marlon Ouriques Bastiani²; Andrisa Balbinot³; Matheus Machado Nogueira⁴; Marcos Belinazzo Tomazetti⁵; Ananda Scherner⁶; Edinalvo Rabaioli Camargo⁷; Luis Antonio de Avila⁸

Palavras-chave: *Echinochloa*, salinidade, haloxyfop, imazapyr, imazapic, metolachlor.

INTRODUÇÃO

Tecnologias inovadoras introduzidas nas lavouras orizícolas, como é o caso do sistema Clearfield[®], têm permitido o controle seletivo de importantes plantas daninhas através da utilização de herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas (inibidores da ALS) (Engku et al., 2016). No entanto, a intensiva aplicação dos mesmos mecanismos de ação provoca aumento na pressão de seleção o que induza seleção de indivíduos resistentes resultantes do fluxo de genes do arroz cultivado com as plantas daninhas (Cruz-Hipolito et al., 2015; Ellstrand & Rieseberg, 2016).

Nesse sentido, a introdução do cultivo da soja em rotação com arroz irrigado surge como uma alternativa que objetiva mitigar os efeitos da seleção de plantas daninhas resistentes aos ALS. No entanto, herbicidas residuais, utilizados em áreas onde o arroz irrigado é cultivado, podem permanecer no solo por longo período em baixas concentrações, afetando o estabelecimento e produtividade das culturas. Além disso, acredita-se que essas baixas concentrações dos herbicidas podem induzir a seleção de plantas daninhas resistentes, uma vez que as plantas são frequentemente expostas a subdoses desses compostos. Assim plantas daninhas, como o capim-arroz (*Echinochloa* spp.), podem se tornar ainda mais problemáticas.

Outro fator que tem gerado preocupação em áreas de cultivo de arroz irrigado é a salinidade de solos que tem inviabilizado a exploração de novas áreas agrícolas e proporcionando perdas em cultivos já estabelecidos (Singh, 2016). A salinidade pode afetar a produtividade do arroz, a eficiência e a seletividade de herbicidas.

Dessa forma, existe a necessidade de investigar as possíveis alterações biológicas em plantas daninhas causadas por subdoses de herbicidas e da salinidade. Neste contexto, objetivou-se avaliar a estatura de plantas capim-arroz submetidas ao estresse salino e subdoses de herbicidas em solo de terras baixas, e o potencial germinativo das sementes produzidas por essas plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro estudo foi instalado em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel), localizada no município do Capão do Leão/RS durante o ano agrícola de 2015/16. As unidades experimentais constituíram-se de vasos plásticos com capacidade para quatro litros,

¹Doutoranda em Fitossanidade: área de concentração em Herbologia, FAEM/UFPel, Campus Universitário S/N.Pelotas, RS- Brasil, larizabenedetti13@hotmail.com;

^{2,3} Doutorandos em Fitossanidade: área de concentração em Herbologia, FAEM/UFPel;

^{4,5} Mestrandos em Fitossanidade: área de concentração em Herbologia, FAEM/UFPel;

⁶ Ph.D., Bolsista de Pós-Doutorado Júnior em Fitossanidade: área de concentração em Herbologia, FAEM/UFPel;

^{7,8} Ph.D., Professores do Programa de Pós-graduação em Fitossanidade: área de concentração em Herbologia, FAEM/UFPel.

preenchidos com solo de área de várzea, nos quais foram semeadas oito sementes de *Echinochloa colonum* por vaso, as quais eram suscetíveis aos herbicidas estudados.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x5) com três repetições. O fator A consistiu de dois níveis de salinidade na água de irrigação (sem sal e com 5,5 ds.m⁻¹ sal). O fator B foi composto pelas subdoses dos herbicidas haloxyfop, imazapic + imazapyr e metolachlor: 0; 0,25; 0,125; 0,083; 0,0625 x dose recomendada dos herbicidas (240 g i.a ha⁻¹, 140 g p.c. ha⁻¹ e 1440 g i.a ha⁻¹, respectivamente).

A aplicação dos herbicidas foi realizada em estágio V3-V4 das plantas utilizando um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂, equipado com barra munida de quatro pontas de jato plano do tipo leque, série 110-02, espaçadas 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Os tratamentos de salinidade foram estabelecidos 24 horas após a aplicação dos herbicidas junto com a irrigação, sendo que uma lâmina de água de aproximadamente 5 cm foi mantida durante 14 dias. A estatura das plantas foi avaliada 28 dias após a aplicação do tratamento salino (DAA).

As unidades experimentais foram mantidas isoladas para fecundação e produção de sementes. As sementes produzidas foram coletadas, limpas e armazenadas a 4°C até a execução do teste de germinação. O teste de germinação foi conduzido em câmaras de crescimento (BOD) em caixas plásticas do tipo gerbox (11x11x3,5 cm), com três repetições de 100 sementes. A temperatura nas câmaras foi mantida constante (25°C) e com fotoperíodo 12/12 horas (dia/noite). As sementes foram distribuídas uniformemente sobre papel germitest umedecidos com água destilada. A germinação final foi avaliada 14 dias após a semeadura (DAS), considerando como germinadas as sementes que apresentavam 2 mm de protrusão radicular (Chauhan & Johnson, 2009).

Os resultados obtidos para ariáveis avaliadas (estatura das plantas mãe e a porcentagem final de germinação das sementes) foram ajustados em regressão logística de três parâmetros para cada herbicida testado e combinação de tratamentos (salinidade x doses). O modelo está descrito na equação abaixo (1):

$$y = \frac{d}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(E))\}} \quad (1)$$

onde “y” é a % final de germinação, “E” (ED₅₀) é a dose do herbicida que reduz em 50% a germinação final, “b” é a declividade da curva em torno do ED₅₀ e “d” é o limite máximo de germinação. Comparações entre os parâmetros estimados foram realizadas (T-test, p ≤ 0.05) para cada herbicida. Todas as análises estatísticas foram realizadas no “R” com o pacote “drc” (Ritz & Streibig, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatura e germinação final de sementes de capim-arroz submetidas à subdoses de herbicidas e ao estresse salino foi adequadamente descrita pelo modelo logístico com R² maior que 0.95 (Tabela 1). Não havendo diferença na dose para reduzir em 50% a estatura das plantas mãe (ED₅₀), assim como a germinação final das sementes entre os tratamentos com e sem estresse salino para os herbicidas haloxyfop e metolachlor.

A Figura 1 apresenta a estatura das plantas mãe (a) e a germinação de sementes (b) de capim-arroz em função da aplicação de subdoses de imazapyr+imazapic e estresse salino. Com base nos parâmetros estimados (ED₅₀) foi possível observar que tanto a estatura, quanto a germinação foram afetadas na presença de imazapyr+imazapic e estresse salino.

Por exemplo, a dose necessária para reduzir a estatura em 50% é menor em plantas submetidas à salinidade quando comparado aquelas sem a presença de sal, 9.5 e 18 g p.c ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). A salinidade causa toxicidade de Na⁺, que pode, em última

instância, interromper a captação de K^+ pelas células radiculares, e exercer efeitos tóxicos provocando desequilíbrio metabólico (Hasegawa et al., 2000; Conde et al., 2011), como relatado por Rivero et al. (2014), onde o crescimento de brotos e raízes de plantas de tomate submetidos a salinidade foram afetadas.

Tabela 1. Parâmetros (b , d e ED_{50}) estimados para a estatura das plantas mãe e germinação final de sementes produzidas de capim-arroz submetidas a subdoses de herbicidas e estresse salino (sem - zero sal e com - 5,5 ds.m⁻¹ sal). Dados foram ajustados em regressão logística (Eq. 1).

| Herbicida | Salinidade | b | d | ED_{50} | Comparações entre ED_{50} * |
|---|------------|-----|-----|-----------|-------------------------------|
| Estatura 28 dias após aplicação da salinidade (cm) | | | | | |
| Haloxypop | 1. Sem | 0.9 | 61 | 534 | 0.8010 |
| | 2. Com | 2.3 | 57 | 58 | |
| Imazapyr + Imazapic | 1. Sem | 2.3 | 62 | 18 | <0.0001 |
| | 2. Com | 0.6 | 47 | 9.5 | |
| Metolachlor | 1. Sem | 16 | 43 | 302 | 0.9432 |
| | 2. Com | 24 | 44 | 268 | |
| Germinação 14 dias após a semeadura (%) | | | | | |
| Haloxypop | 1. Sem | 0.5 | 62 | 5.7 | 0.6815 |
| | 2. Com | 0.2 | 60 | 4.0 | |
| Imazapyr + Imazapic | 1. Sem | 2.8 | 62 | 9.8 | 0.0041 |
| | 2. Com | 1.4 | 60 | 5.9 | |
| Metolachlor | 1. Sem | 0.6 | 62 | 33 | 0.6815 |
| | 2. Com | 1.4 | 60 | 58 | |

* Comparações entre tratamentos salinos por T-test, $p \leq 0.05$

Dessa forma, os resultados do presente estudo para a estatura das plantas sugerem que o efeito dos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas é maior em plantas sob estresse salino, uma vez que doses menores do herbicida foram necessárias para reduzir a estatura das mesmas em 50%. Assim, supõem-se que este comportamento tenha refletido na qualidade das sementes produzidas por estas plantas, as quais apresentaram redução no potencial germinativo com salinidade e imazapyr+imazapic em comparação aquelas sem estresse salino.

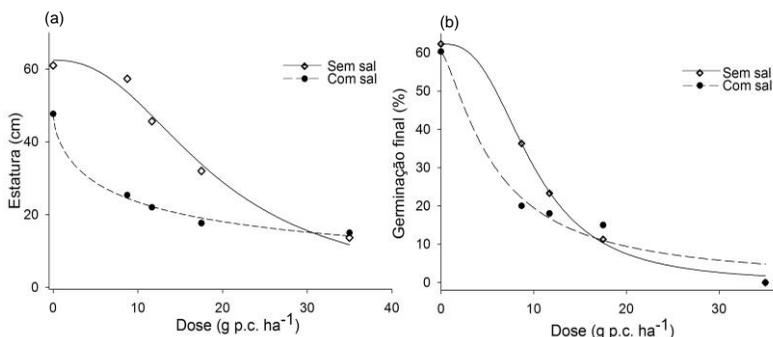


Figura 1. Estatura de plantas mãe (a) e germinação final de sementes (b) de capim-arroz submetidas à subdoses do herbicida imazapyr+imazapic e estresse salino (sem - zero sal e com - 5,5 ds.m⁻¹ sal), aos 28 DAA e 14 DAS, respectivamente.

No entanto, existe a necessidade de elucidar se os resultados observados nesse estudo estão associados a alterações fisiológicas e bioquímicas nas plantas, as quais resultam da interação entre herbicidas e fatores abióticos de estresse, como a salinidade. Ainda, a possível transferência destas características para as gerações subsequentes deve ser investigada.

CONCLUSÃO

Subdoses de imazapyr+imazapic juntamente com estresse por salinidade reduzem a estatura de capim-arroz e o potencial germinativo de sementes da geração seguinte. A salinidade não afeta estas variáveis em plantas submetidas à subdoses de haloxyfop e metolachlor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONDE, Artur et al. Mannitol transport and mannitol dehydrogenase activities are coordinated in *Olea europaea* under salt and osmotic stresses. **Plant and Cell Physiology**, v. 52, n. 10, p. 1766-1775, 2011. Disponível em: <<https://academic.oup.com/pcp/article/52/10/1766/1885850/Mannitol-Transport-and-Mannitol-Dehydrogenase>> Acesso em: 12 mai. 2017.

CRUZ-HIPOLITO, Hugo et al. Ile-1781-Leu and Asp-2078-Gly mutations in ACCase gene, endow cross-resistance to APP, CHD, and PPZ in *Phalaris minor* from Mexico. **International journal of molecular sciences**, v. 16, n. 9, p. 21363-21377, 2015. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1422-0067/16/9/21363/htm>> Acesso em: 02 mai. 2017.

ELLSTRAND, Norman C.; RIESEBERG, Loren H. When gene flow really matters: gene flow in applied evolutionary biology. **Evolutionary applications**, v. 9, n. 7, p. 833-836, 2016. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eva.12402/full> > Acesso em: 02 mai. 2017.

ENGKU, A. K. et al. Gene flow from Clearfield® rice to weedy rice under field conditions. **Plant Soil Environ**, v. 62, p. 16-22, 2016. Disponível em: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/172458.pdf> > Acesso em: 02 mai. 2017.

HASEGAWA, Paul M. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual review of plant biology**, v. 51, n. 1, p. 463-499, 2000. Disponível em: <http://annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.51.1.463> > Acesso em: 12 mai. 2017.

RITZ C & STREIBIG JC (2005) Biossays analysis using R. *Journal of Statistical Software* **5**, 1-22.

RIVERO, Rosa M. et al. The combined effect of salinity and heat reveals a specific physiological, biochemical and molecular response in tomato plants. **Plant, cell & environment**, v. 37, n. 5, p. 1059-1073, 2014. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.12199/full> > Acesso em: 12 mai. 2017.

SINGH, Ajay. Managing the water resources problems of irrigated agriculture through geospatial techniques: An overview. **Agricultural Water Management**, v. 174, p. 2-10, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377416301469> > Acesso em: 02 mai. 2017.