

ATIVÇÃO DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Thais D'Ávila Rosa¹; Diogo Balbé Helgueira¹; Daniele Brandstetter Rodrigues²; Andréia da Silva Almeida²; Cédric Benetti¹; Luis Antonio de Avila³

Palavras-chave: atividade enzimática, herbicida, *Oryza sativa*,

INTRODUÇÃO

A aplicação de herbicidas é um dos fatores que pode causar estresse oxidativo nas plantas de arroz. Os herbicidas são aplicados para o controle de plantas daninhas presentes na área, no entanto, essa aplicação também pode causar danos à cultura, resultando em fitotoxicidade destas, diminuindo seu crescimento e desenvolvimento (NOHATTO, 2014).

Os herbicidas proflumifos e bispiribaque-sódico são herbicidas seletivos utilizados na cultura do arroz, aplicados em pós-emergência para controlar algumas plantas daninhas como por exemplo o capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), porém quando alguns herbicidas seletivos são aplicados, podem causar distúrbios bioquímicos e fisiológicos no metabolismo das plantas reduzindo a seletividade do herbicida, o que afeta negativamente seu desenvolvimento e consequentemente sua produção (SONG et al., 2007).

Os herbicidas, amplamente utilizados para o controle de plantas daninhas, podem induzir uma situação de estresse nas plantas como resposta à aplicação, podendo também levá-las a morte. Em resposta a fatores de estresse, vários genes são regulados na planta, o que pode amenizar os efeitos dos estresses, sendo eles por condições abióticas ou bióticas, resultando em adaptação do meio celular e consequentemente levar a tolerância das plantas (GROHS, 2012).

Quando a planta se encontra em condições adversas, várias reações prejudiciais ocorrem no seu desenvolvimento, como a diminuição da fotossíntese, aliado a modificações do seu metabolismo (LAW, 2001). Associado a essas reações ocorre a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) que podem acumular nos tecidos, esse mecanismo resulta em danos oxidativos as proteínas, DNA e lipídios, como exemplo de ROS pode-se citar o superóxido (O_2), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radicais hidróxilo (OH) (GROHS, 2012).

Com a evolução, as plantas superiores desenvolveram inúmeros mecanismos de respostas a estresses, como por exemplo, a habilidade de alterar o seu desenvolvimento em reflexo a algum fator externo desfavorável como ataques de pragas, patógenos e fatores abióticos (SOARES & MACHADO, 2007). As plantas possuem um ativo sistema de detoxificação, com a ação de enzimas antioxidantes como superóxido dismutase, peroxidase, glutatona S-transferase, ascorbato peroxidase e catalase (FOYER & NECTOR, 2000), bem como antioxidantes não enzimáticos de baixo peso molecular como o ascorbato e a glutatona reduzida.

A compreensão desse comportamento da atuação dessas enzimas, frente a aplicação de herbicidas é importante ferramenta para a definição da recomendação adequadas dos agrotóxicos, com o intuito de diminuir as injúrias causada nas culturas capazes de reduzir a expressão do máximo potencial produtivo.

¹ Eng. Agr(a), Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade /FAEM/UFPEL. thais.d.rosa@hotmail.com

² Eng. Agr(a), Programa em Ciência e Tecnologia de Sementes/FAEM/UFPEL.

³ Eng. Agr., Dr. Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL.

Em vista do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar e caracterizar os parâmetros bioquímicos do estresse oxidativo em arroz irrigado submetido à aplicação de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento na temperatura de 25°C, instalada junto à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel pertencente à Universidade Federal de Pelotas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as unidades experimentais compostas por copos plástico com capacidade de 700 mL, contendo solo coletado do horizonte A de um Planossolo Háplico Eutrófico solódico (EMBRAPA, 2006), seco em ar livre e peneirado em peneira de malha 2,0 mm, sendo utilizado 600 g de solo por copo.

Quando as plantas atingiram o estágio V₄, foi realizada a aplicação dos herbicidas bispiribaque-sódico 50 g i.a. ha⁻¹ e profoxidim, na dose 170 g i.a. ha⁻¹. Os tratamentos foram constituídos na coleta das amostras foliares, após cinco dias a aplicação dos herbicidas e posteriormente armazenado a temperatura de -80°C até o momento das análises.

As variáveis analisadas foram atividade de clorofila total, atividade das enzimas catalase, ascorbato peroxidase e superóxido dismutase, as quais foram determinadas segundo Azevedo et al. (1998).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente, foram submetidos à análise de variância (p≤0,05). No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se teste de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a concentração de clorofila total, o profoxidim ocasionou redução do teor desse pigmento, não diferindo do herbicida bispiribaque-sódico. As plantas submetidas ao tratamento controle (sem aplicação de herbicida) apresentaram maior teor de clorofila diferindo do tratamento profoxidim. Esse resultado indica que a aplicação de profoxidim tem capacidade de reduzir o teor de clorofila total das plantas de arroz a 25 °C (Tabela 1).

Tabela1. Concentração de clorofila total (mg g⁻¹ MF) cinco dias após a aplicação dos herbicidas em folhas de arroz da cultivar IRGA 424, submetidas a temperatura de 25°C. FAEM/UFPel, Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicidas	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Clorofila Total
testemunha	-	3,55 a ¹
profoxidim	170,0	2,52 b
bispiribaque-sódico	50,0	2,99 ab
CV (%)		15,77

¹Letras minúsculas comparam herbicidas pelo teste de Tukey (p<0,05).

As moléculas de clorofila são os principais pigmentos responsáveis pela captura de luz para as reações fotoquímicas, presentes nos centros de reação dos fotossistemas (TAIZ E ZEIGER, 2009). O declínio desses compostos pode comprometer a atividade fotossintética, resultando em prejuízos no desenvolvimento da planta (RAMESH et al., 2002).

Houve efeito do herbicida profoxidim reduzindo o teor de clorofila em relação a testemunha, não diferindo do herbicida bispiribaque-sódico. A menor capacidade de herbicidas inibidores da enzima ACCase, influenciar no comportamento da variável clorofila, também foi observado por Park et al. 1994, corroborando com os resultados.

Observou-se efeito dos tratamentos para a atividade da enzima SOD (Tabelas 1 e 2). A ausência de significância estatística para a atividade da CAT (dados não apresentados) pode decorrer da menor afinidade da enzima pelo peróxido de hidrogênio, em comparação com a APX. Houve diferença entre os tratamentos herbicidas, para a atividade da enzima SOD, onde a atividade da enzima na testemunha não diferiu do herbicida bispiribaque-sódico. O tratamento com aplicação de profoxidim apresentou menor atividade da SOD que a testemunha, não diferindo das plantas tratadas como herbicida bispiribaque-sódico (Tabela 2).

Tabela 2. Atividade da enzima superóxido dismutase SOD (μmg^{-1} Proteína) cinco dias após a aplicação dos herbicidas em folhas de arroz cultivar IRGA 424, submetidas a temperatura de 25°C. FAEM/UFPEL, Capão do Leão, RS, 2014.

Herbicidas	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	SOD (μmg^{-1} Proteína)
testemunha	-	46,7 a ¹
profoxidim	170,0	37,3 b
bispiribaque-sódico	50,0	40,5 a
CV (%)		15,27

¹Letras minúsculas comparam herbicidas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Maior atividade da SOD nas plantas tem sido correlacionada com a tolerância ao estresse oxidativo (IANNELLI et al., 1999). O aumento da atividade da enzima SOD, está relacionado, ao aumento da concentração e o tempo de exposição da planta ao herbicida. Os resultados presumem que o tempo de exposição das plantas de arroz, no presente trabalho, possivelmente não foi o suficiente para aumentar a atividade da enzima SOD, fato evidenciado pois o maior valor foi observado na testemunha.

Os tratamentos herbicidas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, para a avaliação da enzima ascorbato peroxidase (dados não apresentados). As plantas apresentaram comportamento semelhante à testemunha (sem aplicação herbicida).

Esses resultados corroboram com os apresentados por Nohatto, 2014, onde não foi observado diferença entre os diferentes herbicidas aplicados na cultura do arroz. O autor atribui os resultados, as diferentes isoformas presentes nas plantas de arroz, que implica na variabilidade da resposta a aplicação dos herbicidas. Para a cultura do arroz, são descritos oito tipos de APX, e os resultados da atividade da enzima, está relacionado as médias entre esses tipos de enzimas, podendo inferir as respostas significativas ao estresse.

CONCLUSÃO

A aplicação de bispiribaque-sódico não diferiu da testemunha nas variáveis analisadas, aferindo que o herbicida não causou danos nas plantas de arroz. Já o herbicida profoxidim tem a capacidade de causar estresse oxidativo. Para mitigar o efeito do herbicida, a cultura ativa o sistema de defesa, destacando a atuação da enzima SOD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R.A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, p. 280-292, 1998.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FOYER, C.H.; NOCTOR, G. Oxygen processing in photosynthesis: Regulation and signaling. **New Phytologist**, v.146, p.359-388, 2000.

GROHS, M. Estudo de substâncias com efeito de regulador de crescimento no potencial fisiológico do arroz irrigado. 2012. 89f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria.

IANNELLI M. A. et al. Tolerance to low temperature and paraquat mediated oxidative stress in two maize genotypes. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 523-532, 1999.

LAW, R.D. et al. High temperature stress increases the expression of wheat leaf ribulose-1,5- bisphosphate carboxylase/oxygenase activase protein. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.386, 261–267, 2001.

NOHATTO, M.A. Inter-relações fisiológicas de arroz irrigado com arroz-vermelho e resposta da cultura a herbicidas. 2014. 169f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PARK, J.E.; Selective mechanism of cyhalofop-butyl ester between rice and *Echinochloa crus-galli*- I. Differential response of rice and *Echinochloa crus-galli* to cyhalofop-butyl ester. **Korean Journal of Weed Science**, v. 14, p. 94-100, 1994

RAMESH, K. et al. Chlorophyll dynamics in rice (*Oryza sativa*) before and after flowering based on SPAD (chlorophyll) meter monitoring and its relation with grain yield. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.188, p.102-105, 2002.

SOARES, A.M.S.; MACHADO, O.L.T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, p.1-19, 2007.

SONG, N. H. et al. Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide chlorotoluron in soils. **Chemosphere**, v. 68, p. 1779-1787, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.