

# ESTRESSE OXIDATIVO EM PLANTAS DE ARROZ IRRIGADO CULTIVADAS EM SOLO COM RESIDUAL DE IMIDAZOLINONAS E SUBMETIDAS À BAIXAS TEMPERATURAS

CASSOL, L. L., CORREA, G. H. N. F., MARTINI, L. F. D., MORAES, B. S., AVILA, L. A. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – laavilabr@gmail.com)

**RESUMO:** A tecnologia Clearfield® de cultivo de arroz irrigado é empregada para o controle do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), utilizando cultivares que apresentam tolerância aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Esses herbicidas apresentam alta persistência no solo e podem causar fitotoxicidade ao arroz irrigado não tolerante cultivado em sucessão. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito residual no solo das misturas formuladas dos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic sobre os processos fisiológicos de defesa de plantas de arroz irrigado em dois níveis de temperatura. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, simulando temperaturas baixas de 17 a 23°C (noite/dia) e temperaturas ideais de 23 a 29°C (noite/dia). Para isso, foi coletado solo da camada superficial (0-5 cm) de uma área de cultivo de arroz irrigado um ano após a aplicação dos herbicidas. As variáveis avaliadas foram: atividade das enzimas antioxidantes, superóxido dismutase (SOD) e ascorbato peroxidase (APX). Temperaturas mais baixas afetam os parâmetros de estresse oxidativo, pois o incremento nos níveis de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) são indicadores de que as plantas sofreram algum estresse, provavelmente ocasionado pelas baixas temperaturas durante seu estabelecimento inicial. O residual da mistura formulada de imazapyr + imazapic eleva o grau de estresse oxidativo quando comparado com a mistura imazethapyr + imazapic.

**Palavras-chave:** estresse por frio, imazethapyr, imazapyr, imazapic.

## INTRODUÇÃO

Na última década houve um incremento de produtividade na orizicultura em virtude do aprimoramento das práticas de manejo e pela adoção da tecnologia Clearfield®. Essa é empregada com a finalidade de controlar o arroz-vermelho, considerada a planta daninha mais importante na cultura do arroz irrigado (AGOSTINETTO et al., 2001). A utilização de cultivares que apresentam tolerância aos herbicidas do grupo das imidazolinonas é à base desta tecnologia. As misturas formuladas Only® (imazethapyr + imazapic) e Kifix® (imazapyr + imazapic) são os principais herbicidas utilizados, sendo caracterizados pela alta persistência no solo, fato que pode causar danos à cultivares de arroz não tolerante e outras culturas semeadas em rotação e/ou sucessão (RENNER et al., 1998; MARCHESAN et al.,

2010).

Quando desorvidos e presentes na solução do solo, os herbicidas podem sofrer processos de transporte, degradação ou ainda serem absorvidos pelas plantas podendo causar fitotoxicidade e/ou morte das mesmas. O efeito residual de herbicidas juntamente com a exposição das plantas a baixas temperaturas pode ocasionar estresse oxidativo como um efeito secundário em plantas suscetíveis ao grupo químico das imidazolinonas, comprometendo seu sistema de defesa antioxidante.

O estresse ocasionado pela baixa temperatura afeta o metabolismo da planta no início de seu estabelecimento, relacionado diretamente com a preconização da época de semeadura na região Sul do Rio Grande do Sul, para garantir que a fase de microsporogênese (formação do grão de pólen) ocorra em meados do mês de janeiro, época que a incidência de radiação solar é mais disponível e garante maior produtividade à cultura (FREITAS et al., 2008). Em condições de temperatura mais elevadas o estabelecimento inicial da planta é melhor, porém a fase de formação do grão de pólen não coincide com a maior disponibilidade de radiação solar, causando redução na produtividade.

Em vista do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito residual das misturas formuladas dos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic sobre os processos fisiológicos de defesa da planta de arroz irrigado em dois regimes de temperatura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento com o intuito de simular, em ambiente controlado, as condições de campo em dois regimes de temperatura. O delineamento experimental utilizado foi blocos completamente casualizados e os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial (3x2), com três repetições. O fator A constituiu-se de duas misturas formuladas de herbicidas, imazapyr + imazapic (525+175 g e.a. L<sup>-1</sup>) e imazethapyr + imazapic (75+25 g e.a. L<sup>-1</sup>), além de um tratamento testemunha sem aplicação de herbicida. O fator B constituiu-se de dois regimes de temperatura de 17 a 23°C (noite/dia) temperaturas baixas e 23 a 29°C (noite/dia) temperaturas ideais. As unidades experimentais foram constituídas por bandejas plásticas preenchidas com solo seco, destorroado e peneirado, classificado como Planossolo Háplico eutrófico solódico, unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2012). O solo foi coletado da camada superficial (0-5 cm) de uma área de cultivo de arroz irrigado um ano após a aplicação dos herbicidas. Cada unidade experimental foi dividida em seis linhas, sendo posteriormente semeada a cv. IRGA 424 na densidade de 20 sementes por linha.

Aos 21 dias após o estabelecimento da lâmina de água, amostras da parte aérea das plantas foram coletadas, imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e, posteriormente,

encaminhadas ao laboratório onde foram realizadas as análises bioquímicas. As variáveis avaliadas foram: atividade das enzimas antioxidantes, superóxido dismutase (SOD) e ascorbatoperoxidase (APX). Para tais análises, procedeu-se a extração das amostras, onde a partir deste extrato quantificou-se a proteína das amostras pelo método de Bradford (1976), adicionando-se 60µL do extrato em 2mL de solução de Bradford, realizando-se a leitura da absorbância no comprimento de onda de 595nm. Elaborou-se a curva padrão com globulina e os resultados foram expressos em miligramas de proteína (mg proteína) por grama de matéria fresca (MF). Além disso, foi avaliado o nível de peroxidação lipídica através da metodologia baseada na análise das espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), determinada através do acúmulo de aldeído malônico (MDA).

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homocedasticidade dos dados), e submetidos à análise da variância ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de diferença estatística entre tratamentos, foi realizado o teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) para comparação das médias entre herbicidas e o teste *t* ( $p \leq 0,05$ ) para a comparação das médias entre temperaturas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve diferença significativa entre os tratamentos herbicidas aos 21 dias após o estabelecimento da lâmina de água, na cultivar IRGA 424, porém por ser uma cultivar na qual apresenta sensibilidade ao grupo químico das imidazolinonas os resultados do presente estudo podem estar relacionados a um efeito secundário causado nas plantas cultivadas em solo com residual dos herbicidas.

Houve diferença significativa entre as temperaturas para as variáveis TBARS, atividade das enzimas APX e SOD (Tabela 1). Os níveis de TBARS foram maiores quando o arroz foi submetido à baixas temperaturas. Esse resultado sugere que as plantas estavam sob condições de estresse, quando comparadas com temperaturas maiores. Quando as plantas são expostas ao frio, demonstram significativo aumento na produção de espécies reativas ao oxigênio (EROs) (ALSCHER et al., 1997), promovendo a peroxidação lipídica e danos às membranas celulares.

O aumento na concentração de EROs caracteriza uma situação de estresse oxidativo celular nas plantas. Nesse contexto, as plantas apresentam um eficiente sistema antioxidante que pode ser enzimático ou não-enzimático que garantem a defesa da célula em relação ao aumento na produção dessas espécies. O sistema enzimático é composto por diferentes enzimas, dentre elas a superóxido desmutase (SOD) e ascorbato peroxidase (APX).

No presente estudo, foi observado um aumento na atividade da enzima APX em baixas temperaturas, resultado que pode estar diretamente relacionado com a resposta da planta frente ao estresse oxidativo proporcionado pelo frio. Por outro lado, não foi observado significativo efeito da temperatura sobre a atividade da enzima SOD. Essa enzima, considerada a primeira linha de defesa celular, é muito importante no sistema antioxidante da planta, porém em algumas situações a sua baixa responsividade pode estar relacionada a localização da enzima, pois se trata de uma enzima com isoformas diferentes presentes em mais de um compartimento celular.

Tabela 1. Peroxidação lipídica (TBARS), atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX) e superóxido dismutase (SOD) em folhas da cultivar IRGA 424 aos 21 dias após o estabelecimento da lâmina de água, em resposta ao residual de imidazolinonas e à temperatura do ar. Laboratório Dinâmica de Herbicidas, UFPel, Capão do Leão, RS, 2013.

Tratamentos	TBARS (mg g <sup>-1</sup> MF)			C.V (%)
	testemunha	imazapyr + imazapic	imazetaphyr + imazapic	
Temp. Baixas	10,92 Ba*	24,51 Aa	26,58 Aa	--- 23,96 ---
Temp. Ideais	7,48 Aa	8,68 Ab	8,00 Ab	--- 31,18 ---
C.V (%)	--- 30,99 ---	--- 34,20 ---	--- 19,02 ---	
APX (mg g <sup>-1</sup> MF)				
Temp. Baixas	5,32 Ba*	7,25 Aa	6,96 Aba	--- 12,27 ---
Temp. Ideais	5,19 Aa	3,98 Bb	3,81 Bb	--- 12,22 ---
C.V (%)	--- 5,38 ---	--- 8,89 ---	--- 18,10 ---	
SOD (mg g <sup>-1</sup> MF)				
Temp. Baixas	8,48 Bb*	17,66 Aa	16,92 Aa	--- 12,75 ---
Temp. Ideais	27,48 Aa	19,09 Aa	25,85 Aa	--- 24,72 ---
C.V (%)	--- 30,85 ---	--- 14,36 ---	--- 21,57 ---	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste *t* a ( $p \leq 0,05$ ), enquanto médias seguidas pela mesma maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

A baixa temperatura causa efeitos negativos sobre os parâmetros de estresse oxidativo na cultivar IRGA 424.

O residual da mistura formulada de imazapyr + imazapic promove maior estresse oxidativo quando comparado com a mistura imazetaphyr + imazapic.

Em áreas com residual de imidazolinonas a semeadura deve ser mais tardia, para que as plantas de arroz não fiquem sob condições de estresse e ocorra um rápido estabelecimento inicial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz-vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

ALSCHER, R.G et al. Reactive oxygen species and antioxidants: relationships in green cells. **Physiology Plant**. v.100, p.224-233, 1997.

FREITAS, T.F.S. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência na adubação nitrogenada influenciadas pela época de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p.2397-2405, 2008.

MARCHESAN, E. et al. Carryover of imazethapyr and imazapic to nontolerant rice. **Weed Technology**, v.24, n.1, p.6-10, 2010.

RENNER, K. A. et al. Effect of tillage application method on corn (*Zea mays*) response to imidazolinone residues in soil. **Weed Technology**, v.12, n.2, p.281-285, 1998.