



TEOR DE FENÓIS TOTAIS EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

NOHATTO, M. A. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - marcosnohatto@hotmail.com),
DUARTE, T. V. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - duartevieira.thiago@gmail.com),
MANICA-BERTO, R. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - robertamanica@yahoo.com.br),
TAROUCO, C. P. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - milatarouco@gmail.com),
AGOSTINETTO, D. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - dirceu.agostinnetto@pq.cnpq.br),
TESSARO, D. (FAEM – UFPEL, Capão do Leão/RS - dani.tes@hotmail.com).

RESUMO: Os herbicidas representam a principal estratégia de controle de plantas daninhas na cultura do arroz. No entanto, a eficiência desse método depende da capacidade da cultura em metabolizar o herbicida antes de sua ação. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos herbicidas penoxsulam, bentazona e cialofope-butílico no teor de fenóis totais da cultura do arroz. Para isso, foi realizado experimento em casa de vegetação na Universidade Federal de Pelotas, na estação de crescimento 2011/12. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com seis repetições. Os tratamentos constituíram-se de combinação fatorial entre herbicidas (penoxsulam, bentazona, cialofope-butílico e testemunha sem aplicação) e épocas de coleta das plantas (0, 12, 24, 48 e 96 horas após a aplicação). A variável estudada foi teor de fenóis totais, expressa em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de matéria fresca (mg GAE g⁻¹ de MF). A utilização dos herbicidas altera o metabolismo de plantas de arroz, aumentando o teor de fenóis totais ao longo do tempo.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, compostos fenólicos, estresse

INTRODUÇÃO

O manejo químico na cultura do arroz para o controle das plantas daninhas caracteriza-se pela praticidade, eficiência e rapidez, quando comparados a outros métodos (FLECK et al., 2004). No entanto, a utilização dos herbicidas também pode gerar condição de estresse em plantas não alvo, ocasionando aumento da fitotoxicidade em culturas seletivas, o que prejudica o crescimento e desenvolvimento dessas plantas.

A fitotoxicidade causada pela utilização de herbicidas na planta é decorrente do aumento de espécies reativas de oxigênio (EROs). Essas moléculas são altamente reativas e irão reagir com os lipídeos formadores das membranas, originando a peroxidação lipídica,

que, além de formar novos radicais lipídicos, danificam irreversivelmente as membranas celulares (HESS, 2000). A resposta direta do dano às membranas celulares pela peroxidação lipídica é o extravasamento do conteúdo celular para o meio que estiver envolvendo os tecidos danificados (KRUSE et al., 2006), desestruturando diversos processos fisiológicos e metabólicos das plantas.

Para combater os danos provocados pelas EROs, as plantas desenvolveram dois mecanismos de proteção, um sistema antioxidante enzimático e outro não enzimático (MITTLER, 2002). No sistema antioxidante não enzimático esta incluída a produção de compostos fenólicos, que são sintetizados pelas plantas em resposta a algum tipo de estresse (NICHOLSON & HAMMERSCHMIDT, 1992), como a utilização de herbicidas. Assim, a determinação do teor de fenóis totais constitui como ferramenta para avaliação dos efeitos dos herbicidas em nível celular, surgindo à possibilidade de utilizar essa variável para compreender o comportamento dos herbicidas na cultura do arroz.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos herbicidas penoxsulam, bentazona e cialofope-butílico no teor de fenóis totais da cultura do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), no município de Capão do Leão - RS, na estação de cultivo 2011/12. O ensaio foi alocado em vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8 L, preenchidos com solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999), e a adubação foi realizada conforme as recomendações para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2010). O delineamento experimental foi completamente casualizado, com seis repetições.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial, onde o fator A foi constituído de herbicidas penoxsulam (60 g i.a ha⁻¹), bentazona (960 g i.a ha⁻¹), cialofope-butílico (315 g i.a ha⁻¹) e testemunha sem aplicação; e, o fator B foi composto por diferentes épocas de coleta das plantas (0, 12, 24, 48 e 96 horas após a aplicação).

A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 15 dias após a emergência (DAE) com o auxílio de pulverizador costal pressurizado com CO₂ munido de pontas leque 110.02, com vazão de 150 L ha⁻¹. Um dia após a aplicação dos tratamentos, a unidade experimental foi inundada, mantendo-se lâmina de água constante de aproximadamente 5 cm de altura. A população de arroz utilizada no experimento foi de 16 plantas, com intuito de evitar o efeito da competição e obter quantidade de material suficiente para análise.

Nas épocas descritas pelo fator B, foram realizadas coletas da parte aérea do arroz, sendo armazenadas a -80°C até o momento da quantificação do teor de fenóis totais. A determinação do teor de fenóis totais foi realizada de acordo com método descrito por

Singleton & Rossi (1965), com modificações. Para a etapa de extração pesou-se 2 g de amostra triturada, diluiu-se em 20 mL de metanol, colocou-se em banho-maria a 25°C, durante 3 horas. Após este período, a amostra foi filtrada com algodão para balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com metanol. Para a etapa de quantificação dos fenóis foi retirado 1 mL do extrato obtido e adicionado 10 mL de água ultra-pura e 0,5 mL de Folin-Ciocalteu 2N, deixando-se reagir por 3 minutos, e após foram adicionados 1,5 mL de Na₂CO₃ 20% (m/v), permanecendo no escuro por mais 2 horas. Realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Ultrospec 2000 UV/Visível - Pharmacia Biotech) no comprimento de onda de 765 nm. Foi elaborada curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (mg GAE) por grama de matéria fresca (MF).

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se para o fator A teste de Tukey ($p \leq 0,05$); e, para o fator B análise de regressão, ajustando-se os dados à equação polinomial quadrática, conforme segue:

$$y = y_0 + ax + bx^2$$

onde: y = teor de fenóis totais; x = horas após a aplicação dos herbicidas; e, a , y_0 e b são parâmetros estimados da equação, sendo a , a diferença entre os pontos máximo e mínimo da variável; y_0 , o teor de fenóis correspondente ao ponto mínimo da curva; e, b , a declividade da curva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação entre os fatores herbicida e época de coleta para a variável estudada (Figura 1 e Tabela 1). Para o fator herbicida, observou-se diferença estatística às 48 e 96 horas após a aplicação (HAP) (Tabela 1). Às 48 HAP, verificou-se que a testemunha apresentou menor teor de fenóis totais em relação ao herbicida cialofope-butílico. Já, às 96 HAP, todos os herbicidas apresentaram maior teor de fenóis totais em comparação a testemunha.

Os resultados demonstram que apesar das diferenças entre os herbicidas quanto ao mecanismo de ação (cialofope-butílico atua na inibição da enzima Acetil CoA Carboxilase, penoxsulam atua na inibição da enzima Acetolactato sintase e bentazona inibe a atividade do Fotossistema II), as plantas de arroz possuem comportamento semelhante em resposta a utilização dos produtos quanto a produção de fenóis.

A presença dos compostos fenólicos aumenta a atividade antioxidante da planta em função das propriedades redutoras e estrutura química dessas moléculas (Sousa et al., 2007). Essas características desempenham um papel importante na neutralização ou

sequestro de radicais livres (SOUSA et al., 2007). Com isso, acredita-se que o sistema de defesa da planta contra o estresse oxidativo, proveniente da utilização dos herbicidas, seja potencializado.

Tabela 1. Teor de fenóis totais (mg GAE g⁻¹ de MF) de plantas de arroz em resposta a diferentes herbicidas, avaliado as 0, 12, 24, 48 e 96 horas após a aplicação. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2011/12.

Tratamento	Testemunha	Penoxsulam	Bentazona	Cialofope-butílico
0	29,02 a ¹	29,02 a	29,02 a	29,02 a
12	29,98 a	33,03 a	31,45 a	38,73 a
24	27,32 a	35,05 a	31,94 a	38,25 a
48	28,58 b	34,75 ab	36,02 ab	42,09 a
96	31,37 b	46,67 a	40,68 a	51,43 a
CV (%)	8,38			

¹Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de tukey (p≤0,05);

Os dados ajustaram-se à equação polinomial quadrática, demonstrando ajuste satisfatório dos dados ao modelo (Figura 1). Verificou-se incremento no teor de fenóis totais com o avanço das avaliações. Esses resultados possivelmente estão relacionados aos mecanismos de proteção das plantas aos herbicidas, em especial ao sistema antioxidante não enzimático. Hipotetiza-se que após a aplicação dos herbicidas, seja gerada uma condição de estresse que ativa as defesas bioquímicas da planta, resultando no aumento do conteúdo de compostos fenólicos.

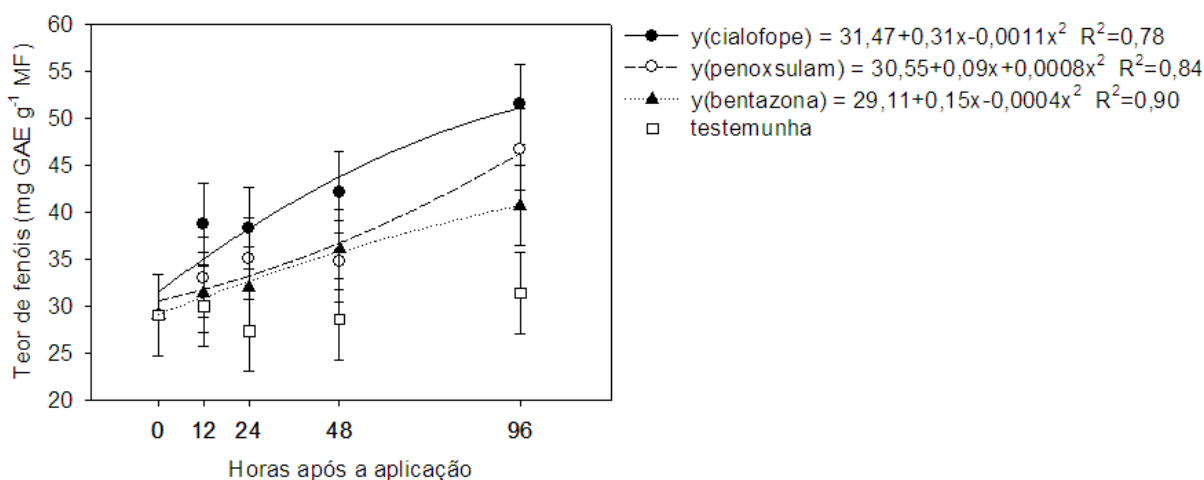


Figura 1. Efeito dos herbicidas penoxsulam (60 g i.a ha⁻¹), bentazona (960 g i.a ha⁻¹), cialofope-butílico (315 g i.a ha⁻¹) e testemunha sem aplicação no teor de fenóis totais de plantas de arroz, avaliado em diferentes épocas de coleta das plantas (0, 12, 24, 48 e 96 horas após a aplicação). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2011/12. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Em trabalho conduzido por Langaro et al. (2011) com a utilização do herbicida profoxidim (inibidor de ACCase) e avaliação em três épocas de coleta (0, 7 e 20 dias após o tratamento), evidenciou-se aumento na produção de compostos fenólicos ao longo do tempo, corroborando com os resultados desta pesquisa.

CONCLUSÕES

A utilização dos herbicidas cialofope-butílico, penoxsulam e bentazona altera o metabolismo das plantas de arroz, pelo aumento do teor de fenóis totais ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1999. 412 p.
- FLECK et al. Manejo e controle de plantas daninhas em arroz irrigado. VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.265.
- HESS, F. D. Light-dependent herbicides: an overview. **Weed Science**, v.48, p.160-170, 2000.
- LANGARO, A. C. et al. Produção de compostos fenólicos e danos celulares pela aplicação de profoxidim na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí, 2011. p.431-433.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **TRENDS in Plant Science**, v.7, p.405-410, 2002.
- NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.369-89, 1992.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. JR. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-158, 1965.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2010. 188 p.
- SOUSA, C. M. de M et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, p.351-355, 2007.