

# PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Ítalo Lucas de Moraes<sup>1</sup>; Cristina Copstein Cuchiara<sup>2</sup>; Gabriele Espinel Ávila<sup>2</sup>; Lariza Benedetti<sup>2</sup>; Marcelo Peres<sup>3</sup>; Sidnei Deuner<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., controle químico, estresse salino, herbicidas.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas mais importantes para a humanidade, uma vez que é alimento de mais de 3 bilhões de pessoas no mundo. Tanto a produtividade quanto a qualidade do arroz podem ser afetados por estresse ambientais, e há uma crescente preocupação sobre os efeitos específicos destes fatores na cultura. A salinidade é um problema ambiental que está aumentando em magnitude em muitas regiões orizícolas, devido a uma combinação de déficit hídrico, altas temperaturas, aumento dos níveis do mar e práticas agrícolas ineficazes (THITISAKSAKUL, 2015).

No RS o arroz irrigado é cultivado nas regiões da Fronteira Oeste, Depressão Central, Campanha, Litoral Sul, Planície Costeira Externa da Lagoa dos Patos e Planície Costeira Interna da Lagoa dos Patos (EMBRAPA, 2005). Nas regiões costeiras deste Estado, em épocas de baixa precipitação é comum a ocorrência de salinização das fontes de irrigação do arroz pela entrada de água do oceano na Laguna, o que pode levar a salinização do solo.

A peroxidação de lipídeos, induzida pelos radicais livres, é considerado como o processo mais prejudicial de deterioração das membranas, podendo ocorrer em todos os organismos vivos (AMIRJANI, 2010). O dano às membranas é tomado como parâmetro para determinar o nível de destruição de lipídeos sob vários estresses. A peroxidação lipídica ocorre quando níveis de EROs se elevam acima de um limiar, assim, não só afetando diretamente o funcionamento celular normal, mas também agrava o estresse oxidativo através da produção de radicais derivados de lipídeos (GILL, 2010).

Na cultura do arroz, o controle químico de plantas daninhas se constitui na principal tática para o manejo destas. A eficácia dos herbicidas é extremamente dependente das condições ambientais. Herbicidas seletivos à cultura pelo metabolismo diferencial, apresentam riscos de ocorrência de injúrias às plantas, pois, além disso esses herbicidas podem atuar promovendo a peroxidação lipídica (MATZENBACHER, 2014). Portanto, é de vital importância o estudo das variações ambientais e seu impacto sobre as operações de manejo na cultura do arroz.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a peroxidação lipídica promovida pelo tratamento com herbicidas na cultura do arroz irrigado em condições de salinidade na água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2014/15. As unidades experimentais foram compostas por baldes plásticos com capacidade para oito litros, os quais foram preenchidos com solo Planossolo Hidromórfico Eutrófico típico coletado de área

---

<sup>1</sup>Doutorando em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica/DB, Instituto de Biologia/IB, Universidade Federal de Pelotas/UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010 – 900, Capão do Leão, RS, Brasil, Fone: (53) 3275-7640/Fax: (53) 3275-7169, italolucasmoraes@gmail.com.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, DB, IB, UFPel.

<sup>3</sup>Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM, UFPel.

<sup>4</sup>Professor Adjunto, DB, IB, UFPel.

de várzea no município de Capão do Leão/RS. Foi realizada análise prévia quanto aos atributos químicos do solo, laudo realizado no laboratório de análise de solos pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (A x B), sendo o fator A composto pela salinidade na água de irrigação (A<sub>1</sub> salina ou A<sub>2</sub> não salina) e o fator B formado pelos tratamentos: controle (B<sub>1</sub> sem herbicida), proflorim (B<sub>2</sub>), clomazone (B<sub>3</sub>) e bispiribaque-sódico (B<sub>4</sub>) nas dosagens de 170, 600 e 50 g.i.a. ha<sup>-1</sup>. Cada tratamento constituiu-se de cinco repetições, a cultivar de arroz utilizada foi IRGA 424, na população de 15 plantas por vaso, totalizando a densidade de 300 plantas por metro quadrado.

A escolha dos herbicidas se deu em função do padrão de fitotoxicidade observado, assim como da frequência de seu uso comercial em lavouras de arroz irrigado. Todos os herbicidas utilizados foram testados na presença (A<sub>2</sub>) ou ausência (A<sub>1</sub>) de salinidade na água de irrigação. Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência (antes do estabelecimento da lâmina de água) no estádio vegetativo V3-V4 segundo COUNCE et al. (2000), seguido de uma adubação nitrogenada em cobertura. Para a aplicação dos herbicidas, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO<sub>2</sub>, equipado com barra composta de quatro pontas de pulverização jato plano do tipo leque, série 110-02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Antes do início do estabelecimento da lâmina de irrigação foi fornecida água para manter o substrato na capacidade de campo. Durante o desenvolvimento das plântulas e condução do experimento, as mesmas receberam adubação, conforme as recomendações técnicas da cultura (SOSBAI, 2012). Um dia após a aplicação dos herbicidas foi efetuada irrigação, adicionando uma lâmina de água de 2,5 cm. Essa lâmina de água foi mantida na condição salina em uma condutividade de 7,5 dS m<sup>-1</sup>, para o fator A<sub>2</sub> (salinidade) essa por sua vez, aferida por meio de um condutivímetro, e nos vasos correspondentes ao fator A<sub>1</sub> (não salino), foi adicionada água destilada. A cada dia foi aferida a condutividade elétrica da lâmina de irrigação dos baldes, para reposição da água na condutividade suficiente para formar a concentração inicial.

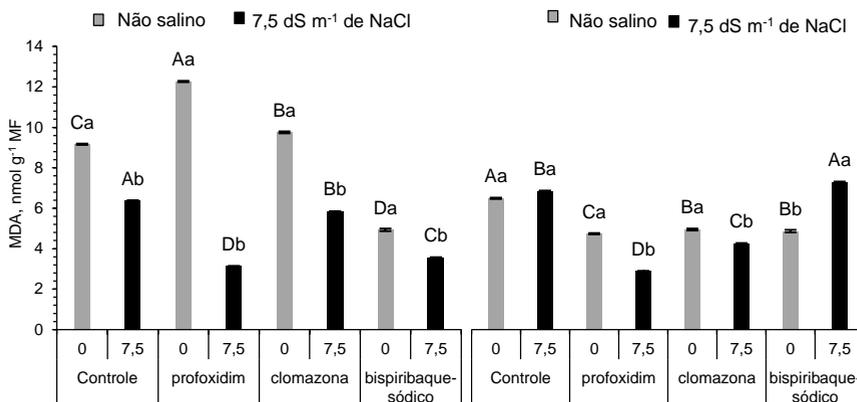
A Peroxidação lipídica foi determinada aos sete e 14 DAA em aproximadamente 500 mg de massa fresca obtido de folhas de arroz, cultivar IRGA 424. Os tecidos foram macerados em tampão de extração contendo ácido tricloroacético (TCA) a 0,1%. O homogenato foi centrifugado a 12.000 g, durante 20 minutos e o sobrenadante obtido foi transferido para *ependorf* de 2 mL. A peroxidação lipídica foi determinada por meio da quantificação das espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico, conforme descrito por Cakmak & Horst (1991). Duzentos e cinquenta microlitros do sobrenadante foram adicionados a 1 mL do meio de reação composto por 0,5% (p/v) de ácido tiobarbitúrico (TBA) e 10% (p/v) de TCA sendo posteriormente incubados a 90°C, por 20 minutos. A reação foi paralisada por resfriamento rápido em gelo por 10 minutos, logo após a retirada do meio de incubação. As amostras foram em seguida lidas em espectrofotômetro, a 535 nm e 600 nm. O TBA forma complexos de cor avermelhada com aldeídos de baixa massa molecular, como o malondialdeído (MDA), produto secundário do processo de peroxidação. A concentração do complexo MDA/TBA foi calculada pela equação:  $[MDA] = (A_{535} - A_{600}) / (\xi \cdot b)$ , onde  $\xi$ : coeficiente de extinção =  $1,56 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-1}$ , e b: comprimento ótico=1. A peroxidação foi expressa em  $\mu\text{mol de MDA g}^{-1} \text{ MF}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância para testar as fontes de variação e suas possíveis interações. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando para tal, o software estatístico WinStat (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável peroxidação lipídica, em todos os períodos avaliados houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quando avaliados os tratamentos herbicida (fator B) isoladamente

quanto à presença ou ausência da salinidade na água de irrigação (fator A). Todos herbicidas também diferiram significativamente para cada fator isolado ( $p < 0,05$ ) (Figura 1).



**Figura 1.** Conteúdo de MDA em folhas de arroz aos sete e aos 14 DAA na cultivar IRGA 424 submetida a diferentes tratamentos herbicidas na presença ou ausência de 7,5 dS m<sup>-1</sup> de NaCl na água de irrigação. Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que, letras maiúsculas, comparam os diferentes herbicidas dentro de cada nível de salinidade, e letras minúsculas, comparam os dois níveis de salinidade para cada herbicida.

Aos sete DAA o herbicida que mostrou a maior peroxidação lipídica foi o inibidor da biossíntese dos lipídeos profloroxim, com um aumento de 34% em relação ao controle, seguido do herbicida clomazone com um leve aumento, ambos na ausência de salinidade na água de irrigação (Figura 1). Luo (2004), concluiu que a peroxidação lipídica aumentou em plântulas de carrapicho (*Acanthospermum hispidum*) pela aplicação de fluzifop-p-butil, um herbicida que também atua inibindo a enzima ACCase, sugerindo que a ação deste herbicida se dá também pelo dano as membranas. Clomazone inibe a síntese dos carotenoides, e na ausência destes, em condições de iluminação, são formados oxigênio singlete e clorofila triplet, levando a degradação de clorofilas e peroxidação dos lipídeos de membrana.

Todos herbicidas quando associados à salinidade apresentaram valores de peroxidação abaixo do controle. Esse parâmetro pode sofrer alterações conforme o nível de tolerância da cultivar avaliada. Para Turan (2012), o nível de MDA foi aumentado em resposta ao estresse salino em cultivar sensível ao sal ao passo que não foi alterado na cultivar resistente.

Aos 14 DAA o herbicida inibidor da biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada bispiribaque-sódico apresentou os maiores valores de peroxidação quando associado ao estresse salino (Figura 1). Wang & Zhou (2006), trabalhando com um herbicida também inibidor de ALS, observaram níveis inferiores de MDA nas folhas e raízes expostas à alta concentração do herbicida em relação ao controle, enquanto baixas concentrações desse herbicida apresentaram aumento nos níveis de MDA em folhas de acordo com o tempo de exposição. O tempo de avaliação pode ter influenciado os resultados aos 14 DAA, pois esse herbicida apresenta uma taxa mais lenta de absorção e metabolização que os demais herbicidas avaliados.

## CONCLUSÃO

Os herbicidas proflumifen e clomazone aumentam a peroxidação lipídica na ausência de estresse salino aos sete DAA.

A associação dos herbicidas com a salinidade reduz a peroxidação lipídica, com exceção do bispiribaque-sódico aos 14 DAA.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIRJANI, M. R. Effect of NaCl on some physiological parameters of rice. **EJBS**, 2010.
- CAKMAK, I.; HORST, W. J. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superóxido dismutase, catalase, and peroxidases activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, v. 83, n.3, p. 463-468, 1991.
- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.
- GILL, S. S.; NARENDRA, T. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, p. 909-930, 2010.
- LUO, X. Y. et. al. Fluazifop-butyl causes membrane peroxidation in the herbicide-susceptible broad leaf weed bristly starbur (*Acanthospermum hispidum*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, p. 93-102, 2004.
- SHAHBAZ, M., ASHRAF, M. Improving salinity tolerance in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.* 32, 237-249, 2013.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 179p. 2012.
- TURAN, S.; TRIPATHY, B. C. Salt and genotype impact on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in two rice cultivars during de-etiolation. **Protoplasma**, v. 250 p. 209–222, 2013.
- THITISAKSAKUL, M. et. al. Effects of Timing and Severity of Salinity Stress on Rice (*Oryza sativa* L.) Yield, Grain Composition, and Starch Functionality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 2296 - 2304, 2015.
- WANG, M.; ZHOU, Q. Effects of herbicide chlorimuron-ethyl on physiological mechanisms in wheat (*Triticum aestivum*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 64, p. 190–197, 2006.